



Panteia

Research to Progress

Research voor Beleid | EIM | NEA | IOO | Stratus | IPM



Skills voor de toekomst in de metaal en metaalektro

**Bevindingen uit een onderzoek naar de
vraag van werkgevers**

Merle Bartsch; Silvia Rossetti; Douwe Grijpstra
met medewerking van: Inge van den Ende, Femke van Gurp, Yoram, Lentze (Panteia),
Adri Pijnenburg en Konra Buls (Pijnenburg Techniek Scouting)

Zoetermeer, november 2020

De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust bij Panteia. Het gebruik van cijfers en/of teksten als toelichting of ondersteuning in artikelen, scripties en boeken is toegestaan mits de bron duidelijk wordt vermeld. Vermenigvuldigen en/of openbaarmaking in welke vorm ook, alsmede opslag in een retrieval system, is uitsluitend toegestaan na schriftelijke toestemming van Panteia. Panteia aanvaardt geen aansprakelijkheid voor drukfouten en/of andere onvolkomenheden.

The responsibility for the contents of this report lies with Panteia. Quoting numbers or text in papers, essays and books is permitted only when the source is clearly mentioned. No part of this publication may be copied and/or published in any form or by any means, or stored in a retrieval system, without the prior written permission of Panteia. Panteia does not accept responsibility for printing errors and/or other imperfections.

Voorwoord

Wat werknemers op dit moment in het beroepsonderwijs leren, sluit niet goed aan op de vraag van werkgevers uit de metaal en metaalektro. Naar verwachting wordt deze discrepantie tussen geleerde en benodigde skills in de toekomst nog groter. Naar de specifieke skills die werknemers in startersfuncties en verdere functies binnen de metaal en metaalektro sector in de toekomst nodig hebben, is te weinig onderzoek gedaan. Om die reden hebben de FME en de Koninklijke Metaalunie Panteia opdracht gegeven een sectorspecifiek skillsonderzoek uit te voeren.

Dit rapport doet verslag van het onderzoek. Dat bestond, naast literatuuronderzoek, een analyse van in vacatures vermelde skills, interviews met vertegenwoordigers van "koploper-bedrijven" en een enquête onder een grotere groep bedrijven in de sector.

Het onderzoek is uitgevoerd door Merle Bartsch en andere onderzoekers en adviseurs van Panteia en Pijnenburg Techniek Scouting onder projectleiding van ondergetekende. Voor de begeleiding van het onderzoek waren Hanneke Ackermann (FME), Anne Marie Heij (Koninklijke Metaalunie), Niek Hinsenveld (FME) en Rard Metz (Koninklijke Metaalunie) verantwoordelijk.

Douwe Grijpstra (Panteia)
Zoetermeer, november 2020



Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Doel van het onderzoek	10
1.3 Visie op het onderzoek	11
1.4 Onderzoeksvragen	16
1.5 De coronacrisis en dit onderzoek	17
1.6 Onderzoeksaanpak	19
1.7 Leeswijzer	21
2 Constructie- en plaatwerk	23
2.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen	23
2.2 Skills voor de toekomst	25
2.3 Samenvatting	28
3 Verspanen	29
3.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen	29
3.2 Skills voor de toekomst	30
3.3 Samenvatting	33
4 Mechatronica	35
4.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen	35
4.2 Skills voor de toekomst	36
4.3 Samenvatting	39
5 Elektrotechniek	41
5.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen	41
5.2 Skills voor de toekomst	41
5.3 Samenvatting	43
6 De arbeidsmarkt en het beroepsonderwijs	45
6.1 Knelpunten op de arbeidsmarkt	45
6.2 Knelpunten in het beroepsonderwijs	46
7 Conclusies	49



Bijlage 1	Geïnterviewde experts	51
Bijlage 2	Belangrijkste conclusies skillsanalyse	53
Bijlage 3	Resultaten van de enquête	59
B3.1	Steekproef	59
B3.1	Constructie en plaatwerk	60
B3.2	Verspaning	73
B3.3	Mechatronica	84
B3.5	Elektrotechniek	96
Bijlage 4	Literatuurlijst	107
Bijlage 5	Vragenlijst van de enquête	109



Samenvatting

Achtergrond en doelstelling

De sector metaal en metaalektro kenmerkt zich door veel en snelle ontwikkelingen en innovaties. Denk aan automatisering en digitalisering, de toename van complexe productie, de integratie van productieketens, en de beschikbaarheid van nieuwe technologieën. Ook maatschappelijke ontwikkelingen rondom de energietransitie, leven lang ontwikkelen, en arbo zijn van belang, naast natuurlijk de coronacrisis en de mogelijke effecten daarvan. Deze vragen om nieuwe vaardigheden en kennis van huidige, maar vooral ook van toekomstige werknemers.

Onder zowel bedrijven als scholen leeft de sterke wens om het beroepsonderwijs beter te laten aansluiten bij de eisen vanuit de arbeidsmarkt. Dat vraagt om een curriculum dat scholieren daadwerkelijk voorbereidt op het toekomstige werk in de sector. Welke skills dit curriculum moet omvatten was echter onduidelijk. De skills voor de toekomst voor de sector metaal en metaalektro waren tot nu toe niet eenduidig in kaart gebracht. Daarom hebben FME en de Koninklijke Metaalunie aan Panteia gevraagd om bij ondernemingen in de sector te onderzoeken welke skills over vijf tot tien jaar relevant zijn.

Onderzoeksaanpak

Het onderzoek heeft de skills voor de toekomst in de sector metaal en metaalektro systematisch geïnventariseerd:

1. Er is een analyse uitgevoerd op rapporten en documenten met informatie over skills in de sector.
2. Met de vacaturespider Jobfeed is een inventarisatie gemaakt van de vraag naar skills in startersfuncties en de ontwikkeling daarin vergeleken met 2017.
3. Op basis van deze voorbereidingen is een interviewleidraad ontwikkeld voor een uitvraag onder experts naar skills voor de toekomst. Hiermee zijn interviews afgenomen met 19 (middel)grote innovatieve bedrijven binnen de sector, en met 4 innovatie-experts werkzaam bij de FME en de Koninklijke Metaalunie.
4. De vraag naar de door experts benoemde skills voor de toekomst zijn gekwantificeerd via een enquête onder ledenbedrijven van de FME en de Koninklijke Metaalunie.

Het resultaat is het voorliggende rapport, met een overzicht van de vraag naar skills voor de toekomst in de sector, de ontwikkelingen die aan de basis daarvan liggen, en de knelpunten om aan deze vraag te voldoen aan de aanbodzijde van de arbeidsmarkt.

Soft skills sectorbreed in opkomst

Binnen de sector metaal en metaalektro neemt het belang van communicatieve vaardigheden toe. Dit volgt uit de toenemende betrokkenheid van klanten bij het productieproces. Zij stellen daarbij ook steeds specifiekere eisen aan producten, dat van technici afstemming vraagt met collega's en toeleveranciers. In dit web van klanten, collega's en toeleveranciers is het belangrijk dat vakmensen goed en tijdig kunnen communiceren.



Digitale en algemene technische skills steeds belangrijker voor de metaal

Veel MKB-bedrijven toe naar de verregaande automatisering van het productieproces die bij grote bedrijven vaak al is gerealiseerd. Door deze automatisering verliezen mensen niet hun plek op de werkplaats, maar krijgen zij wel steeds meer een toezichthoudende taak met ondersteuning van technologie (processturing). Dit toezicht richt zich op het gehele proces, wat vraagt om technisch abstractievermogen. Het werken met digitale interfaces vraagt daarnaast om basale digitale skills.

Vakinhoudelijke kennis blijft belangrijk

In deze context blijven vakinhoudelijke kennis en ervaring belangrijk, voor probleemoplossing, maar ook om klanten bij te staan bij het afstemmen van maatwerk. Materiaalkennis is zelfs weer van toenemend belang bij de productie van kleine series voor specifieke toepassingen.

Meet- en regeltechniek als belangrijker wordende basis voor de metaalektro

Binnen de metaalektro richten de ontwikkelingen zich op een toename van technologie en het integreren van optica, sensoren en software in producten. Dit maakt kennis van meet- en regeltechniek belangrijker dan voorheen. Vakkrachten moeten weten hoe zij optica en sensoren kunnen integreren, afstellen en onderhouden. Dat vraagt ook steeds vaker om de beheersing van een brede diversiteit aan digitale skills, waaronder programmeervaardigheden, en skills met betrekking tot data science en dataveiligheid.

Demografische ontwikkelingen vragen om slim wervingsbeleid

De komende jaren gaan veel technici met pensioen. Het aanbod aan jonge technici is echter te beperkt om deze uitstroom op te vangen. Dat kan leiden tot een blijvend vergrijsd personeelsbestand, dat op zijn beurt jongeren kan afschrikken onderwijs en werk te zoeken in de sector. Dit vraagt om slim wervingsbeleid gericht op doelgroepen die tot nu toe nog niet vaak werkzaam zijn in de sector, zoals vrouwen en mensen met een migratieachtergrond. Het alternatief is toenemende concurrentie op werving, met een afnemende binding tussen werknemer en werkgever, en daardoor minder kans voor skillsontwikkeling.

Nauwere samenwerking tussen bedrijfsleven en beroepsonderwijs gewenst

Het bedrijfsleven ziet dat beroepsonderwijs niet in de pas loopt met de vraag vanuit de beroepspraktijk, qua methodiek, inhoud en techniek. Voor het onderwijs is het vaak niet gemakkelijk nieuw materiaal in te zetten vanwege de hoge kosten van nieuwe machines. Dankzij nieuwe technologieën als digital twins, en VR en AR, is fysieke apparatuur niet altijd meer benodigd, wat kansen biedt voor het kosteneffectief updaten van het onderwijsaanbod.

Dat vraagt wel nog steeds training van docenten die daar vaak geen tijd voor kunnen vrijmaken. Via de inzet van hybride docentschap kan dit kennis- en ervaringstekort eventueel afgevangen worden. Dat vraagt wel om andere vormen en nauwere samenwerking tussen het bedrijfsleven en het beroepsonderwijs dan nu gebruikelijk is. Tegelijkertijd biedt dat ook kansen om de diversiteit aan kennis en kunde uit het bedrijfsleven aan te wenden, en om zo een flexibel, op de toekomst gericht curriculum op te zetten.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De metaal- en metaalektrosector is met ongeveer 400.000 vakmensen een belangrijk en groot onderdeel van de industrie in Nederland. De sector omvat zowel mkb-metaal als de technologische industrie (metalektro)¹ en beslaat onder meer de bedrijfstakken basismetalaal, metaalproductenindustrie, assemblage van machines en apparaten, de transportmiddelenindustrie, vliegtuigbouw en -onderhoud, en scheepsbouw en -reparatie². Het gaat om werkzaamheden als constructie en laswerk, plaatbewerking, oppervlaktebehandeling, maar ook onderhoud en service vallen onder deze sector³ en bedrijven in de carrosserie, metaalbewerking, isolatie, installatietechniek alsook de goud- en zilvernijverheid⁴.

De sector kenmerkt zich door veel en snelle ontwikkelingen en innovaties die zowel voortkomen uit technologische als brede maatschappelijke ontwikkelingen. Deze ontwikkelingen en innovaties hebben grote invloed op hoe het werk er binnen de sector uitziet. Denk aan automatisering, digitalisering en digitale automatisering, robotisering, de 'Internet of things', de verregaande integratie van productieketens, de toename van complexiteit van het werk en het groeiend belang van het volgen van documentatie en protocollen. Daarnaast zijn ontwikkelingen rond noodzakelijke energiebesparing en -verduurzaming, leven lang ontwikkelingen, arbo en heel recent om de Coronacrisis en de mogelijke effecten hiervan van belang.⁵

Bovengenoemde ontwikkelingen vragen om nieuwe vaardigheden en kennis van huidige maar vooral ook van toekomstige werknemers: functies in de sector veranderen snel en dat zal in de toekomst alleen maar sneller gaan. Een groot aantal verschillende beroepsopleidingen zijn erop gericht om de vakmensen van de toekomst op te leiden. Maar daar ligt ook meteen een knelpunt: zowel onder bedrijven als de scholen zelf (en ook bij de partijen binnen de topsector HTSM) leeft een sterke wens om het onderwijs beter aan te laten sluiten op de eisen vanuit de arbeidsmarkt⁶, voor nu, maar vooral ook voor de toekomst. Van groot belang is het (curriculum in het) beroepsonderwijs zo vorm te geven dat het studenten daadwerkelijk voorbereidt op het toekomstige werk in de metaal- en metaalektro sector.

De laatste jaren wordt er al veel onderzoek gedaan naar genoemde ontwikkelingen, de effecten ervan op de arbeidsmarkt en wat dit vraagt aan skills van de medewerkers van de toekomst. Voorbeelden hiervan zijn: World Economic Forum 'Jobs of Tomorrow', PWC 'De toekomst van werk 2030', McKinsey & Company 'Skill shift: automation and the future of workforce', SER 'Effecten van technologisering op de arbeidsmarkt' en WRR 'De robot de baas'. Deze rapporten gaan echter niet specifiek (genoeg) in op de metaal- en metaalektrosector, op de positie van het mbo binnen de beroepsbevolking en/of zijn op een hoog abstractieniveau beschreven (bijvoorbeeld IT-vaardigheden of sociale vaardigheden zonder verdere specificatie). Het gaat vaak om de hele beroepsbevolking.

¹ <https://www.fnv.nl/cao-sector/metaal>

² https://www.eerstekamer.nl/overig/20120705/sectorrapportage_metaal/meta

³ <https://jamesloopbaan.nl/sector/sector-metaal/>

⁴ https://www.loon.nl/loon/Sector_12_Metaal_en_techniek/Juiste_subcategorie_12_Metaal_en_techniek.html

⁵ In paragraaf 1.3 gaan we nader in op deze en andere ontwikkelingen die van invloed zijn op de benodigde skills van werknemers in de metaal- en metaalektrosector.

⁶ Zie o.a. Rijnland advies 'Toekomstverkenning opleidingen metaal en metaalektro: Eindrapport voor FME en Koninklijke Metaalunie'



De onderzoeksresultaten dienen zowel als input voor de herziening van de kwalificatiedossiers als voor landelijke overleggen en regiotafels over curricula in het hbo.

1.3 Visie op het onderzoek

1.3.1 Afbakening en focus van het onderzoek

Dit onderzoek richt zich op de huidige en mogelijke toekomstige (starters)functies die nodig zijn in de sector metaal en metaalektro in de komende vijf tot tien jaar. Omwille van een goede focus gaat het in het onderzoek primair om (toekomstige) functies binnen de vier hoofdrichtingen zoals gepresenteerd in een recent rapport van Rijnland advies⁹, namelijk:

- I. Constructie- en plaatwerk (of productietechniek);
- II. Verspanen (of precisietechnologie);
- III. Mechatronica, incl. service en onderhoud;
- IV. Electrotechniek.

De bovenstaande afbakening doet recht aan de diversiteit binnen de sector zonder de algemene ontwikkelingslijnen hierbinnen uit het oog te verliezen.

Voor de afbakening van de startersfuncties zijn de volgende kwalificatiedossiers als uitgangspunt gehanteerd:

Tabel 1 Mbo-kwalificaties in de metaal en metaalektro met leerlingaantallen

Nr.	Kwalificatiedossier	Kwalificaties	Crebonummer	Leerlingaantallen	
				BOL	BBL
1	Metaalbewerken (23118)	Basislasser	25290	60	69
2		Constructiewerker	25291	318	916
3		Pijpenbewerker	25292	17	4
4		Plaatwerker	25293	3	54
5		Scheepsmetaalbewerker	25295	0	0
6		Allround lasser	25287	29	65
7		Allround constructiewerker	25286	305	1587
8		Allround pijpenbewerker	25288	2	48
9		Allround plaatwerker	25289	1	131
10		Scheepsbouwer	25294	0	26
11		Constructie- en plaattechnoloog	25572	0	55
12	Precisietechniek (23254)	Verspaner	25623	58	152
13		Allround precisieverspaner	25624	38	576
14		Instrumentmaker	25625	12	0
15		Verspaningstechnoloog	25627	6	175
16		Researchinstrumentmaker	25626	409	0
17	Mechatronica (23130)	Monteur elektrotechnische systemen	25341	44	122
18		Monteur mechatronica	25342	239	234
19		Eerste monteur elektrotechnische systemen	25339	48	194
20		Eerste monteur mechatronica	25340	718	1027

⁹ Toekomstverkenning opleidingen metaal en metaalektro. Eindrapport voor FME en Koninklijke Metaalunie (juli 2019). Rijnland Advies.



Nr.	Kwalificatiedossier	Kwalificaties	Crebonummer	Leerlingaantallen	
				BOL	BBL
21	Mechatronische systemen (23131)	Technicus elektrotechnische systemen	25343	3	147
22		Technicus mechatronische systemen	25344	338	519
23	Vliegtuigbouw (23124)	Kunststofbewerker vliegbouw	25317	0	0
24		Plaatwerker vliegtuigbouw	25318	0	0
25		Samenbouw vliegtuigbouw	25319	0	28
26	Vliegtuigonderhoud (23125)	Monteur vliegtuigonderhoud	25322	0	0
27		Constructie repair specialist	25320	2	0
28		Eerste monteur vliegtuigonderhoud	25321	205	0
29		Technicus mechanica	25324	628	1
30		Technicus avionica	25323	257	0
31	Technisch tekenen (23123)	Tekenaar werktuigbouw	25315	3	4
32		Tekenaar constructeur	25312	0	30
33	Middenkader engineering (23119)	Commercieel technicus engineering	25296	159	0
34		Technicus engineering	25297	9197	700
35	Human technology (23113)	Technicus human technology	25265	453	0
36	Werkvoorbereiden/uitvoeren (23058)	Werkvoorbereider fabricage	25122	0	108
37	Service en onderhoud (23122)	Eerste monteur service en onderhoud werktuigbouw	25306	61	279
38		Technicus service en onderhoud werktuigbouw	25310	64	139
39	Maritieme techniek (23239)	Medewerker maritieme techniek	25596	204	18
40		Allround medewerker maritieme techniek	25597	22	23
41		Engineer maritieme techniek	25598	4	4
42	Leidinggeven op basis van vakmanschap (23208/23075)	Technisch leidinggevende	25161, 25529		
43	Dakdekken (23215)	Monteur metalen dakdekken en gevels	25543	0	40
44		Allround dakdekker metaal	25542	0	3
45	Isolatiwerken (23116)	Isolatiemonteur	25278	0	0
46		Opmeter technische isolatie	25279	0	0
47	Voertuigen en Mobiele werktuigen (23109)	Monteur mobiele werktuigen	25246	41	205
48		Allround monteur mobiele werktuigen	25241	257	579
49		Technicus mobiele werktuigen	25247	387	273
50	Entree (23110)*	Assistent installatie- en constructietechniek	25253	921	297

*Vanwege het algemene karakter van de entree-opleidingen is deze kwalificatie in de interviews niet nader aan de orde geweest.



Het was in het kader van dit onderzoek overigens niet mogelijk elke kwalificatie afzonderlijk te belichten. Dat hoeft ook niet, gezien de wensen om tot verbreding van de kwalificaties te komen. Het gaat om de skills die voor deze kwalificaties gezamenlijk in de toekomst relevant zijn. Ook eventuele toekomstige startersfuncties zijn in het onderzoek betrokken. Daartoe zijn ook functies in het onderzoek meegenomen die momenteel door vakkrachten op ad- en hbo-niveau verricht worden.

1.3.2 Operationalisatie van skills

Het onderzoek richt zich op het inschatten en beschrijven van de skills die over vijf tot tien jaar relevant zijn. Er zijn echter diverse definities van skills in de literatuur beschikbaar. Aangezien skills het centrale aspect in dit onderzoek is, is het van belang om helderheid te scheppen over welke definitie we hanteren. Skills, ook wel competenties genoemd, definiëren we als een verzameling van¹⁰:

- **Kennis & ervaring**, ofwel de informatie en het inzicht vanuit ondervinding waarover iemand beschikt;
- **Vaardigheden**, ofwel aan te leren fysieke activiteiten en/of handelingen waar iemand bedreven in is;
- **Houding**, ofwel intrinsieke of aangeboren eigenschappen of kenmerken van een persoon zoals karakter, motivatie, drijfveren of houding.

Om een verdieping op de benodigde skills te maken, onderscheiden we 'brede skills' en 'specialistische skills'. **Brede skills**, de zogenaamde 21^{ste} eeuwse vaardigheden, zijn skills noodzakelijk voor iedere beginnend beroepsbeoefenaar, in dit geval in de metaalektro- en metaalsector, terwijl **specialistische skills** verschillen per specifieke beroepsbeoefenaar binnen die sector. Zo hebben zij allen ict-skills nodig en moeten zij bijvoorbeeld ook beschikken over probleemoplossend vermogen, creatief denken en flexibiliteit. Om een specifiek vak uit te voeren zijn daarnaast echter ook specifieke skills nodig voor de werkzaamheden binnen dat vakgebied, zoals programmeren, frezen, lassen of werken met Excel. In die zin raakt het onderscheid in brede en specialistische skills sterk aan het onderscheid in 'soft' en 'hard' skills, waarbij het eerst veelal gaat om sociale en persoonlijke vaardigheden en het tweede om technische en inhoudelijke kennis, ervaring en vaardigheden.

1.3.3 Van ontwikkelingen op macroniveau naar sector- en functie specifieke skills voor de toekomst

Om tot de skills voor de toekomst van (nieuwe) startersfuncties in de metaal en metaalektro te komen, lag in dit onderzoek de focus op het in kaart brengen van de skills die vanuit de (verwachte) ontwikkelingen voor het werken in de sector van belang zijn.

Het startpunt vormden de hierna genoemde ontwikkelingen op macroniveau invloed hebben op het werken in de metaal en metaalektro sector (mesoniveau). Vanuit hier zijn vervolgens de skills (microniveau) in beeld gebracht die nodig zijn om op de (verwachte) ontwikkelingen in de sector in te kunnen spelen.

¹⁰ Mede op basis van <https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2016/12/Skills-voor-de-toekomst-een-onderzoeksprogramma.pdf>, <https://www.competentiesvoorbeelden.nl/wat-een-competentie> en <https://www.attune.nl/het-verschil-tussen-skills-drijfveren-talenten-en-competenties/>



Automatisering en robotisering

Automatisering houdt in dat menselijke taken in een proces worden gestandaardiseerd, geoptimaliseerd en vervangen door technologie. Robotisering is vergaande automatisering en betekent het inzetten van fysieke machines met 'zintuigen' (sensoren zoals camera's) en 'ledematen' (actuatoren zoals bewegende armen en grijpers) die worden aangestuurd door (mogelijk zelflerende) software. In de metaal- en metaalektrosector vertaalt dit zich bijvoorbeeld naar de inzet van las- en snijrobots of naar cobots c.q. robots in de productielijn. Dit vraagt van medewerkers in de sector dat zij kennis hebben van robotica en weten hoe zij deze kunnen gebruiken in hun handelingen¹¹.

Digitalisering en digitale automatisering zoals Internet-of-Things

Met de komst van elektronische apparaten ontstond een proces om informatie om te zetten van analoge naar digitale vorm. Het maakte het mogelijk om veel meer data op te slaan dan vroeger en bovendien gemakkelijker om verbanden te leggen, informatie te vergelijken en terug te vinden.¹² Inmiddels gaat het met digitale automatisering een stap verder: software wordt in het bedrijfs- en productieproces geïntegreerd en met elkaar verweven. Het gaat hier om een breed cluster digitale technologieën, waaronder Big Data, Smart Industry of Internet-of-Things, artificiële intelligentie (AI), en virtual en augmented reality.¹³ Ook in de metaal- en metaalektrosector zijn dit belangrijke ontwikkelingen, niet in het minst omdat bedrijven die zich bezighouden met het maken en installeren van toepassingen rond Internet-of-things, domotica en andere complexere software-gerelateerde apparatuur meestal onder de metaalektro vallen.¹⁴ Dit vraagt van medewerkers in de sector dat zij over sterke ICT basisvaardigheden beschikken, in staat zijn tot computational thinking¹⁵ en kennis hebben van specifieke digitale technologieën.

Toename in complexiteit van het werk

De vraag naar producten uit de sector metaal en metaalektro verandert snel en sterk. Afnemers vragen om hoogwaardige en complexe producten toegespitst op de eigen vraag. Vanuit deze vraag naar maatwerk neemt de seriegrootte af naar enkelstuks. Tegelijkertijd moeten producten snel en voordelig afgeleverd worden. Dat vraagt om een productieproces dat meteen goed gaat, ondanks het gebrek aan inleereffecten zoals kenmerkend voor grote productieseries. Dit vereist flexibiliteit van de medewerkers op een steeds complexer niveau. Het werk is steeds minder taakgericht en meer procesgericht, en het kunnen schakelen tussen werkzaamheden en/of machines is essentieel.¹⁶

Ontstaan en doorontwikkeling van ketensamenwerkingen

Voortkomend uit de logistieke sector, ontstaan steeds meer ketensamenwerkingen in andere sectoren zoals de overheid, (jeugd)zorg, bouw, maar ook in de sector metaal en metaalektro. Ketensamenwerking betekent slim samenwerken met de schakels (bedrijven) binnen de keten (supply en/of demand chain). Het is een vorm van samenwerking tussen partijen die indirect gezamenlijk verantwoordelijk zijn voor het

¹¹ Robotisering en automatisering op de werkvloer, Rathenau Instituut, 2018.

¹² <https://www.upstream.nl/digitale-transformatie/is-verschil-digitale-transformatie-en-digitaliseren/>

¹³ [https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2018-](https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2018-05/Robotisering%20en%20automatisering%20op%20de%20werkvloer.pdf)

[05/Robotisering%20en%20automatisering%20op%20de%20werkvloer.pdf](https://www.topsectoren.nl/ict) ; <https://www.topsectoren.nl/ict>

¹⁴ <https://www.technischwerken.nl/kennisbank/arbeidsvoorwaarden-kennisbank/wat-is-metaalektro/>

¹⁵ Computational thinking is het procesmatig (her)formuleren van problemen op een zodanige manier dat het mogelijk wordt om met computertechnologie het probleem op te lossen. Het gaat daarbij om een verzameling van denkprocessen waarbij probleemformulering, gegevensorganisatie, -analyse en -representatie worden gebruikt voor het oplossen van problemen met behulp van ICT-technieken en -gereedschappen. Zie SLO, <https://www.slo.nl/vakportalen/vakportaal-digitale-geletterdheid/computational-thinking/> (2020).

¹⁶ <https://www.oom.nl/getmedia/04996c47-9425-4de0-ad62-e41c5c9dcb88/De-metaalmedewerker-van-morgen.pdf>



tot stand komen van een product of project en hiervoor opeenvolgend een deel van het proces uitvoeren. Het gaat zowel om nationale als internationale ketens en hangt daarom samen met globalisering. Binnen de metaal en metaalektro sector betekent het onder andere dat simpel seriewerk c.q. massaproductie steeds vaker wordt uitbesteed en dat er meer wordt samengewerkt met aanverwante sectoren, in Nederland en elders. Op microniveau vraagt deze ontwikkeling van medewerkers dat zij beschikken over sociale en culturele vaardigheden en het ketenproces kunnen overzien.

Toename in belang van documentatie en protocollen

Een andere trend is het toenemend belang van het volgen van documentatie en protocollen en het documenteren van oplossingen. Daarbovenop speelt dat dit in steeds meer bedrijven (uitsluitend) in het Engels gebeurt. In de metaalsector zien we dat steeds meer processen worden gestandaardiseerd, geautomatiseerd en gedigitaliseerd en dat hier internationale protocollen voor worden opgemaakt zodat de sectoren van elkaar kunnen leren. Van medewerkers vraagt dit skills rond kennis van wetten en voorschriften, maar bijvoorbeeld ook (Engelse) schrijfvaardigheid.

Ontwikkelingen rond duurzaamheid

Om de klimaatdoelen te bereiken is een belangrijke rol weggelegd voor bedrijven. Het gaat daarbij om het verminderen van uitstoot naar bodem, lucht en water tijdens het productieproces, om het verminderen van afval en om het besparen en verduurzamen van energie. Als onderdeel van de zware industrie heeft ook de metaal- en metaalektrosector hier sterk mee te maken. Efficiënt gebruik van energie en materialen is voor de sector geen nieuw thema, in zoverre dat verdere besparingen nauwelijks nog te realiseren zijn. De aandacht gaat dan ook vooral uit naar circulariteit, om gebruikte materialen zoveel mogelijk te hergebruiken. Daarmee wordt aftersales ondersteuning steeds belangrijker. Dat vraagt van medewerkers servicegerichte vaardigheden, maar ook inzicht in 'predictive maintenance' waarmee producenten de gebruiksduur van hun producten proberen te verlengen. Anderzijds maakt dit ook end-of-life afhandeling belangrijker. Waar dit lokaal wordt afgehandeld, is kunde in demontage belangrijk. Vaak zal dit echter ook vaak in samenwerking en cocreatie met andere bedrijven plaatsvinden. Op het niveau van medewerkers vergt dit skills in creatief denken en samenwerkend vermogen.

Toenemend belang van leven lang ontwikkelen

Mede door bovengenoemde ontwikkelingen wordt de arbeidsmarkt steeds dynamischer: banen verdwijnen, nieuwe banen ontstaan, arbeidsrelaties worden korter en de pensioengerechtigde leeftijd hoger. Daardoor wordt het plausibeler dat werknemers één of meer keren gedurende hun arbeidzaam leven van soort baan moeten veranderen. En als ze al dezelfde baan houden, dan gaat de inhoud daarvan waarschijnlijk over de jaren heen flink veranderen. Dit vraagt om wendbaarheid en flexibiliteit van werknemers en organisaties en om het continu op peil houden van skills, oftewel leven lang ontwikkelen.¹⁷ Dit speelt ook zeker in de metaal- en metaalektrosector waar dan ook relatief veel van O&O-fondsen gebruik wordt gemaakt om scholingstrajecten aan te bieden¹⁸ en in 2018 met subsidie van A+O Metalektro vijf modules zijn ontwikkeld en NLQF ingeschaald¹⁹. Met ondersteuning van OOM worden jaarlijks al 30.000 medewerkers in mkb-metaal geschoold en met ondersteuning van A+O 15.000 medewerkers in de metaalektro. De uitgaven aan scholing en opleiding zijn

¹⁷

https://www.tweedekamer.nl/sites/default/files/atoms/files/panteia_c12300_eindrapport_belemmeringen_leven_lang_ontwikkelen_def_002.pdf

¹⁸ <https://www.beteronderwijsnederland.nl/vakwerk/2017/02/een-leven-lang-leren/>

¹⁹ <https://epale.ec.europa.eu/nl/content/leven-lang-ontwikkelen-de-metaalektro-met-behulp-van-opleidingen-ingeschaald-nlqf>



hoog (30 miljoen euro vanuit A+O Metalektro, 30 miljoen euro vanuit OOM, en 60 miljoen euro vanuit cofinanciering). Op sectorniveau en bedrijfsniveau spelen bovendien ontwikkelingen om trainingen te ontwerpen, simulatieomgevingen in te richten, te participeren in het onderwijsstelsel en om training-on-the-job te verbeteren. Het vraagt van medewerkers in de sector skills in de vorm van leermotivatie, cognitief vermogen, mediawijsheid, ICT- en informatievaardigheden.

Ontwikkelingen op het gebied van Arbo

De hierboven genoemde en andere maatschappelijke ontwikkelingen brengen ook op het gebied van Arbo veranderingen teweeg in de metaal en metalektrosector. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de opkomst van zogenaamde 'New Emerging Risks of Chemicals' (NERCs)²⁰ die ontstaan door technologische ontwikkelingen zoals het industrieel gebruik van 3D-printers. Daarnaast zijn er ook nieuwe inzichten in bestaande stoffen of processen zoals ATEX (2016)²¹ en lasrook (2019)²² die ertoe leiden dat richtlijnen op het gebied van arbo (moeten) worden aangepast. De wet- en regelgeving omtrent de arbeidsomstandigheden is echter voornamelijk reactief van aard; er worden pas nieuwe richtlijnen opgesteld, wanneer een bepaald product, stof of proces in gebruik is. Werkgevers en werknemers uit de metaal en metalektro sector moeten daarom steeds al voordat wet- en regelgeving tot stand komt, in staat zijn om nieuwe inzichten en informatie tot zich te nemen en zich bewust te zijn van de potentiële (nieuwe) risico's die er spelen op de werkvloer. Veiligheid, ethisch en integer handelen worden dan ook belangrijk gevonden.

1.4 Onderzoeksvragen

Vanuit de doelstelling en de visie op het onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd.

Van macro naar (toekomstige) sectorspecifieke ontwikkelingen

1. Welke ontwikkelingen op macroniveau gaan in de komende vijf tot tien jaar een belangrijke rol spelen in de metaal en metalektro sector?
2. Op welke manier gaan deze ontwikkelingen een rol spelen in de metaal en metalektro sector? En hoe verschilt dit per hoofdrichting (constructiewerk en plaatwerk, verspanen, mechatronica en elektrotechniek)?

Van sector- naar functie-specifieke ontwikkelingen in skills

3. In hoeverre vereisen de (toekomstige) sectorspecifieke ontwikkelingen andere of aanpassingen in de huidige benodigde skills voor startersfuncties *per hoofdrichting*? Uitgesplitst naar:
 - a. brede en specialistische skills;
 - b. Opleidingsniveaus (mbo-niveau 2, 3, 4, Ad of hbo)
 - c. (waar mogelijk) specifieke functies.
4. In hoeverre is de verwachting dat er vanwege toekomstige ontwikkelingen binnen deze sector 'nieuwe' functies gaan ontstaan? En welke skills zijn hiervoor nodig?

²⁰ <https://www.rivm.nl/publicaties/progress-report-on-new-or-emerging-risks-of-chemicals-nercs> New or Emerging Risks of Chemicals (NERCs) zijn nieuwe risico's van stoffen. Voor zowel bestaande als nieuwe stoffen geldt dat een screening vooraf nooit alle mogelijke schadelijke effecten kan onderkennen. Daarom doet het RIVM onderzoek naar methoden om dergelijke nieuwe risico's van stoffen op te sporen, zodat tijdig maatregelen kunnen worden genomen. Interessant is ook een artikel dat stelt dat, in ieder geval bij Amazon, robotisering juist zorgt voor meer bedrijfsongevallen: <https://revealnews.org/article/how-amazon-hid-its-safety-crisis/>

²¹ <https://www.atexcertificaat.nl/wat-is-atex/atex-richtlijnen/>

²² <https://www.veenendaalbv.nl/nieuws/nieuwe-bewijzen-lasrook-kan-longkanker-veroorzaken/>



1.5 De coronacrisis en dit onderzoek

Tijdens de voorbereiding door FME en Koninklijke Metaalunie van dit onderzoek vond het coronavirus zijn weg naar Nederland. Deze crisis is om verschillende redenen relevant voor dit onderzoek:

1. De economie en daarbinnen ook de sector metaal/metalektro krijgt een forse klap te verduren. Dit kan niet alleen invloed hebben op de mate waarin bedrijven zich ontwikkelen maar ook op de ontwikkeling van gevraagde skills en noodzaak van een leven lang ontwikkelen.
2. Bedrijven hebben een minder goed zicht op hoe hun productie en daarmee ook de gevraagde skills zich gaan ontwikkelen. De bedrijven waarbij in de eerste fase van het onderzoek een diepte-interview is afgenomen hadden daar vaak wel een visie op: vanuit hun innovatieve positie keken ze vaak min of meer "over de crisis heen". Voor de rank and file van de bedrijven zijn de gevolgen van de coronacrisis vaak minder goed te overzien, zeker nu het virus voor de tweede keer toeslaat. Dit blijkt ook uit de peilingen van de brancheorganisaties.
3. Het virus beïnvloedt mogelijk ook de deelname aan het onderzoek. Sowiezo hebben bedrijven vaak al een zekere weerstand aan interviews en enquêtes deel te nemen en door de crisis hebben ze vaak ook veel zaken tegelijk aan het hoofd die van belang zijn voor het voortbestaan van het bedrijf. Tijdens de benadering van bedrijven voor de interviews hebben we hier wel iets van gemerkt, maar de meeste benaderde innovatieve bedrijven namen graag deel aan het onderzoek. Verklaring is mogelijk dat het onderwerp hun bedrijfsvoering direct raakt. De respons op de enquête valt tegen. Dit lijkt niet alleen te komen door de crisis zelf, maar ook doordat ze vanwege de crisis vaker voor onderzoek worden benaderd: men wil vanuit verschillende gremia graag de vinger aan de pols houden en dat kan vaak alleen maar door de bedrijven te vragen hoe het ermee staat. Vervolgens zitten bedrijven vaak niet te wachten op nog een enquête.

De stand van zaken rond de crisis

De crisis en de lockdown maatregelen hebben flinke impact op het hele bedrijfsleven, zo ook op de maakindustrie en metaalsector. De impact lijkt het grootst onder bedrijven waar mensen een belangrijke schakel in het bedrijfsproces vormen. Fabrikanten die in het verleden investeerden in (collaboratieve) robots, blijken beter in staat de productie gedurende de coronacrisis voort te zetten doordat zij autonomer kunnen opereren. De verwachting is dan ook dat organisaties zich genoodzaakt zien om te investeren in automatisering, digitalisering en logistieke processen zoals capaciteitsplanning en (internationale) leveranciersketen. De industrie kijkt naar een intelligente doorstart bestaande uit flexibiliteit in waardeketens en het investeren in digitale innovaties en sleuteltechnologieën om ook na de crisis een goede marktpositie te kunnen behouden. Ook zijn er ontwikkelingen zichtbaar van bedrijven die zich door het stilvallen van de normale productie gaan richten op nieuwe producten en markten en wordt een toename in circulariteit verwacht. Dit vraagt in de eerste plaats van werknemers in de sector kennis en vaardigheden in het werken met robots en cobots, probleemoplossend



denken alsook creatief denken en kan leiden tot het ontstaan van heel nieuwe functies.

De Nederlandse economie heeft met een krimp van 8,5% (CBS) een forse klap gekregen. Die afname van het BBP is echter minder groot dan in de meeste andere landen en bovendien was het CPB tot voor kort nog steeds redelijk positief over de omvang van de recessie en de mate van herstel in Nederland. In de Macro-Economische Verkenningen (MEV) 2021 verwachtte het CPB in het meest waarschijnlijke scenario een krimp van het BBP van 5% en een groei van 3,5% in 2021. Scenarioberekeningen van Panteia met het eigen PRISMA-model laten zien dat in dit scenario de krimp voor de sector metaalindustrie waarschijnlijk wel wat groter wordt en het herstel iets trager, maar dat in 2025 de toegevoegde waarde van de sector weer vergelijkbaar zal zijn met die in 2019.²³

Nu er sprake is van een tweede golf is herstel al in 2021 onwaarschijnlijker. Bij de tweede dip zijn het wederom dezelfde sectoren met direct persoonlijk contact die hard geraakt worden: de horeca, reisbranche en de luchtvaart. Door het langdurige karakter van dit scenario neemt vervolgens de onzekerheid toe. Meer bedrijven stellen investeringen langer uit of zelfs af en consumenten doen heroverwegen grotere aankopen zoals auto's. De industrie krijgt in dat geval met een langdurige omzetterugval te maken houden die tot in 2021 aanhoudt en daaropvolgend een trager herstel. Voor de maakindustrie is het effect hiervan het grootst. Het CPB raamt in de MEV 2021 dat bij een tweede golf van corona er in 2021 geen herstel optreedt maar sprake is van een verdere krimp van het BBP met 3%. Dit hangt wel samen met de mate van lockdown waarvan sprake is. Vooralsnog schatten de meeste experts de consequenties van de tweede golf corona voor de economie minder zwaar in dan het genoemde CPB-scenario van 5% (2020) plus 3% (2021) krimp.

Aan het begin van de uitbraak lagen grote internationaal opererende bedrijven (en hun toeleveranciers) stil (vanwege vraaguitval en minder aanvoer van grondstoffen en materialen). Na een aantal maanden zijn de bedrijven steeds vaker weer aan het opstarten. Het beeld is divers, maar in mei/juni hadden in de industrie de meeste bedrijven (inmiddels) voldoende werk voor het vaste personeel.²⁴ De transportmiddelenindustrie was daarbij een negatieve uitzondering.²⁵ Anderzijds blijft de impact voor de hightech industrie naar verhouding beperkt. Oorspronkelijke geluiden dat de orderboeken voor de tweede helft van het jaar leeg zouden lopen, blijken volgens het Instituut NEVI inmiddels ook mee te vallen.²⁶ Ook de leden van de Koninklijke Metaalunie meldde begin september 2020 dat de omzetsdaling in het derde kwartaal minder groot was dan eerder verwacht.²⁷ Daarna liep het aantal besmettingen echter weer op. Van de leden van de FME verwachtte in september 2020 echter 80% in 2021 een verdere terugval van de omzet.²⁸ Het terugtrekken van BMW uit Nedcar betekent verder dat Nedcar inclusief haar toeleveranciers de komende periode naar andere klanten moeten zoeken.

²³ Panteia (2020), Bijlagen bij: Scenario's voor de ontwikkeling van de arbeidsmarkt in Zuid-Nederland, juni 2020. Deze berekeningen zijn gemaakt op basis van scenario 2 van de CPB-scenario's van eind maart 2020. Dit scenario heeft veel overeenkomsten met het basisscenario van de MEV 2021.

²⁴ UWV (2020). Inventarisatie van acute personeelstekorten en -overschotten. Arbeidsmarkteffecten coronacrisis Update 6 mei 2020 en

<https://www.werk.nl/arbeidsmarktinformatie/images/acute-personeelstekorten-en-overschotten-26-juni.pdf>.

²⁵ Maar bijvoorbeeld DAF heeft de productie van trucks inmiddels ook weer bijna op het oude niveau liggen.

²⁶ <https://www.ing.nl/zakelijk/kennis-over-de-economie/uw-sector/industrie/nowcast-corona-effect-op-industry.html>. Voor meer cijfers tot juli 2020 zie ook: Panteia, Sectoranalyses corona-effecten.

²⁷ <https://metaalunie.nl/Details/2020/09/11/Minder-sterke-omzetsdaling-derde-kwartaal>. In een onderzoek van de Koninklijke Metaalunie in het voorjaar van 2020 kwam naar voren dat 85% van de aangesloten bedrijven direct problemen ondervond door de coronacrisis waaronder een sterke omzetsdaling.

²⁸ <https://www.fme.nl/infographic-met-belangrijkste-resultaten-covid-19-enquete>.



1.6 Onderzoeksaanpak

Voor het onderzoek zijn diverse onderzoeksactiviteiten ondernomen:

1. Er is een analyse uitgevoerd van rapporten en documenten met informatie over skills in de sector. De literatuurlijst is opgenomen in Bijlage 4.
2. Met behulp van de vacaturespider Jobfeed is een eerste inventarisatie gemaakt van de vraag naar skills in vacatures aansluitend op de starterfuncties. Daarbij is expliciet gekeken naar welke skills sinds 2017 belangrijker zijn geworden, en welke niet;²⁹
3. Op basis van de bekende macro-ontwikkelingen, en aan de hand van de uitkomsten uit de vacature-analyse is een interviewleidraad ontwikkeld. Hiermee zijn expertinterviews afgenomen met 19 (middel)grote innovatieve bedrijven binnen de sector, en met 4 innovatie-experts werkzaam bij de FME en de Koninklijke Metaalunie. De uitkomsten uit de interviews zijn in een integrale analyse verwerkt tot een tussenrapport;
4. Er is een enquête gehouden onder leden-bedrijven van de FME en de Koninklijke Metaalunie. De vragenlijst richtte zich op het belang van de uit de expertinterviews voortkomende skills en de mate waarin die skills de komende vijf tot tien jaar belangrijker of juist minder belangrijk gaan worden.
5. De uitkomsten van de enquête zijn verwerkt in het tussenrapport. Dit resulteert in het voorliggende eindrapport.

Ad 2: Skillsanalyse van vacatures binnen de sector

Om de expertinterviews nader te richten op daadwerkelijke ontwikkelingen wat betreft de skills van werknemers, is op basis van door de vacaturespider Jobfeed verzamelde data uit online vacatures voor werknemers op de werkvloer in de sector, een analyse van gevraagde skills uitgevoerd. Hiervan zijn in bijlage 2 de voornaamste conclusies opgenomen. Deze conclusies zijn, voor het domein van het betreffende bedrijf, gedurende de gesprekken steeds voorgelegd aan de gesprekspartners.³⁰

Ad 3: Expertinterviews met innovatieve bedrijven

De derde fase van het onderzoek bestond uit expertinterviews met vertegenwoordigers door de werkgeversorganisaties aangedragen bedrijven die al een aantal stappen hebben gezet op het gebied van het innoveren vande organisatie. Het gaat vooral om middelgrote bedrijven; de grootste bedrijven zijn meestal minder goed als representatief voor de sector te beschouwen, maar kunnen wel goed de vooruitblik geven. In totaal zijn 19 interviews gehouden. Daarenboven zijn gesprekken gevoerd met vier innovatie-experts, twee van de FME en twee van de Koninklijke Metaalunie. In de interviews met de bedrijven ging, na een korte blik op de meeste relevante ontwikkelingen voor de sector en de betreffende bedrijven, de aandacht vooral uit naar de mate waarin skills op de werkvloer meer of juist minder belangrijk worden.

De uitkomsten van deze fase vormen de basis voor de vragenlijst van een enquête onder leden-bedrijven van FME en Koninklijke Metaalunie die in september 2020 zal plaatsvinden. In het kader van deze enquête wordt bedrijven een groot aantal skills

²⁹ Om contractuele redenen zijn alleen de voornaamste conclusies van deze skillsanalyse opgenomen in Bijlage 2.

³⁰ Daarbij is ervan uitgegaan dat de skillsanalyse niet rechtstreeks zou aansluiten bij de ontwikkelingen bij de geïnterviewde bedrijven en dit bleek ook het geval. Dit houdt verband met het specifieke "koploper"-karakter van de betreffende bedrijven. De skillsanalyse had immers betrekking op alle vacatures in de sector, niet alleen die van de meer innovatieve bedrijven. De skillsanalyse betrof natuurlijk ook het recente verleden, terwijl bij de geïnterviewde bedrijven is gevraagd naar ontwikkelingen in de (nabije) toekomst.



voorgelegd me de vraag of die van belang zijn binnen het bedrijf en of ze belangrijke dan wel juist minder belangrijk worden.

ad 4: Enquête onder een bredere groep bedrijven

Er is een online enquête uitgevoerd onder de ondernemingen die lid zijn van de FME of de Koninklijke Metaalunie. Daartoe heeft Panteia een vragenlijst opgesteld (zie bijlage 5) en geprogrammeerd. Vervolgens zijn de vragenlijst uitgezet door de werkgeversorganisaties. Die hebben ook na ruim een week een rappel gestuurd. De respons op de enquête is afkomstig uit 87 bedrijven in de metaal en metaalektro. Doordat een aantal bedrijven zijn aangesloten bij meer dan één van de vier hoofdrichtingen hebben we in totaal 98 sets van antwoorden voor de verschillende domeinen.

De vraagstelling richtte zich op het belang van een groot aantal skills op dit moment en op de mate waarin dat belang de komende vijf tot tien zal toenemen, gelijk zal blijven of zal afnemen. Vervolgens is per skill nagegaan voor welke groep medewerkers deze vooral van belang is.

De enquête is uitgevoerd op basis van een voorgeprogrammeerde vragenlijst waarbij eerst de algemene skills (technische skills, algemeen skills, soft skills, digitale skills en skills voor het gebruik van nieuwe technologieën) zijn uitgevraagd en vervolgens de relevante skills per domein (constructiewerk en plaatwerk, verspanen, mechatronica en elektrotechniek). Meer exact ging het om de volgende skills:

Tabel 2: Lijst van vijf sets of skills

Technische skills	Algemene skills	Soft skills	Digitale skills	Skills voor gebruik van nieuwe technologieën
3d voorstellingsvermogen	Co-engineering	Duurzaam gedrag	Kennis van wat mogelijk is met robotica	3d printing
Rekenen en wiskunde	Nederlandse Taal	Brede Inzetbaarheid	Procesbeheersing/ -controle	3d metal printing
Technische tekeningen aanpassen	Engelse taal	Duurzaam gedrag	Programmeren (algemeen)	Artificial Intelligence
Technische tekeningen maken	Andere vreemde talen	Brede Inzetbaarheid	Programmeren van fabricage-instructies	VR
Technische tekeningen lezen	Rapportage	Duurzaam gedrag	Sturingstechniek	Digital twinning
Tekstbegrip	Veiligheidsbewustzijn	Brede inzetbaarheid	Ladderdiagram kunnen lezen	Augmented reality
	Ergonomie	Duurzaam gedrag	Werken met digitale tekeningen/metingen i.p.v. papieren tekeningen/metingen	

Tabel 3: Set van vakinhoudelijke skills per domein



Constructiewerk en plaatwerk,	Verspanen	Mechatronica	Elektrotechniek
Basis metaalbewerking algemeen	Basis metaalbewerking algemeen	Data science vaardigheden	Data science vaardigheden
Vijlen	Vijlen	Integratie van systemen	Integratie van systemen
Boren	Boren	Kennis van accu's	Hoogspanning
Tappen	Tappen	Meet- en regeltechniek	Kennis van accu's
Kanten	Kanten	Werking van sensoren	Laagspanning
Basismontage	Basis montage	Reparatie	Meet- en regeltechniek
Materiaalkennis	Basis verspanen	Optica	Netwerktechniek
Basis lastechniek	Materiaalkennis		Werking van sensoren
Specifieke lastechnieken	Precisietechniek		
Basis spuittechniek			
Hydrauliek			
Pneumatiek			
Opspantechniek			
Kennis van lijmverbindingen			

Er zijn drie soorten achtergrondkenmerken gevraagd: het opleidingsniveau waarvoor belang en ontwikkeling van skills geldig was, de mate waarin grootte van de bedrijf (0-10, 10-50, 50-500 en 500+ werknemers, in het rapport weergegeven met de termen in micro, klein, middelgroot, groot) verschil maakte en de mate waarin het aandeel medewerkers met een bepaalde leeftijd (het aandeel medewerkers jonger dan 30 en ouder dan 55 jaar).

1.7 Leeswijzer

Het rapport kent zes hoofdstukken:

- **De hoofdstukken 2 tot en met 5** richten zich elk op één van de domeinen binnen de sector metaal en metaalektro, en bieden voor elk domein een uitzetting van de belangrijkste ontwikkelingen en de gevolgen daarvan voor de vraag naar skills;
- **Hoofdstuk 6** biedt een overzicht van de belangrijkste knelpunten op de arbeidsmarkt en in het onderwijs in het aanbod van vakkrachten met skills voor de toekomst;
- In **hoofdstuk 7** volgen de conclusies die zijn te trekken uit het onderzoek.



2 Constructie- en plaatwerk

Het domein 'constructie- en plaatwerk' kenmerkt zich door de bewerking van groot metaal. Het betreft arbeidsintensief werk georganiseerd rondom specialistische handelingen. De aard van het werk verandert, door de beschikbaarheid van nieuwe technologieën, maar ook door veranderende marktomstandigheden. Dit hoofdstuk zet uiteen wat de belangrijkste ontwikkelingen zijn op het gebied van constructie- en plaatwerk, en hoe dit zich verhoudt tot de vraag naar skills.

2.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen

Op het gebied van constructie- en plaatwerk doen zich verschillende ontwikkelingen voor:

Coronacrisis

De coronacrisis leidt bij de geïnterviewde bedrijven voornamelijk vooral tot kortstondige bedrijfseconomische consequenties.³¹ Meest in het oog springend zijn de verstoringen in buitenlandse aan- en afvoer. Deze lijnen zijn inmiddels echter alweer hersteld. De lessen die de sector uit de coronacrisis trekt zijn dan ook beperkt. Sommige bedrijven zien in de coronacrisis een voorzichtige impuls tot lokale aan- en afvoer. Andere bedrijven zien het als impuls tot verdere digitalisering met als doel om minder afhankelijk te worden van menselijke arbeidskrachten. Dit beperkt zich echter tot een aantal bedrijven: veel aan- en afvoer vindt al lokaal plaats, en de gemiddelde werkplek in de sector is al coronaproof.

Energietransitie en circulaire economie

Waar de energietransitie een groot thema is in het maatschappelijk debat, krijgt dit maar beperkt aandacht binnen het domein 'constructie- en plaatwerk'. Energie-efficiëntie geldt vooral als bijvangst. Het is dan ook geen grote aanjager van veranderingen in het productieproces. Eerder geldt het omgekeerde: dat energie-efficiëntie volgt uit de toepassing van innovatieve technologieën met andere doeleinden. Verdere inspanningen om energiezuiniger te worden, worden verder overgelaten aan de energieleveranciers.

Ook wat betreft het gebruik van materialen vinden nauwelijks veranderingen plaats. Zuinig materiaalgebruik geldt als voorwaarde van een rendabel productieproces. De branche is dan ook gewend om zuinig om te gaan met materialen. Materialen die hergebruikt kunnen worden, worden dat in de praktijk dan ook al vaak. Net als in het geval van de energietransitie, hebben ontwikkelingen rondom de circulaire economie voornamelijk maar een beperkte impact op de inrichting van productieprocessen.

Automatisering en digitalisering

De meeste ontwikkelingen die men in de sector ziet en voorziet, hebben betrekking op automatisering en digitalisering. Dit is ingegeven door de wens het productieproces te optimaliseren. Dat vraagt vooral om verdere digitalisering; veel productiehandelingen zijn immers al geautomatiseerd. De volgende stap is om deze handelingen nu aaneen te schakelen. Dat vereist dat apparaten met elkaar leren 'praten', door de output van het ene apparaat als input voor het andere apparaat te gebruiken. Daartoe worden

³¹ Negatieve uitzondering kan het terugtrekken van BMW uit Nedcar zijn (als er geen nieuwe afnemer wordt gevonden). Dit heeft ook gevolgen voor een groot aantal toeleverende bedrijven.



machines steeds vaker voorzien van sensoren gekoppeld aan een centraal informatieverzamelingssysteem, die vervolgens de communicatie tussen de machines onderling afhandelt. Het gevolg is dat productieprocessen in zijn geheel geautomatiseerd worden. Het eindstreven daarbij is een fabriek zonder licht, een fabriek die slechts onder het toezicht van enkele operators in een centrale controlekamer de productie afhandelt.

Voor de koploperbedrijven in de sector is dit al een realiteit. Voor andere bedrijven is dit nog een toekomstbeeld, maar wel een plaatje waar zij naartoe werken. Sectorbreed wordt er gewerkt aan het inventariseren van de bestaande informatiestromen. Daarmee wordt, als tussenstap naar de fabriek zonder licht, steeds vaker gewerkt in een papierloze fabriek. Het gevolg is dat het uitlezen van informatie en het bijsturen van machines in toenemende verloop via dashboards op beeldschermen.

Maar ook voor de koploperbedrijven liggen nog ontwikkelingen in het verschiet. De beschikbare informatiestromen maken veel meer mogelijk dan enkel de fabriek zonder licht. Ook de aaneenschakeling van toeleverancier aan afnemer kan geautomatiseerd worden, mede ook vanuit de vraag van klanten om grotere logistieke efficiëntie. Soortgelijk kunnen machines dankzij AI zelf aangeven wanneer zij toe zijn aan onderhoud. Al met al ligt daarmee een verdere integratie van processen in het verschiet, waarbij de mens in toenemende mate niet meer de productie uitvoert, maar een controlefunctie inneemt.

Globalisering

Wat betreft globalisering doen zich geen grote ontwikkelingen voor. De wereldmarkt is en blijft belangrijk. Wel is er (ook al wat langer) een beperkt groeiende behoefte aan *reshoring*, het terughalen van productie naar Nederland. Dit is echter vooral ingegeven door de voortschrijdende automatisering en digitalisering, die het mogelijk maken om te concurreren met lagelonenlanden. Ook *insourcing*, het werven van vakkrachten uit het buitenland, is een thema dankzij de blijvende tekorten aan technische vakkrachten. De ontwikkelingen rondom globalisering worden dus vooral ingegeven door lokale ontwikkelingen.

Veranderende vraag van klanten

De vraag van klanten verandert. In toenemende mate vragen zij om meer maatwerk. Dat vraagt erom om klanten al vroeg in het productieproces te betrekken, vaak al in de ontwerpfase. De hogere kwaliteitseisen die klanten stellen, vereisen vervolgens ook dat die klanten meegenomen worden in het gehele proces. Het gevolg is dat productieprocessen complexer en meer divers worden, ten koste van afnemende productievolumes. De winst uit schaalvoordeel verdwijnt daarmee. Deze dient nu gehaald te worden uit de minimalisatie van productiebuffers. Daarmee zet de veranderende vraag van klanten aan tot verdere digitalisering, als middel om de klant mee te nemen in te het productieproces, maar ook om het productieproces flexibeler te maken.

Nieuwe technologieën

Het beeld wat betreft de inzet van nieuwe technologieën is diffuus. Vooral *3d printing* is een technologie die de nodige aandacht krijgt. Een duidelijke business case voor de inzet van deze technologie ontbreekt echter nog. De printtijden blijken vaak nog te lang om in te spelen op productielijnen in het constructie- en plaatwerk. Veel toepassingen van deze technologie blijven dan ook beperkt tot prototyping. De



verwachting is vaak dan ook dat deze technologie pas op een zeer lange termijn, van 20 à 25 jaar, echt relevant wordt.

Virtual Reality (VR) en Augmented Reality (AR) zijn twee andere technologieën waar met enige verwachting naar gekeken wordt. De verwachting is vooral dat deze technologieën een ondersteunende rol gaan spelen, alhoewel de precieze invulling daarvan nog onbekend is. Net als *3d printing* gelden VR en AR als experimenteel.

2.2 Skills voor de toekomst

Als gevolg van de bovengenoemde ontwikkelingen, en vooral de voortschrijdende digitalisering en de veranderende vraag van klanten, verandert de vraag naar skills van constructie- en plaatwerkers. Dit betreft vooral een aanvulling, met een blijvende vraag naar vakinhoudelijke basiskennis en –ervaring, naast een groeiende vraag naar algemene technische en digitale skills.

Vakinhoudelijke skills

De vraag naar vakinhoudelijke skills binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' is de afgelopen jaren weinig veranderd. Een werkbank van nu biedt misschien wel meer mogelijkheden dan voorheen, maar in essentie is het werk hetzelfde gebleven. Een uitzondering hierop vormen de specialistische handelingen die geautomatiseerd konden worden. Deze worden nu verricht door machines. Dat betekent echter niet dat vakmensen geen ervaring met deze verrichtingen meer nodig hebben. Machines zijn niet perfect en kunnen fouten maken. Het is in dat geval aan mensen om te duiden wat er precies fout gaat. Dat vraagt om vakinhoudelijke kennis en ervaring, dezelfde als in de jaren hiervoor.

De respondenten van de enquête bevestigen dit beeld. De responderende bedrijven zien ook geen grote verandering van de vraag naar vakinhoudelijke skills. Momenteel (zeer) relevante skills (basis metaalbewerking, vijlen, boren, tappen, kanten, basis montage, materiaal, las- en spuittechnieken) blijven in de toekomst nog steeds relevant.

Andere vakinhoudelijke skills die nu een lage relevantie hebben (hydrauliek, pneumatiek en kennis van lijmverbindingen) zullen volgens de enquête in de toekomst wat belangrijker worden, vooral bij bedrijven met veel oudere werknemers en voor medewerkers met een Mbo3.

Technische skills

Binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' groeit de vraag naar breed inzetbare vakmensen. Op de eerste plaats is dit ingegeven door het beperkte aanbod aan vakspecialisten op de arbeidsmarkt. Als zij er al zijn dan hebben ze vaak net niet die specifieke skills waar wervende bedrijven naar op zoek zijn. Dat betekent dat werkgevers zich vaak geroepen voelen om nieuwe werknemers bij te scholen. Hoe meer een werknemer al kennis van zaken heeft, des te beter. In de praktijk blijkt echter dat ook andere vakkrachten met technische basiskennis ("zij-instromers") zich een nieuw specialisme eigen kunnen maken. Dat heeft tevens als voordeel dat zij vaak in meerdere specialismen ingezet kunnen worden.

Tegelijkertijd verandert ook de aard van het werk. Steeds meer aspecten van het werk worden (deels) geautomatiseerd. Om de voortgang in de productie te duiden is het nodig dat vakmensen de abstracte informatie uit geautomatiseerde systemen kunnen



interpreteren. Ook raken klanten steeds nauwer betrokken bij het productieproces. Dat vraagt van vakmensen dat zij kunnen uitzoomen vanaf hun specialisme om het gesprek aan te gaan met klanten, opnieuw op een hoger abstractieniveau. Daarmee wordt het steeds belangrijker om technische basiskennis en –vaardigheden te beheersen.

De hoge relevantie van abstractievermogen (3d voorstellingsvermogen en rekenen en wiskunde) en van de technische basiskennis en vaardigheden (het lezen van technische tekeningen) wordt ook in de enquête bevestigd. De relevantie van rekenen en wiskunde zal in de toekomst constant blijven (dit geldt vooral voor grote bedrijven), terwijl de relevantie van 3d voorstellingsvermogen zal groeien (vooral voor micro- en grote bedrijven). Het lezen van technische tekeningen zal belangrijk blijven, terwijl het kunnen maken en aanpassen van tekeningen in de toekomst belangrijker wordt. Dit speelt vooral voor hoger opgeleide werknemers (Mbo3, Mbo4/Mbo-plus/ad) en bij kleinere bedrijven.

Respondenten van de enquête voegen ook andere skills toe. Tekstbegrip en storing zoeken zijn momenteel heel belangrijk en de vraag hiernaar zal enige mate groeien, vooral voor kleine en microbedrijven en voor bedrijven met een hoog aandeel van ouderen.

Algemene skills

Een brede basis beperkt zich niet tot technische skills. Een succesvol productieproces is afhankelijk van verschillende randvoorwaarden: veiligheid, ergonomie, en spaarzaam /duurzaam gebruik van materialen. Maar ook het vermogen om te kunnen communiceren, zowel mondeling als schriftelijk, en zowel in het Nederlandse als het Engels, is een belangrijke randvoorwaarde. Het domein 'constructie- en plaatwerk' vormt hier geen uitzondering op.

De resultaten van de enquête laten een vergelijkbaar beeld zien. Wel is er sprake van opmerkelijke verschillen tussen bedrijven met een verschillende grootte en met verschillende demografische kenmerken. De vraag naar communicatieve skills, zowel mondeling als schriftelijk en zowel in het Nederland als in Engels zal groter worden. Dit geldt vooral voor grote bedrijven en bedrijven met een hoger aandeel oudere werknemers. De vraag naar de beheersing van andere vreemde talen blijft laag, ook in de toekomst.

De enquête bevestigt ook de (huidige en toekomstige) relevantie van veiligheid, ergonomie, duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid, vooral voor bedrijven met een hoger aandeel ouderen. Veiligheidsbewustheid en ergonomie worden vooral belangrijk voor klein- en middelgrote bedrijven, terwijl duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid worden belangrijker in middelgrote en grote bedrijven.

Een type algemene skill dat in de toekomst belangrijker zal worden, is co-engineering. Op dit moment is co-engineering nu relevant voor de helft van de responderende bedrijven, maar verwacht wordt dat het belang ervan in de toekomst zal groeien.

De relevantie van algemene skills groeit naar verwachting voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Uitzondering zijn co-engineering en rapportage skills: die worden vooral belangrijker voor werknemers vanaf niveau Mbo3 en Mbo4.



Soft skills

De veranderende vraag naar skills in de sector is mede ingegeven door een vraag naar flexibiliteit. Dat is deels een kwestie van competentie, het vaktechnische vermogen om te voldoen aan deze vraag. Maar even belangrijk is houding. Als iemand niet gemotiveerd is om ander werk te verrichten dan wat diegene al doet, dan zal daar ook weinig van terecht komen. Werkgevers in de sector vragen dan ook in toenemende mate om flexibele, leergierige en veranderingsgezinde vakmensen.

Daarnaast geldt binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' dat de heroriëntatie van het werk naar procesniveau vraagt om communicatief vaardige vakkrachten. Zij kunnen zich niet langer beperken tot hun eigen specialisme, maar moeten in gesprek met collega's om ervoor te zorgen dat het proces als geheel doorgang vindt. Dat vraagt ook om pro-activiteit, zelfstandigheid en kunnen en willen samenwerken met collega's. Communicatie is immers alleen zinvol als deze op het juiste moment op de juiste plaats plaatsvindt. Bij de werving van vakmensen zijn dit dan ook aandachtspunten voor werkgevers.

De enquête bevestigt volledig de bevindingen van de interviews. Naar alle soft skills (communicatief zijn naar collega's, leveranciers en afnemers, aan collega's zaken kunnen uitleggen, flexibiliteit, kwaliteitsbesef, leergierigheid, multidisciplinair samenwerken, oplossingsgerichtheid, proactieve instelling, slimmer willen werken, procesmatig denken en verantwoordelijkheidsgevoel) zal de vraag naar verwachting (flink) groeien. Soft skills worden vooral belangrijk voor groot- (en soms micro-) bedrijven met een groter aandeel van oudere werknemers en voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. De vraag naar kunnen communiceren met leveranciers en afnemers zal vooral belangrijker worden voor hoger opgeleide werknemers (Mbo3, Mbo4, Mbo-plus/ad).

Digitale skills

De voortschrijdende digitalisering leidt niet meteen tot een veranderende vraag naar digitale skills binnen het domein 'constructie- en plaatwerk'. Basisvaardigheden – Word, Excel, PowerPoint – blijven het belangrijkste. Dat heeft er mee te maken dat veel gedigitaliseerde systemen voorzien worden van intuïtieve user interfaces vergelijkbaar met wat terug te vinden is in consumentenelektronica. Vakmensen die hiermee kunnen omgaan, kunnen vaak al goed uit de voeten met de systemen die zij op de werkvloer treffen.

De respondenten van de enquête geven een enigszins verschillend (en wat rijker) beeld aan. Volgens de respondenten zijn skills met betrekking tot het werken met digitale tekeningen en dataveiligheid belangrijk en zal dat belang in de toekomst verder toenemen, vooral in grotere bedrijven.

Bovendien geven respondenten aan dat drie andere digitale skills in de toekomst belangrijk worden: kennis van wat mogelijk is met robotica, procesbeheersing en procescontrole en programmeren (van fabricage-instructies en in het algemeen). Deze groei blijkt vooral te gelden voor middelgrote en grote bedrijven en voor hoger opgeleide werknemers (Mbo3, Mbo4, en Mbo-plus/ad).

Skills voor gebruik van nieuwe technologieën

De precieze invulling van het gebruik van nieuwe technologieën is volgens de geïnterviewde experts bij bedrijven vaak nog onduidelijk. Dat maakt het lastig om



vooraf in te schatten welke skills deze nieuwe technologieën vereisen. Werkgevers refereren dan ook vaak naar de technologie zelf in hun vraag naar vaardigheid hierin.

De enquêteresultaten laten vervolgens wel een duidelijker beeld van de kwantitatieve kant van de vraag naar skills voor gebruik van nieuwe technologieën zien. Alle skills voor gebruik van nieuwe technologieën hebben nu een lage relevantie. De vraag naar deze skills zal echter naar verwachting flink groeien. Dit geldt vooral voor grotere bedrijven en vooral voor hoger opgeleide werknemers (Mbo3, Mbo4 en Mbo-plus/Ad).

2.3 Samenvatting

De belangrijkste ontwikkelingen binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' zijn:

- **Voortschrijdende digitalisering**, vanuit de wens om de al geautomatiseerde processen binnen het constructie- en plaatwerk op elkaar aan te sluiten, en om zo het productieproces als geheel te automatiseren;
- **Groeiende vraag naar maatwerk vanuit klanten**, dit vraagt producenten om het productieproces zo in te richten dat zij kleine series hoogwaardige producten kosteneffectief kunnen produceren ondanks het gebrek aan schaalvoordeel.

Dat leidt tot de volgende ontwikkelingen in de vraag naar skills aan constructie- en plaatwerkers:

- **Blijvende vraag naar vakinhoudelijke basiskennis en –ervaring**, om klanten bij te staan in de realisatie van het door hun gewenste maatwerk, en om de geautomatiseerde machines te corrigeren bij productiefouten;
- **Meer vraag naar algemene technische skills en digitale skills**, om breed inzetbaar te zijn in een productieproces dat steeds minder gekenmerkt wordt door de verrichting van specialistische handelingen, en om het gesprek aan te gaan met collega's en klanten bij het afstemmen over de voortgang in het proces;
- **Groeiend belang van soft skills**, met de wens tot flexibele vakkrachten die bereid zijn over hun specialistische grenzen te kijken, en met de vraag naar communicatieve vaardigheden omdat productie meer dan ooit een kwestie van samenwerking en afstemming is.



3 Verspanen

Het domein 'verspanen' richt zich op de verrichting van precisiewerk. Het kenmerkt zich dan ook door de toepassing van precisietechnologie. Ondanks het verschil in schaalgrootte verschilt dit domein niet aanzienlijk van het domein 'constructie- en plaatwerk' wat betreft de veranderende vraag naar skills. De ontwikkelingen die daaraan ten grondslag liggen, verschillen evenmin. Wel zijn er enige nuances te maken. Deze staan in dit hoofdstuk uiteengezet.

3.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen

Op het gebied van verspanen doen zich verscheidene ontwikkelingen voor:

Coronacrisis

Verspanende bedrijven ondervinden maar beperkt problemen van de coronacrisis. Net als binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' zijn de gevolgen voornamelijk bedrijfseconomisch van aard. Het probleem lag ook bij de verspanende bedrijven vooral in de stokkende aan- en afvoer. Dit was echter grotendeels van tijdelijke aard. Veel van deze bedrijven ervaren de coronacrisis dan ook niet als een impuls tot veranderingen van het productieproces.

Energietransitie en circulaire economie

De ontwikkelingen rondom de energietransitie en de circulaire economie leiden op het gebied van verspanen maar tot beperkte veranderingen. De tendens is vergelijkbaar met het domein 'constructie- en plaatwerk'. Energie-efficiëntie wordt nog voornamelijk als bijvangst gerealiseerd, en zuinig materiaalgebruik geldt al als standaard vanuit de wens om rendabel te werken. Bedrijven actief in dit domein voorzien dan ook geen grote veranderingen in hun productieprocessen ingegeven door de energietransitie of de circulaire economie.

Automatisering en digitalisering

Eenzijds zijn verspanende technieken dermate ver geoptimaliseerd dat verdere optimalisaties in de nabije toekomst onwaarschijnlijk lijken. Anderzijds zijn verspanende handelingen nog hoogst repetitief. Voor de sector is dit een impuls om de mogelijkheden tot robotisering te onderzoeken. Daarmee hoeven deze handelingen in de toekomst niet meer door mensen verricht te worden. Dat behelst daarmee vanzelfsprekend ook een automatisering van deze processen. Dit proces gaat wel stapsgewijs. Zo leiden deze ontwikkelingen momenteel vooral tot de introductie van de cobot, een semiautonome robot die een mens ondersteunt. Dat betekent dat de mens vooralsnog een uitvoerende rol behoudt in het productieproces.

Desondanks geldt ook voor het domein 'verspanen' dat gekeken wordt naar de integratie van het productieproces en de bredere keten met behulp van digitalisering. Wat dat betreft verschillen de ontwikkelingen in dit domein wat betreft automatisering en digitalisering niet veel van die binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' (zie ook: sectie 2.1). Dat betekent uiteindelijk dat ook hier de mens in toenemende mate een controlerende rol krijgt, ondersteund door dashboards op beeldschermen. De snelheid waarmee deze verschuiving plaatsvindt, loopt wel achter bij het domein 'constructie- en plaatwerk', mede omdat nog niet alle handelingen geautomatiseerd zijn.



Globalisering

Voor verspanende bedrijven is en blijft de wereldmarkt belangrijk. Deze wordt echter wel steeds competitiever. Voor Nederlandse bedrijven is het lastig te concurreren met het schaalvoordeel dat in lagelonenlanden gerealiseerd wordt. Zij leggen zich dan ook steeds meer toe op *high mix, low volume* productie, het kosteneffectief produceren van kleine series specifieke producten. Dit geldt voor het domein verspaning nog sterker dan bij metaalbewerking. Afstemming met klanten is daarbij cruciaal om tot een hoogwaardig product te komen. Dat betekent dan ook dat de ontwikkelingen omtrent globalisering nog meer dan voorheen vragen om vaardigheid in vreemde talen, vooral in het Engels.

Veranderende vraag van klanten

Ook wat betreft de ontwikkelingen in de vraag van klanten verschilt het domein 'verspanen' niet veel van het domein 'constructie- en plaatwerk'. De nadruk komt steeds meer te liggen op *high mix, low volume* productie (zie: globalisering). Dat vraagt vaak om hoog-automatische machines die met behulp van digitale systemen snel afgestemd kunnen worden aan diverse productie-eisen.

Nieuwe technologieën

3d printing heeft van het merendeel van de bedrijven in de verspaning de aandacht. Net als de bedrijven binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' zien zij echter nog geen duidelijke business case voor de toepassing van deze technologie. 3d printers kunnen vooralsnog niet concurreren met de efficiëntie van bestaande verspaningstechnologieën. De verwachting is dan ook dat het enige tijd zal duren voordat 3d printing wordt ingezet op productielijnen. Hetzelfde geldt voor de inzet van 5G. Om deze technologie optimaal te gebruiken is het nodig om de hele fabriek daarop in te richten. Dat vraagt om significante investeringen die de meeste bedrijven hoogstens eens in de tien jaar doen.

Een andere technologie waar naar gekeken wordt is *Artificial Intelligence (AI)*. De toepassing van AI in het productieproces zelf zal echter enige tijd op zich laten wachten. Daarbij zal deze technologie aanvankelijk vooral een assisterende rol op zich gaan nemen. De snelheid waarmee dat gebeurt, zal echter afhangen van de snelheid waarmee de informatiestromen uit het productieproces geïnventariseerd kunnen worden.

3.2 Skills voor de toekomst

Net als binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' geldt dat de voortschrijdende digitalisering en de veranderende vraag van klanten leidt tot een aanvullende vraag richting vakkrachten. Ook binnen het domein 'verspanen' blijven vakinhoudelijke basiskennis en -ervaring belangrijk, maar algemene technische en digitale skills worden wel belangrijker.

Vakinhoudelijke skills

Binnen het domein 'verspanen' is de vraag naar vakinhoudelijke skills stabiel gebleven. Sterker nog, meer dan eerder onderschrijven werkgevers het belang van elementaire verspaningskills, zoals frezen, draaien en kanten. Daarbij is vooral de vraag naar materiaalkennis sterk geïntensiveerd. Dat is een logisch gevolg van de bredere inzet van geautomatiseerde machines binnen dit domein. Deze kunnen immers niet zelf bepalen met welk materiaal het door de klant gewenste product het beste gerealiseerd kan worden. Daarnaast kunnen deze machines weliswaar



verspanende handelingen verrichten, maar als dit niet lukt, bijvoorbeeld vanwege een verkeerde materiaalkeuze, dan kunnen zij zichzelf niet corrigeren. Daarmee blijven vakmensen die hier wel kijk op hebben essentieel in het verspanwerk.

Net als er in de interviews werd aangegeven, verwachten de respondenten van de enquête ook geen grote verandering van de vraag naar vakinhoudelijke skills. Momenteel (zeer) relevante skills (basis metaalbewerking, vijlen, boren, tappen, kanten, basis montage, basis-verspanen materiaalkennis) blijven nog steeds relevant in de toekomst. De vraag naar deze skills zal toenemen; dit geldt vooral voor bedrijven met een hoger aandeel van jongeren en voor hoger opgeleide werknemers (Mbo4 en Mbo-plus/Ad).

Technische skills

Wat betreft de vraag naar technische skills verschilt het domein 'verspanen' niet veel van het domein 'constructie- en plaatwerk' (zie: sectie 2.2). Ook hier groeit de vraag naar breed inzetbare vakmensen vanuit de wens om optimaal gebruik te maken van het beperkte arbeidsmarktaanbod aan technische vakkrachten. Daarnaast neemt ook binnen het domein 'verspanen' de mate van automatisering toe, evenals de betrokkenheid van klanten in het productieproces. Er is ook sprake van steeds meer integratie tussen kantoor en werkvloer. Werkvoorbereiding raakt bijvoorbeeld steeds meer geïntegreerd op de werkvloer. Dat leidt tot een groeiende vraag naar abstractievermogen, vergelijkbaar met het domein 'constructie- en plaatwerk'.

Waarin het domein 'verspanen' wel verschilt, is het accent dat verspanende bedrijven leggen op skills met betrekking tot technische tekeningen. Voor alle verspaners is het kunnen lezen van een technische tekening een vereiste. Van hoger opgeleide verspaners verwachten werkgevers echter dat zij deze tekeningen ook zelf kunnen maken en aanpassen. In toenemende mate zijn dit 3d tekeningen, wat ook betekent dat deze vakkrachten een 3d voorstellingsvermogen dienen te hebben.

De resultaten van de enquête bevestigen de relevantie van skills met betrekking tot het lezen van technische tekeningen (vooral voor micro-bedrijven en voor werknemers met een hoger opleidingsniveau). De respondenten benadrukken ook de hoge relevantie van abstractievermogen (3d voorstellingsvermogen en rekenen en wiskunde), vooral voor hoger opgeleide werknemers (Mbo4 en Mbo-plus/ad). De relevantie van rekenen en wiskunde zal constant blijven, terwijl de relevantie van 3d voorstellingsvermogen in de toekomst zal groeien.

Respondenten van de enquête voegen ook andere relevante skills toe. Tekstbegrip en storing zoeken zijn momenteel heel belangrijk en het belang ervan zal nog enigszins verder toenemen.

Algemene skills

Een brede basis beperkt zich niet tot technische skills. Een succesvol productieproces is afhankelijk van verschillende randvoorwaarden: veiligheid, ergonomie, en spaarzaam en duurzaam gebruik van materialen. Maar ook het vermogen om te kunnen communiceren, zowel mondeling als schriftelijk, en zowel in het Nederlandse en een vreemde taal, is een belangrijke randvoorwaarde. Het domein 'verspanen' vormt hier geen uitzondering op.

De resultaten van de enquête laten een vergelijkbaar beeld zien. Wel is sprake van opmerkelijke verschillen wat betreft bedrijven met een verschillende grootte. Zowel



mondelinge als schriftelijke communicatieve skills, zowel in het Nederland als in Engels blijven (heel) belangrijk, vooral bij de grote bedrijven. De vraag naar de beheersing van andere vreemde talen is daarentegen laag en zal in de toekomst ook laag blijven. De enquête bevestigt ook de (huidige en toekomstige) relevantie van veiligheid, ergonomie, duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid. De vraag naar duurzaam gedrag en breder inzetbaarheid zal vooral in de middelgrote en grote bedrijven flink groeien.

Net als bij de metaalbewerking wordt co-engineering ook nog genoemd als type algemene skill dat in de toekomst belangrijk zal worden. Nu is co-engineering relevant voor de helft van de respondenten.

De relevantie van algemene skills zal naar verwachting (weer net als bij metaalbewerking) toenemen voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Alleen co-engineering en rapportageskills worden vooral voor Mbo3 en Mbo 4 opgeleide werknemers belangrijk.

Soft skills

Vergelijkbaar met het domein 'constructie- en plaatwerk' groeit binnen het domein 'verspanen' de vraag naar flexibiliteit. Van verspaners wordt steeds meer verwacht dat zij breed inzetbaar zijn, voor de verrichting van een breed scala aan verspaanhandelingen. Zij moeten daarvoor echter wel openstaan. Ook binnen het domein 'verspanen' vragen werkgevers daarom steeds vaker om flexibele, leergierige en veranderingsgezinde vakmensen.

Doordat werk binnen het domein 'verspanen' steeds vaker op proces- in plaats van handelingsniveau georganiseerd wordt, groeit de vraag naar communicatieve vakkrachten, eveneens vergelijkbaar met het domein 'constructie- en plaatwerk'. Het groeiende belang van contact met collega's (bijvoorbeeld op het kantoor) en klanten vraagt om communicatie, maar ook om pro-activiteit en zelfstandigheid. Dit zijn dan ook soft skills waarnaar verspaanbedrijven in toenemende mate vragen.

De enquête bevestigt volledig de bevindingen van de interviews. De vraag naar alle soft skills (communicatief zijn naar collega's, leveranciers en afnemers, aan collega's zaken kunnen uitleggen, flexibiliteit, kwaliteitsbesef, leergierigheid, multidisciplinair samenwerken, oplossingsgerichtheid, proactieve instelling, slimmer willen werken, procesmatig denken en verantwoordelijkheidsgevoel en zelfstandigheid) zal naar verwachting (flink) groeien. Soft skills worden vooral belangrijk bij de middelgrote en grote bedrijven met een groter aandeel van oudere werknemers en voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Er zijn echter twee uitzonderingen. De vraag naar het kunnen communiceren met leveranciers/afnemers en het kunnen zaken aan collega's uitleggen wordt vooral voor werknemers vanaf niveau Mbo3 belangrijk.

Digitale skills

Ook wat betreft de vraag naar digitale skills verschilt het domein 'verspanen' niet veel van het domein 'constructie- en plaatwerk'. Het gebruik van intuïtieve user interfaces in de digitale systemen waarmee verspaners steeds vaker werken, maakt dat zij geen andere skills nodig hebben dan voor het gebruik van consumentenelektronica. Waarin het domein 'verspanen' wel verschilt, is de grotere vraag naar ervaring met het werken met CAD-ontwerpsoftware, waarmee verspaners hun 3d werktekeningen maken.



De respondenten van de enquête geven een wat verschillend (en wat rijker) beeld aan. Volgens de respondenten is de vraag naar skills met betrekking tot het werken met digitale tekeningen en dataveiligheid hoog. Deze zal in de toekomst verder toenemen, vooral in middelgrote en grote bedrijven.

Bovendien geven respondenten aan dat vier digitale skills (zeer) belangrijk in de toekomst zal worden: kennis van wat mogelijk is met robotica, procesbeheersing en procescontrole, programmeren (van fabricage-instructies en in het algemeen) en sturingstechnieken. Deze groei blijkt vooral relevant te zijn voor middelgrote en grote bedrijven en voor Mbo3, Mbo4, en Mbo-plus/ad opgeleide werknemers.

Skills voor gebruik van nieuwe technologieën

De precieze invulling van het gebruik van nieuwe technologieën is vaak nog onduidelijk. Dat maakt het lastig om vooraf in te schatten welke skills deze nieuwe technologieën vereisen. Werkgevers refereren dan ook vaak naar de technologie zelf in hun vraag naar vaardigheid hierin.

De enquêteresultaten geven ons daarentegen een duidelijker beeld van de vraag naar skills voor gebruik van nieuwe technologieën. Alle skills voor gebruik van nieuwe technologieën (3d printing, 3d metal printing, artificial intelligence, VR, digital twinning en augmented reality) hebben nu een lage relevantie. De vraag naar deze skills zal echter naar verwachting flink groeien. Dit geldt vooral voor grotere bedrijven en voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

3.3 Samenvatting

De belangrijkste ontwikkelingen binnen het domein 'verspanen' zijn:

- **Voortschrijdende automatisering**, vanuit de wens om resterende repetitieve handmatige verspaanhandelingen te automatiseren, en om van daaruit toe te werken naar het automatiseren van het gehele productieproces;
- **Verschuiving naar high mix, low volume productie**, wat vraagt om een aanpassing van het productieproces om kleine series gespecialiseerde producten kosteneffectief te produceren.

Dat leidt tot de volgende ontwikkelingen in de vraag naar skills aan verspaners:

- **Versterkte vraag naar vakinhoudelijke basiskennis en -ervaring**, vooral wat betreft materiaalkennis, vanuit de wens om klanten te begeleiden in realisatie van het door hun gewenste maatwerk;
- **Groeiende vraag naar algemene technische skills**, om breed inzetbaar te zijn in een productieproces dat steeds minder gekenmerkt wordt door de verrichting van specialistische handelingen, en om het gesprek aan te gaan met collega's en klanten bij het afstemmen over de voortgang in het proces;
- **Groeiend belang van soft skills**, met de wens tot flexibele vakkrachten die bereid zijn over hun specialistische grenzen te kijken, en met de vraag naar communicatieve vaardigheden omdat productie meer dan ooit een kwestie van samenwerking en afstemming is;
- **Groeiende vraag naar digitale CAD-skills**, om technische 3d tekeningen om te kunnen zetten in werkinstructies voor de gebruikte apparatuur.





4 Mechatronica

Het domein 'mechatronica' bevindt zich op het snijpunt van werktuigbouwkunde en elektrotechniek. Historisch was dit domein iets meer georiënteerd op de eerste discipline – werktuigbouwkunde -, maar in recente jaren is er een verdere toenadering tot de elektrotechniek te zien. Dat is ingegeven door een aantal ontwikkelingen, en leidt eveneens tot een veranderende vraag naar skills. Dit hoofdstuk zet deze ontwikkelingen en veranderingen uiteen.

4.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen

Op het gebied van mechatronica doen zich verschillende ontwikkelingen voor:

Coronacrisis

De impact van de coronacrisis op het domein 'mechatronica' is bedrijfseconomisch van aard. De aanzet tot de crisis leidde tot het wegvallen van leveranties uit het buitenland, met als gevolg dat productielijnen stil kwam te liggen. Dat leidt bij enkele bedrijven tot het herzien van de aanvoerlijnen met een voorkeur om deze te heroriënteren op lokale toeleveranciers. Anders dan dat zien mechatronische bedrijven in de coronacrisis wel een impuls tot het verder digitaliseren van productieprocessen om marktverstoringen in de toekomst beter te kunnen afvangen. Daarmee gaan deze bedrijven grotendeels op dezelfde voet verder als voorheen. Dit betekent dat de coronacrisis naar verwachting maar een beperkte impact heeft op de productieprocessen rondom mechatronica.

Energietransitie en circulaire economie

De energietransitie leidt tot de toepassing van nieuwe aandrijvingssystemen. Waar eerder dieselaandrijvingen de dienst uitmaakten, spelen nu elektrische aandrijvingen een steeds grotere rol. Dat leidt niet alleen tot de introductie van nieuwe motoren, maar ook van accu's. Daarmee wordt ook de vraag naar recycling en de circulaire economie prominenter. Accu's bestaan immers uit diverse milieuverontreinigende materialen die een zorgvuldige afhandeling vereisen, zowel tijdens de productie als daarna. De energietransitie, en de verschuiving naar elektrische aandrijvingen die daaruit voortvloeit, vraagt daarmee niet alleen om nieuwe kennis, maar ook om de herinrichting van productie-, onderhouds-, en disassemblageprocessen.

Automatisering en digitalisering

Binnen het domein 'mechatronica' richten de ontwikkelingen rondom automatisering en digitalisering zich vooral op de eindproducten. Daartoe proberen mechatronische bedrijven zoveel mogelijk de informatiestromen die hun eindproducten produceren te ontsluiten. Dat vertaalt zich in een grotere inzet van camera's en sensoren, eventueel (draadloos) gekoppeld aan het internet. Het einddoel daarbij is om deze informatie te gebruiken om aanvullende dienstverlening te realiseren, zoals voorspellend onderhoud. Ook het integreren van deze mechatronische producten in grotere automatische systemen behoort tot de mogelijkheden. Wel geldt dat deze ontwikkelingen voor veel mechatronische bedrijven toekomstmuziek zijn. Zij zijn vaak nog erg zoekende naar de precieze wijze waarop zij digitalisering kunnen realiseren, mede omdat veel bedrijven geen zicht hebben op de beschikbare informatiestromen.



Globalisering

De geglobaliseerde markt biedt mechatronische bedrijven kansen maar ook uitdagingen. Momenteel groeit de markt voor robots sterk. De inzet van robots geldt als belangrijke voorwaarde om competitief te blijven op de wereldmarkt. Dat geldt voor zowel Nederlandse als buitenlandse bedrijven. Om in te spelen op deze kansen is het voor mechatronische bedrijven belangrijk om de juiste taalvaardigheid in huis te hebben. Voor een optimale inzet moeten robots namelijk afgestemd worden op de productielijnen van de afnemer. Dat vraagt ook om een grotere servicegerichtheid.

Veranderende vraag van klanten

In het verleden waren mechatronische producten grotendeels mechanisch van aard. De vraag van klanten was daar ook op toegespitst. Klanten vragen tegenwoordig echter steeds vaker om producten met geïntegreerde software. De inkoop van producten begint inmiddels vaak zelfs met het specificeren van de eisen van de software voordat de eisen van het fysieke product afgestemd worden. Mechatronica bedrijven kunnen het zich daardoor niet veroorloven zich enkel toe te spitsen op de ontwikkeling van hardware. Het wordt steeds belangrijker om ook een aanbod te kunnen doen op het gebied van software.

Nieuwe technologieën

Virtual Reality (VR) en *Augmented Reality* (AR) zijn technologieën waarvan mechatronische bedrijven verwachten dat deze op termijn een belangrijkere rol gaan spelen. Dat zal vooral het geval zijn bij de assemblage en het onderhoud van toekomstige mechatronische producten. Deze zullen immers steeds meer digitale informatie ontsluiten, wat bij uitstek inzichtelijk gemaakt kan worden met technologie als VR en AR.

Een technologie waar op de korte termijn wel meer van wordt verwacht is *Artificial Intelligence* (AI). Daarbij gaat de aandacht vooral uit naar de toepassing van deze technologie in eindproducten. Door de informatiestromen van deze producten op afstand uit te lezen en te interpreteren met behulp van *machine learning* kunnen aanvullende diensten aangeboden worden, zoals voorspellend onderhoud.

4.2 Skills voor de toekomst

De toenemende integratie van elektrotechniek in mechatronica vraagt van mechatronici om sterkere elektrotechnische achtergrond. De integratie tussen producten en processen die de bredere inzet van elektrotechniek mogelijk maakt, vraagt ook om meer algemene technische skills, als ook soft skills.

Vakinhoudelijke skills

Binnen het domein 'mechatronica' is de nodige verandering te zien in de vraag naar vakinhoudelijke skills. Dit is ingegeven door het groeiende gebruik van elektrotechniek binnen dit domein. Het klassieke werktuigbouw wordt momenteel verregaand gedigitaliseerd. Voor mechatronici is het niet langer voldoende om kennis van fysica te hebben; kennis van en ervaring met elektronica en software is even belangrijk. Vooral de vraag naar meet- en regeltechniek groeit sterk, mede vanwege het toenemende gebruik van optica en sensoren. Mechatronische vakkrachten, en vooral onderhoudsmonteurs, zullen steeds minder met moeren en sleutels doen, en steeds meer met software.



Tegelijkertijd maakt mechatronica steeds vaker deel uit van een groter, complexer geheel. Deze integratie van mechatronische producten vereist van mechatronici meer dan enkel kennis van het eigen product. Zij moeten ook weten hoe andere mechatronische en elektrotechnici producten werken, en hoe deze aan elkaar gekoppeld kunnen worden.

Ook uit de enquête komt een (flinke) toename van de vraag naar alle vakinhoudelijke skills (data science vaardigheden, integratie van systemen, kennis van accu's, meet- en regeltechniek, werking van sensoren, reparatie, optica) naar voren. Deze toename betreft vooral werknemers vanaf Mbo3 niveau.

Data science vaardigheden, meet- en regeltechniek en optica zal belangrijker worden, vooral in grote bedrijven. De andere vakinhoudelijke skills zullen juist vooral in micro- en kleine bedrijven belangrijker worden.

Technische skills

Het toenemende gebruik van optica en sensoren in mechatronica maakt ook dat er steeds meer informatie beschikbaar is. Om het kaf van het koren te scheiden in deze groeiende informatieberg is het belangrijk dat mechatronische vakkrachten kunnen beredeneren en correleren. Dat vraagt om een technisch abstractievermogen, bouwend op goed tekstbegrip en wiskundig inzicht. Alleen dan kan een mechatronicus die informatie isoleren die nodig is om de mechatronica te kalibreren, om storing op te lossen bij klanten, en om de R&D-afdeling van feedback te voorzien. Daarin worden mechatronici weliswaar ondersteund door slimme, zelflerende systemen, maar de uiteindelijke beslissingen liggen nog steeds bij de mens. Werkgevers van mechatronica bedrijven zoeken dan ook steeds vaker naar vakkrachten met dit abstractievermogen.

De resultaten van de enquête bevestigen de meeste van de bevindingen van de interviews. Skills met betrekking op het 3d voorstellingsvermogen, tekstbegrip, en storing zoeken zijn (zeer) belangrijk en zullen in de toekomst belangrijker worden, vooral weer voor werknemers vanaf Mbo3 niveau.

In tegenstelling tot de bevindingen vanuit de interviews zal de vraag naar skills met betrekking tot rekenen en wiskunde volgens de meeste geënquêteerde bedrijven niet toenemen.

Het lezen en aanpassen van technische tekeningen zal belangrijk blijven (vooral voor werknemers met een Mbo4 en Mbo-plus/Ad), terwijl de vraag naar skills met betrekking tot het kunnen maken van tekeningen naar verwachting constant zal blijven.

Algemene skills

Een brede basis beperkt zich niet tot technische skills. Een succesvol productieproces is afhankelijk van verschillende randvoorwaarden: veiligheid, ergonomie, en spaarzaam /duurzaam gebruik van materialen. Maar ook het vermogen om te kunnen communiceren, zowel mondeling als schriftelijk, en zowel in het Nederlandse en een vreemde taal, is een belangrijke randvoorwaarde. Het domein 'mechatronica' vormt hier geen uitzondering op.

De resultaten van de enquête laten een vergelijkbaar beeld zien. Wel is sprake van verschillen naar bedrijven met een verschillende grootte en verschillende demografische kenmerken. Zowel de mondelinge als schriftelijke communicatieve skills, zowel in het Nederland als in Engels, zullen (heel) belangrijk blijven. Dit geldt vooral voor twee categorieën: de kleine en de grote bedrijven (en dus niet de micro-



en middelgrote bedrijven). De vraag naar de beheersing van andere vreemde talen is weer heel laag en zal ook in de toekomst laag blijven. De enquête bevestigt ook de (huidige en toekomstige) relevantie van veiligheid, ergonomie, duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid. De vraag naar skills met betrekking tot veiligheidsbewustzijn en ergonomie zal alleen bij de kleine bedrijven belangrijker worden. De vraag naar skills op het gebied van duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid zal flink groeien, vooral bij middelgrote en grote bedrijven.

Een algemene skill die ook in dit domein belangrijk zal worden is co-engineering. Ook hier is co-engineering nu al relevant voor de helft van de respondenten.

De relevantie van algemene skills zal naar verwachting groeien. Dit geldt voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Vooral de skills met betrekking tot communicatie in het Engels, rapportage en veiligheidsbewustzijn worden belangrijker. Dit geldt vooral voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

Soft skills

Kenmerkend voor de ontwikkeling in de vraag naar soft skills binnen het domein 'mechatronica' is de toenemende vraag naar samenwerken en communicatieve vaardigheden. Dit is vooral ingegeven door de wens van mechatronische bedrijven om klanten van meer aftersalesdienstverlening te voorzien. Ook de vraag naar integratie zorgt ervoor dat communicatie belangrijker wordt, met collega's binnen het bedrijf, communicatie tussen mensen en machine met technologie - maar ook met toeleveranciers van producten waarop aansluiting gezocht wordt. Zo ook sociale vaardigheden en probleemoplossend vermogen worden in de vakgebied steeds belangrijker.

De enquête bevestigt volledig de bevindingen van de interviews. De vraag naar alle soft skills (communicatief zijn naar collega's, leveranciers en afnemers, aan collega's zaken kunnen uitleggen, flexibiliteit, kwaliteitsbesef, leergierigheid, multidisciplinair samenwerken, oplossingsgerichtheid, proactieve instelling, slimmer willen werken, procesmatig denken en verantwoordelijkheidsgevoel en zelfstandigheid) zal naar verwachting flink groeien. Dit geldt in nog sterkere mate voor grote bedrijven. Ook geldt het voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Er zijn echter drie uitzonderingen. De vraag naar het kunnen communiceren met leveranciers en afnemers, zelfstandigheid en het kunnen zaken aan collega's uitleggen zal vooral belangrijk worden voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

Digitale skills

Binnen het domein 'mechatronica' is de vraag naar digitale skills vooral afhankelijk van de functie van de vakkracht. Voor mechatronici met een onderhoudsfunctie volstaat het als zij kunnen werken met basissoftware als Word, Excel en PowerPoint. De (embedded) software waarmee zij komen te werken is dermate intuïtief ontworpen dat zij hiermee overweg kunnen als zij ook kunnen werken met basissoftware. Mechatronici betrokken in de productie dienen daarentegen ook kennis te hebben van programmeer- en wiskundige technieken. Zij moeten namelijk de software kunnen afstellen die zij integreren in hun producten. Het toenemende gebruik van *machine learning* in mechatronica vereist verder dat zij enige data science vaardigheden (digitale geletterdheid) bezitten om te begrijpen hoe dit hun werk beïnvloedt.

Ongeacht functie neemt dataveiligheid voor alle mechatronici in belang toe. De informatiestromen die mechatronische producten ontsluiten zijn heel waardevol. Deze



data worden dan ook beveiligd, maar als keten in deze beveiliging is het belangrijk dat mechatronici zich bewust zijn van de waarde van die informatiestromen. Werkgevers houden er dan ook in toenemende mate rekening mee dat hun vakkrachten kunnen omgaan met dataveiligheidsregels (cyber security).

De respondenten van de enquête bevestigen de grote (huidige en toekomstige) relevantie van de dataveiligheid voor alle werknemers.

Bovendien geven ze aan dat de vraag naar alle andere digitale skills zal (flink) toenemen, namelijk kennis van wat mogelijk is met robotica, procesbeheersing en procescontrole, het programmeren (van fabricage-instructies en in het algemeen), sturingstechniek, ladderdiagram en het kunnen lezen en werken met digitale tekeningen. Deze groei blijkt vooral relevant te zijn voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

Skills voor gebruik van nieuwe technologieën

De precieze invulling van het gebruik van nieuwe technologieën is vaak nog onduidelijk. Dat maakt het lastig om vooraf in te schatten welke skills deze nieuwe technologieën vereisen. Werkgevers refereren dan ook vaak naar de technologie zelf in hun vraag naar vaardigheid hierin.

De enquêteresultaten geven ons een duidelijker beeld van de vraag naar skills voor gebruik van nieuwe technologieën. Alle skills voor gebruik van nieuwe technologieën (3d printing, 3d metal printing, artificial intelligence, VR, digital twinning en augmented reality) hebben op dit moment een lage relevantie. De vraag naar deze skills gaat naar verwachting echter flink toenemen. Dit geldt vooral voor grotere bedrijven en voor werknemers op de niveaus Mbo4 en Mbo-plus/ad.

4.3 Samenvatting

De belangrijkste ontwikkelingen binnen het domein 'mechatronica' zijn:

- **Elektrotechnische mogelijkheden groeien**, en leiden tot kansen voor de ontwikkeling van nieuwe (aftersales) dienstverlening richting klanten, wat weer leidt tot een toenemend gebruik van elektrotechniek in mechatronica;
- **Klanten prioriteren elektrotechnische aspecten boven mechanische aspecten bij de afname van mechatronica**, met als gevolg dat het productieproces steeds meer georiënteerd wordt op de integratie van elektrotechniek in mechatronica.

Dat leidt tot de volgende ontwikkelingen in de vraag naar skills aan mechatronici:

- **Meer vraag naar elektrotechnische kennis**, vooral op het gebied van (digitale) meet- en regeltechniek, om de in mechatronica gebruikte elektrotechniek te kunnen integreren, afstellen en onderhouden;
- **Groeiende vraag naar technisch abstractievermogen**, om de grote hoeveelheid informatie die hedendaagse mechatronica ontsluit te kunnen interpreteren;



- **Toenemend belang van diverse digitale skills**, waaronder vaardigheid in programmeertechnieken, maar ook met betrekking tot data science en dataveiligheid;
- **Communicatie als belangrijkste soft skill**, om klanten te woord te staan bij dienstverlening, maar ook om met collega's en toeleveranciers af te stemmen over de integratie van diverse mechatronische en elektrotechnische producten.



5 Elektrotechniek

Het domein 'elektrotechniek' laat zich steeds lastiger onderscheiden van andere domeinen door het toenemende gebruik van elektrotechniek in de hele sector. De ontwikkelingen en veranderingen binnen dit domein uiten zich dan ook als een uitvergroting van die in andere domeinen. Dit hoofdstuk biedt een beschouwing van de belangrijkste implicaties hiervan.

5.1 Belangrijke (verwachte) ontwikkelingen

De geïnterviewde bedrijven met activiteiten op het gebied van elektrotechniek waren allen ook actief binnen het domein 'mechatronica'. Dat maakt het lastig om een zuiver onderscheid tussen beide domeinen te maken. Het is daarbij echter veelzeggend dat de ontwikkelingen binnen het domein 'mechatronica' veelal ingegeven zijn door eerdere elektrotechnische ontwikkelingen. Dit impliceert dat de ontwikkelingen binnen het domein 'elektrotechniek' voorlopen op die binnen het domein 'mechatronica'.

De meest in het oog springende ontwikkeling daarbij is het groeiende gebruik van *data science*. De toepassing hiervan is afhankelijk van een ruime beschikbaarheid van informatie, verzameld met behulp van optica en sensoren. Binnen de elektrotechniek worden deze middelen al ruime tijd ingezet. Dit betekent dat deze informatie al ruim voorhanden is. De volgende stap is om deze informatiestromen aan te wenden, en om met behulp van *machine learning* patronen in kaart te brengen die gebruikt kunnen worden om aanvullende dienstverlening te leveren, zoals voorspellend onderhoud.

Anderzijds maakt de ruime beschikbaarheid van informatie binnen het domein 'elektrotechniek' verregaande integratie van apparaten en installaties mogelijk. Het enige wat resteert, is om de output van het ene component aan te sluiten op de input van het andere component. Ook een aansluiting met het internet is hier een mogelijkheid, waardoor ook besturing en onderhoud op afstand mogelijk wordt.

Al met al is de trend binnen het domein 'elektrotechniek' vergelijkbaar met de in de algehele sector: van het denken in enkele stappen naar het denken in processen, met in toenemende mate een controlerende in plaats van een uitvoerende taak voor vakmensen.

5.2 Skills voor de toekomst

Als drijvende kracht achter de verschuiving van taakgericht werk naar procesgeoriënteerd werk, leidt voortschrijdende digitalisering binnen de sector vooral tot een grotere vraag naar communicatie. Dit zal voor het domein 'elektrotechniek' niet anders zijn, vooral met het oog op de mogelijke grootschalige integratie van elektrotechniek. Waar dit domein echter verschilt, is dat de interactie met digitale technologie zich niet beperkt tot dashboards. Elektrotechnici moeten niet alleen gebruik kunnen maken digitale technologie als eindgebruiker, maar deze ook kunnen aanpassen. Dat vraagt om digitale vaardigheden die verder gaan dan de basis, met oog voor programmeertechnieken en data science.



Vakinhoudelijke skills

De respondenten van de enquête verwachten dat de vraag naar veel vakinhoudelijke skills (flink) zal toenemen (data science vaardigheden, integratie van systemen, kennis van accu's, meet- en regeltechniek, netwerktechniek en werking van sensoren). Deze toename betreft vooral werknemers vanaf Mbo3 niveau. Data science vaardigheden en netwerktechniek zullen vooral belangrijker worden in micro- en kleine bedrijven. De andere vakinhoudelijke skills, op meet-en regeltechniek na, zullen vooral in grote bedrijven belangrijker worden.

Technische skills

Wat betreft technische skills, tonen de resultaten van de enquête een hoge (huidige en toekomstige) relevantie van het abstractievermogen. Skills met betrekking tot het 3d voorstellingsvermogen, rekenen en wiskunde, tekstbegrip en storing zoeken zijn (zeer) belangrijk en zullen in de toekomst nog belangrijker worden. Dit geldt vooral voor werknemers vanaf niveau mbo3. Skills met betrekking tot rekenen en wiskunde zullen vooral in microbedrijven belangrijker worden voor, terwijl dat voor tekstbegrip en het zoeken van storingen vooral geldt voor grote bedrijven. Het lezen en aanpassen van technische tekeningen zal belangrijker worden (vooral voor werknemers met een Mbo4 en Mbo-plus/Ad), terwijl de vraag naar skills met betrekking tot het kunnen maken tekeningen naar verwachting constant blijft.

Algemene skills

De bevindingen voor de algemene skills in het elektrotechniek domein zijn vergelijkbaar aan de bevindingen die we voor het "mechatronica" domein hebben beschreven.

De voortschrijdende digitalisering binnen de sector leidt zoals eerder vermeld vooral tot een grotere vraag naar communicatie. De mondelinge en schriftelijke communicatie-skills, zowel in het Nederland als in Engels zijn en blijven (heel) belangrijk; ook hier geldt dit vooral voor kleine en grote bedrijven en in mindere mate voor de micro- en middelgrote bedrijven. De vraag naar de beheersing van andere vreemde talen is ook in de elektrotechnische bedrijven heel laag en blijft dat ook. De enquête bevestigt ook de (huidige en toekomstige) relevantie van veiligheid, ergonomie, duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid. Dit is vooral het geval bij bedrijven met een groter aandeel ouderen. De vraag naar skills met betrekking tot veiligheidsbewustzijn en ergonomie zullen in kleine bedrijven nog een stukje belangrijker worden. De vraag naar duurzaam gedrag en brede inzetbaarheid zal vooral flink groeien in middelgrote en grote bedrijven.

Voor co-engineering geldt weer hetzelfde als in de andere domeinen. Men verwacht dat dit in de toekomst belangrijk wordt. Nu is het ook in dit domein relevant voor de helft van de bedrijven.

De relevantie van algemene skills zal naar verwachting groeien voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. De skills met betrekking tot communicatie in het Engels, rapportage en co-engineering worden vooral belangrijk voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

Soft skills

De enquête laat zien dat de vraag naar alle soft skills (communicatief zijn naar collega's, leveranciers en afnemers, aan collega's zaken kunnen uitleggen, flexibiliteit, kwaliteitsbesef, leergierigheid, multidisciplinair samenwerken, oplossingsgerichtheid,



proactieve instelling, slimmer willen werken, procesmatig denken en verantwoordelijkheidsgevoel en zelfstandigheid) flink toeneemt (net zoals in het "mechatronica" domein). Soft skills worden vooral belangrijk voor middelgrote en grote bedrijven en voor alle werknemers, ongeacht hun opleidingsniveau. Er zijn echter twee uitzonderingen. De vraag naar procesmatig denken en zelfstandigheid zal vooral belangrijker worden voor werknemers vanaf niveau Mbo3.

Digitale skills

Anders dan in andere domeinen van de sector beperkt de interactie met digitale technologie zich zoals boven vermeld niet tot dashboards. Elektrotechnici moeten ook digitale apparatuur kunnen aanpassen. Dat vraagt zoals vermeld ook om digitale skills op het gebied van programmeertechnieken en data science.

De respondenten van de enquête bevestigen de hoge (vooral toekomstige) relevantie van de programmeertechnieken, vooral voor medewerkers vanaf niveau Mbo4. Bovendien geven ze aan dat ook de vraag naar alle andere digitale skills (flink) zal toenemen: de kennis van wat mogelijk is met robotica, de procesbeheersing en procescontrole, het programmeren (van fabricage-instructies en in het algemeen), sturingstechniek, ladderdiagram kunnen lezen en werken met digitale tekeningen) en dataveiligheid. Deze groei blijkt vooral te gelden voor micro- en grote bedrijven en voor werknemers op de niveaus Mbo3 en Mbo4.

Skills voor gebruik van nieuwe technologieën

De ontwikkeling van de vraag naar skills voor gebruik van nieuwe technologieën sluit hierop aan. Dit laat ook de enquête zien. Alle skills voor gebruik van nieuwe technologieën (3d printing, 3d metal printing, artificial intelligence, VR, digital twinning en augmented reality) hebben nu een lage relevantie. De vraag naar deze skills zal echter naar verwachting voor werknemers vanaf niveau Mbo4 flink groeien. De vraag van skills met betrekking tot 3d printing en VR zal ook groeien. Dit geldt vooral voor grote bedrijven, terwijl skills met betrekking tot artificial intelligence, digital twinning en augmented reality vooral bij kleine bedrijven belangrijker zullen worden.

5.3 Samenvatting

De belangrijkste ontwikkelingen binnen het domein 'elektrotechniek' zijn:

- **Intrede van data science**, waarmee de informatiestromen die elektrotechnische producten ontsluiten worden gebruikt voor de ontwikkeling van verdere dienstverlening;
- **Verregaande integratie van elektrotechniek**, wat het mogelijk maakt om elektrotechniek op elkaar af te stemmen, maar ook om deze op afstand te bedienen en onderhouden.

Dat leidt tot de volgende ontwikkelingen in de vraag naar skills aan elektrotechnici:

- **Toenemend belang van diverse digitale skills**, waaronder vaardigheid in programmeertechnieken, maar ook met betrekking tot *data science* en dataveiligheid.





6 De arbeidsmarkt en het beroepsonderwijs

Als er zich op een markt veranderingen voordoen in de vraag is het belangrijk dat het aanbod zich daarop aanpast om optimaal te kunnen voorzien in deze vraag. De arbeidsmarkt vormt hier geen uitzondering op. Om te duiden in hoeverre het huidige arbeidsmarktaanbod kan voorzien in de veranderende vraag naar skills binnen de sector, biedt dit hoofdstuk een uiteenzetting van de belangrijkste knelpunten aan de aanbodzijde die tijdens de interviews naar boven kwamen. Hoewel niet het voornaamste doel van de interviews, leek het ons toch goed deze informatie over te brengen, als een soort van bijvangst van dit deel van het onderzoek.

6.1 Knelpunten op de arbeidsmarkt

Bedrijven in de sector metaal en metaalektro zien twee knelpunten op de arbeidsmarkt. Allereerst zien zij negatieve demografische ontwikkelingen die leiden tot een fragiel arbeidsmarktaanbod van jonge technici. Ten tweede, en als gevolg daarvan, zien zij zich gedwongen onderling te concurreren met negatieve gevolgen voor de ontwikkeling van skills.

Demografische ontwikkelingen

Vergrijzing is voor veel bedrijven in de sector metaal en metaalektro een aandachtspunt. De komende jaren gaan veel technici met pensioen. Het aanbod aan jonge technici is echter te beperkt om deze uitstroom op te vangen, zeker in perifere regio's. Bedrijven ervaren deze aankomende grijze golf dan ook als een impuls tot verdere automatisering en digitalisering. Dat maakt het overigens niet minder belangrijk om jonge technici te blijven werven. Naar de mening van de geïnterviewde experts pakken jonge technici nieuwe technologie immers eerder op dan oudere vakkrachten.

Belangrijk voor bedrijven is vooral om de aansluiting met jongeren te behouden. Als een bedrijf er enige tijd niet in slaagt om jonge technici te werven, vergrijst het personeelsbestand. Dat maakt het bedrijf op zijn beurt weer onaantrekkelijker voor jongeren, die het liefst met leeftijdsgenoten werken. Daarmee kan een vicieuze cirkel ontstaan waarin het werven van jonge technici onmogelijk wordt. Ook maakt dat de adaptatie van nieuwe technologieën lastiger aangezien ouderen het lastiger vinden zich hieraan aan te passen. Daarmee heeft het wervingsbeleid op den duur ook gevolgen voor het concurrentievermogen.

Met een tekort aan beschikbare jonge technici is dit echter geen gemakkelijke taak. Nederlandse bedrijven in de sector metaal en metaalektro kijken dan ook steeds vaker over de Nederlandse grens en werven buitenlandse vakkrachten. Daarmee concurreren zij wel in een nog groter speelveld, soms met partijen die vele malen groter zijn. De coronacrisis heeft verder laten zien dat dit arbeidsmarktaanbod fragiel kan zijn. Duidelijk zal moeten worden in hoeverre dit aanbod zich herstelt. Groeiende kansen in het land van herkomst afgezet tegen de inzet van de vergrijzing aldaar kunnen dit aanbod op den duur sterk beperken. Het is dan ook zaak dat alles op alles gezet wordt om het Nederlandse arbeidsaanbod optimaal te benutten. Dit betekent ook het aanspreken van nieuwe doelgroepen: er werken nog steeds weinig vrouwen in de sector en, hoewel er inmiddels een flink aantal werknemers met een buitenlandse werknemers is in de sector, weet deze nog steeds weinig Nederlanders met een



migratieachtergrond aan te trekken. Ook is mogelijk met het gebruik van cobots en na verdere robotisering een deel van het arbeidsaanbod met een arbeidsbeperking in te zetten.

Boeien en binden en borgen

De competitieve arbeidsmarktsituatie dwingt bedrijven in de sector zich extra in te spannen om geschikt personeel te werven. Hoever zij daarin kunnen gaan, hangt af van de winstgevendheid van het bedrijf. Dat maakt het allereerst mogelijk om aantrekkelijke arbeidsvoorwaarden te kunnen bieden. Maar het helpt ook bij het organiseren van intensieve wervingscampagnes met een grote reikwijdte. Het maakt het verder mogelijk om te investeren in nabije huisvesting en andere faciliteiten die kandidaten kunnen aantrekken. Voor bedrijven met een beperkt budget blijft het lastig vacatures te vervullen. Zij dreigen dan ook weggeconcentreerd te worden (als ze de huidige crisis al overleven).

Die crisis biedt mogelijk voor andere bedrijven weer perspectieven om personeel aan te trekken dat voorheen niet op de arbeidsmarkt beschikbaar was. Men zal dan wel de kansen moeten grijpen zodra die zich voordoen en niet moeten wachten tot het economisch klimaat weer wat gunstiger is. Om dezelfde reden is het ook niet verstandig op dit moment (teveel) goed gekwalificeerd personeel te laten uitstromen omdat de orderportefeuille even tegenvalt.

Dat laatste biedt ook ruimte voor uitzend- en detachingsbureaus, als aanvullend wervingskanaal. De keerzijde daarvan is echter dat de band tussen vakkracht en werkgever losser wordt. Dat maakt het onwaarschijnlijker dat vakkracht en werkgever gezamenlijk investeren in de ontwikkeling van skills. Het veelvuldig gebruik van intermediairs door de sector kan technici ook conditioneren eerst bij deze tussenpartijen te kijken als zij werk zoeken, waarmee losse arbeidsverhoudingen in de gehele sector gemeengoed worden. Ook verhoogt het de personeelskosten, doordat een tussenpartij betrokken is. De concurrentie om te boeien en binden kan zo voor elk bedrijf een negatief gevolg krijgen.

6.2 Knelpunten in het beroepsonderwijs

Het bedrijfsleven in de sector metaal en metaalektro ziet drie knelpunten in het beroepsonderwijs. Ten eerste zien zij een negatieve beeldvorming rondom de maakindustrie, met als gevolg dat weinig jongeren kiezen voor een technische beroepsopleiding. Ten tweede zien zij dat onderwijs- en werkpraktijk slecht op elkaar aansluiten, vooral door de moeilijkheden om actueel onderwijsaanbod te realiseren. Tot slot, en ten derde, zien bedrijven dat het beroepsonderwijs leerlingen niet stimuleert tot leven lang leren en ook niet de (wendbare) skills hebben die ze op dat moment vragen.

Beeldvorming rondom de maakindustrie

Het negatieve imago van de maakindustrie – als smerig, vies en zwaar – wordt door de koplopers gezien als een blijvende belemmering voor de aanwas van jonge technici. Jongeren weten zij te overtuigen dat dit niet zo is, maar hun ouders blijven vaak sceptisch. Als gevolg daarvan stromen veel jongeren in op opleidingen voor 'schone' functies met minder carrièreperspectief dan in de sector metaal en metaalektro. Deze bedrijven vinden het dan ook belangrijk dat dit beeld recht gezet wordt, en dat jongeren de echte werkpraktijk uit de sector zien: lonend, schoon en hoogtechnologisch. Jongeren weten ze daarmee te bereiken, maar ouderen houden



vaak vast aan het oude beeld en houden hun kinderen tegen. Deze inspanning zijn dan ook een zaak van lange adem.

Aansluiting beroepsonderwijs op werkpraktijk

Het beroepsonderwijs loopt niet in de pas met de vraag vanuit de beroepspraktijk, qua methodiek, inhoud en techniek. Voor een deel is dat een geldkwestie. De machines die gebruikt worden in de maakindustrie zijn kostbaar. Het beroepsonderwijs kan daar zelf niet systematisch in investeren, met als gevolg dat opleidingen vaak werken met verouderde machines. Afgestudeerden komen daardoor pas in de werkpraktijk in aanraking met de machines waarmee zij daadwerkelijk gaan werken. Een gemakkelijke oplossing is hier niet voorhanden. Ook voor het bedrijfsleven is het lastig om dit tekort op te vullen – bijvoorbeeld door apparatuur te doneren -, zeker gezien de grote diversiteit aan beschikbare machines. Het alternatief is om te werken met educatieve *digital twins*, wat de vraag naar up-to-date hardware minder prangend maakt.

Dat laatste wordt echter ook bemoeilijkt door het kennisniveau van de docenten. Zij lopen qua kennis van nieuwe technieken regelmatig achter bij de beroepspraktijk. Docenten in het beroepsonderwijs hebben soms wel 20 à 30 jaar geleden in de techniek gewerkt. Idealiter worden zij bijgeschoold, bijvoorbeeld via stages in het bedrijfsleven of training door leveranciers als ze een nieuwe machine aanschaffen. Docenten blijken echter zoveel extra randtaken te moeten verrichten dat zij hier geen tijd voor hebben of tijd voor vrijmaken. Ook het omgekeerde, hybride docentschap, waarbij een vakkracht uit het bedrijfsleven periodiek les komt geven, blijkt vaak onhaalbaar vanwege de intrinsieke tijdsintensiviteit waar onderwijs mee gepaard gaat. Dat kan afgevangen worden door het hybride docentschap in te laten vullen door een team van vakmensen. Dat vraagt wel om andere vormen een nauwere samenwerking tussen het bedrijfsleven en het beroepsonderwijs dan nu gebruikelijk is.

Daartoe worden wel al stappen gezet. Dit gebeurt bijvoorbeeld in de vorm van technohubs in de sector metaal en metalektro. In een technohub werken onderwijs en bedrijfsleven in een regionale publiek-private samenwerking op het gebied van technologische innovaties in de vorm van kennisuitwisseling en scholing. In een hub kunnen medewerkers goed blijven in hun vak. Werkenden kunnen zich zo een leven lang kunnen ontwikkelen. Dit gebeurt niet in een traditionele schoolopzet, maar op nieuwe en hybride manieren die nauw aansluiten bij de actuele beroepspraktijk. Een technohub maakt innovaties regionaal toegankelijk. A+O Metalektro ondersteunt deze vormen van publiek-private samenwerking ook financieel.

Ook voor het initiële onderwijs ontstaat steeds vaker een vorm 'hybride leeromgeving vmbo-mbo-bedrijf'³², waarbij beroepsonderwijs en (opleidings)bedrijven gebruik maken van elkaars kennis, expertise en faciliteiten. In deze hybride leeromgeving wordt het onderwijs gegeven door een team van docenten en vakmensen uit het bedrijfsleven. Dat biedt een stimulans voor de verdere professionalisering van het vakgebied, en draagt bij aan het op peil houden van het kennisniveau van docenten. Daarmee biedt een nauwere samenwerking tussen het bedrijfsleven en het beroepsonderwijs kansen voor beiden.

Beroepsonderwijs als eindstation?

Nog te vaak geldt het beroepsonderwijs als eindstation: de student gaat tijdens of na de studie aan de slag bij een bedrijf waarna vooral de werkgever verder

³²Bron: Pijnenburg Techniek Scouting.



verantwoordelijk is voor de ontwikkeling als werknemer. Het contact met student stukt vaak zodra deze de opleiding verlaat. Het gevolg is dat beroepsgeschoolden minder geneigd zijn om door te leren; zij krijgen deze verwachting immers niet mee. Dit is echter erg belangrijk, aangezien de werkpraktijk voortdurend en vaak snel verandert. Voor het beroepsonderwijs is het echter een lastige taak om dit zelf aan te pakken: de vraag vanuit werkgevers is divers en het bekostigingsmodel van het beroepsonderwijs is weinig flexibel. Voor de inrichting van een beroepsonderwijs gericht op een leven lang ontwikkelen is (verdere) samenwerking tussen onderwijs en het bedrijfsleven daarom essentieel. Het beroepsonderwijs moet investeren in levenlang ontwikkelen en werkgevers kunnen helpen de benodigde flexibiliteit af te bakenen en deze ook (blijven) helpen bekostigen. Voor het beroepsonderwijs biedt dat kansen om een meer divers en toekomstgericht onderwijsaanbod te ontwikkelen.



7 Conclusies

De ontwikkelingen in de sector metaal en metaalektro spelen zich af langs twee lijnen. Enerzijds bevinden zich de domeinen 'constructie- en plaatwerk' en 'verspanen', en anderzijds staan de domeinen 'mechatronica' en 'elektrotechniek'. Voor beide lijnen geldt dat de ontwikkelingen ingegeven zijn door technologische innovatie en verschuivingen in de marktvraag. De uitwerking hiervan binnen beide lijnen is echter verschillend.

Binnen de **domeinen 'constructie- en plaatwerk' en 'verspanen'** werken bedrijven toe naar de verregaande automatisering van het productieproces. Dat begint met het automatiseren van repetitieve handmatige handelingen, gevolgd door het digitaliseren van de besturing van geautomatiseerde machines, om uiteindelijk al deze apparatuur aaneen te schakelen. Het resultaat is een volledig geautomatiseerd productieproces, geoptimaliseerd om de productiebuffers minimaal te houden. Dat biedt op diens beurt kansen om kosteffectief te voldoen aan de toenemende klantvraag naar *high mix, low volume* productie, gekenmerkt door de productie van kleine series specifieke producten.

In de verregaand geautomatiseerde werkplaats verliezen mensen niet hun plek, maar hun werk verandert wel. Steeds meer krijgen vakmensen een toezichhoudende taak met ondersteuning van technologie (processturing). Dit toezicht richt zich op het gehele proces, wat vraagt om technisch abstractievermogen. Wanneer het proces faalt, blijven vakinhoudelijke kennis en ervaring belangrijk. Een machine weet immers niet waarom iets al dan niet goed of fout gaat; dat is aan de mens om te bepalen. Zo ook zijn klanten afhankelijk van de specialistische kennis van vakmensen om hun gewenste maatwerk te realiseren.

Binnen de **domeinen 'mechatronica' en 'elektrotechniek'** richten de ontwikkelingen zich op een toename van technologie en het integreren van optica, sensoren en software in producten. Dit maakt het mogelijk om detailinformatie te ontsluiten over het functioneren van deze producten. Dat kan benut worden om mechatronische en elektrotechnische producten te koppelen, aan elkaar, maar ook aan het internet. Het leveren van totaaloplossingen en service op afstand behoort daarmee tot de mogelijkheden. Door de inzet van *machine learning* (kunstmatige intelligentie) en andere *data science* kan deze dienstverlening op een hoger niveau getild worden, en kan zelfs voorspellend onderhoud gerealiseerd worden. Dit om tegemoet te komen aan de groeiende klantenvraag naar gebruiksvriendelijkheid en snelheid.

Dit maakt kennis van meet- en regeltechniek belangrijker dan voorheen. Vakkrachten moeten weten hoe zij optica en sensoren kunnen integreren, afstellen en onderhouden. Dat vraagt ook steeds vaker om de beheersing van een brede diversiteit aan digitale skills, waaronder programmeervaardigheden, en skills met betrekking tot *data science* en dataveiligheid.

Ongeacht domein gelden communicatieve vaardigheden als steeds belangrijker wordende skills. De toenemende betrokkenheid van klanten in het productieproces, en de toenemende noodzaak tot afstemming met collega's en toeleveranciers over de productie, maakt dat tijdige communicatie essentieel is.



Het beeld welke skills in de toekomst van belang zijn, is in principe vrijwel gelijk wat betreft de “koploper”-bedrijven en de grote groep bedrijven die vaak wel innovatief zijn maar wat minder voorop lopen. De laatste groep hecht nog wat meer aan traditionele vaardigheden, terwijl de eerste wat meer vraagt van de communicatieve en digitale skills van de medewerkers, wat zich ook regelmatig vertaalt in een hoger opleidingsniveau (Mbo-plus respectievelijk Mbo4 in plaats van Mbo4 en Mbo2/3). De skills die in bij de koploperbedrijf nu en zeker binnen vijf jaar relevant zijn, worden dat bij de grote groep bedrijven over tien jaar. Het laatste lijkt een lange periode, maar is dat voor een beroepsonderwijs dat eerst aan kwalificaties moet sleutelen en daarna nog Mbo-ers moet opleiden, een vrij directe horizon.

In hoeverre het **beroepsonderwijs** kan voldoen aan deze veranderende vraag naar skills hangt af niet alleen af van de kwalificatiestructuur, maar ook van de mate waarin het de knelpunten in het onderwijsaanbod aanpakt. De ontwikkelingen binnen de sector, en vooral de toenemende digitalisering, bieden hier kansen. Het toenemende gebruik van user interfaces maakt het bijvoorbeeld mogelijk om de maakindustrie anders te profileren dan als vies en zwaar. Daarnaast maakt de groeiende beschikbaarheid van digital twins het voor studenten en docenten mogelijk te leren werken met machines zonder dat deze fysiek aanwezig hoeven te zijn. Belangrijk blijft desondanks wel om aandacht te blijven besteden aan een leercultuur van leven lang ontwikkelen, want de sector blijft in ontwikkeling, en wat de studenten voor morgen leert kan overmorgen alweer verouderd zijn. Het is dan ook belangrijk dat hoe het beroepsonderwijs verder ook ingericht wordt, dat dit flexibel gebeurt, zodat het beroepsonderwijs kan blijven inspelen op de veranderende vraag naar skills. Wendbaarheid in het beroepsonderwijs zorgt immers voor wendbare vakkrachten in het bedrijfsleven, het fundament van BV Nederland.

In het kader van dit onderzoek zijn wij geen echt nieuwe startersfuncties voor gediplomeerde schoolverlaters tegengekomen. De eisen aan de reguliere functies veranderen, bij het ene bedrijf sneller dan het andere. Over de hele linie moet deze snelheid niet worden overschat, maar gezien de lange termijn waarin het beroepsonderwijs moet denken, is daar toch werk aan de winkel.



Bijlage 1 Geïnterviewde experts

Koploperbedrijven

Bedrijf / organisatie	Naam	Functie
3D Makerszone	Kathelein Robouts	Onderwijscoördinator
AWL	Piet Mosterd	Directeur External Affairs
Festo	Dennis N. van Beers	Algemeen directeur
IJssel Techniek	Mark Peters	Innovatieversneller
MCM Marknesse	Cor van Vilsteren	Algemeen directeur
Mekano	Iwan Jacobs Paul Hunitetu	Algemeen directeur Recruiter
NK Profiel	Marjan Burggraaf	Algemeen directeur, eigenaar
Nucletron	Marco van Gijzen	Uitvoerend directeur
QING Mechatronics	Bram de Vrugt	Business manager
RAVO	Karel Goedkoop	Algemeen directeur
Smart Welding Factory	Jeroen Wevers	Projectleider
Suplacon	Jellard Koers	Algemeen directeur
Trumpf	Menko Eisma	Algemeen directeur
VAF Instruments	Leo Blankenstein Erik van Ballegooijen	Algemeen directeur Directeur R&D
Valk Welding	Remco Valk	Algemeen directeur, eigenaar
VDL/ETG Precision	Arie van Kraaij	Algemeen directeur
Vortech	Mark Roest	Algemeen directeur
World Class Maintenance	Roland van de Kerkhof	Projectleider
Zuidberg	Gert Leusink	Concerncontroller

Innovatie-experts

Organisatie	Naam	Functie
FME	Marije Bakker	Adviseur Smart Industry
FME	Susanne van der Velden	Programme Manager Smart Industry & Artificial Intelligence
KMU	Jo van der Put	Adviseur Teqnow
KMU	Peter van der Mars	Beleidssecretaris



Voorafgaand aan de interviews met de koploperbedrijven is een vacature-analyse uitgevoerd met behulp van de vacaturespider Jobfeed. Hiermee is in kaart gebracht hoe de vraag naar skills zich tussen 2017 en 2019 ontwikkeld heeft in de gehele sector metaal en metaalektro. In deze bijlage staan de belangrijkste conclusies uiteengezet van deze analyse. Om contractuele redenen beperken deze conclusies zich tot de hoofdlijnen.

1. Constructie- en plaatwerk

Professionele vaardigheden

Wat de beroepsgroep 'constructie- en plaatwerk' kenmerkt is de groeiende vraag naar lasvaardigheden. Dit geldt voor 'lassen' in het algemeen, maar ook voor specifiekere vormen zoals 'tig-lassen' en 'mig/mag-lassen'. Onverminderd belangrijk blijven ook 'metaalbewerking' en 'technisch tekenen'.

Krimp is te zien bij vaardigheden die aansluiten op 'montage', alhoewel dit afgezet staat tegenover een procentuele groei voor 'machinebouw', 'fabricage' en 'carrosserie'. Dit kan betekenen dat werkgevers specifieker zijn geworden in hun vraag naar montagevaardigheden. Zo ook worden de metalen waarmee men dient te werken vaker specifiek gespecificeerd, zoals blijkt uit de groeiende vraag naar 'aluminium' en 'constructiestaal'.

Onder de binnenkomers in de top 25 geldt 'automotive diensten' als de meest opvallende. Dit kan duiden op de diversifiëring van het werk van constructie- en plaatwerkers, welke nu mogelijk ook een sterkere dienstverlenende kant is gaan kennen.

Soft skills

In zowel 2017 als 2019 waren 'zelfmotivatie', 'werken in groepsverband', en 'aanpassingsvermogen' de drie meest gevraagde soft skills in vacatures voor de beroepsgroep 'constructie- en plaatwerk'. Ook de resterende top tien laat een grote mate van continuïteit zien met slechts beperkte verschuivingen. Meest in het oog springend is de groeiende waardering voor 'aandacht voor detail'. Daartegenover staat een krimpende vraag naar 'communicatie' en 'klantgerichtheid'. Dat laatste is opvallend gezien de stijgende vraag naar 'automotive diensten' onder de professionele vaardigheden. Dit suggereert dat een eventuele vraag naar dienstverlening niet uniform is voor de gehele beroepsgroep, maar hoogstwaarschijnlijk geconcentreerd is op dat deel dat actief is in de auto-industrie.

Buiten de top tien is slechts één stijger te identificeren die zowel in de ranking als procentueel steeg. Dat betreft de vraag naar 'betrouwbaarheid'. Daarentegen laat de subtop wel significante dalingen zien in de vraag naar andere soft skills. Zo is de vraag naar onder andere 'coördineren', 'creativiteit', 'coaching en begeleiding', 'leiderschap' en 'ondernemend' alleen gedaald, zowel in de ranking als procentueel.

Nieuw in de top 25 is de vraag naar 'vasthoudendheid' en 'betrouwbaarheid'. Vooral de vraag naar de eerste skills lijkt daarbij sterk te zijn gestegen.



Digitale vaardigheden

De ontwikkeling van vraag naar digitale vaardigheden binnen de beroepsgroep 'constructie- en plaatwerk' laat een grote mate van volatiliteit zien. De enige stabiele factor binnen dit cluster skills is de voortdurende vraag naar het Microsoft Office pakket. Ook de vraag naar vaardigheid in het werken met CAD-software blijft stabiel, alhoewel hier wel een verschuiving te zien is van AutoCAD naar Autodesk Revit.

In de resterende top 25 zijn de nodige verschuivingen te zien. Meest in het oog springend is de toenemende vraag naar vaardigheid in het werken met virtualisatie software, zoals 'VMware', 'virtualisatie', en 'Citrix'. Dit staat tegenover een afnemende vraag naar vaardigheden gericht op het werken met lokale servers, zoals 'local area networks', 'wide area networks' en 'terminal server'. Gepaard met de stijgende vraag naar kennis van 'Microsoft Azure', duidt dit op groeiende rol van SaaS-diensten in deze beroepsgroep.

2. Verspanen

Professionele vaardigheden

De beroepsgroep 'verspanen' laat in 2019 een grote mate van continuïteit ten opzichte van 2017 zien met slechts kleine onderlinge verschuivingen.

Net als toen is ook in 2019 kennis van 'machines' het meest gevraagd. Daarop volgt de vraag naar 'tekenen', dat zowel in de ranking als procentueel licht gestegen is. Gezamenlijke met de procentuele groei in de vraag naar 'technisch tekenen' duidt dit op een groeiende waardering voor tekenvaardigheden. De vraag naar 'metaalbewerking' is nagenoeg gelijk. De vraag naar 'PLC-programmering' is daarentegen iets weggezakt, maar onvoldoende verminderd om niet meer tot de top vijf te behoren.

Veranderingen zijn vooral te zien aan de onderkant van de top 25. Hier is een groeiende vraag naar 'technisch inzicht' en 'veiligheidsprincipes' te zien. Dit kan betekenen dat er een toenemende aandacht is voor de randvoorwaarden van verspaningstechniek. Ook voor praktische vaardigheden als 'constructie' en 'zagen' is een grotere vraag te zien, alhoewel beperkt. Daartegenover staat een verminderde vraag naar 'dimensionering' en 'CAD cam', waarmee voorbereidende vaardigheden van minder belang lijken te zijn geworden. Het sterkst gedaald is echter de vraag naar 'kwaliteitsmanagement'.

Nieuw in de top 25 is de vraag naar 'onderhoud'.

Soft skills

Voor de beroepsgroep 'verspanen' zijn de tien meest gevraagde soft skills in 2019 dezelfde als in 2017. Wel is de procentuele vraag naar al deze skills gedaald ten opzichte van 2017. Dit duidt erop dat deze skills in toenemende mate als vanzelfsprekende voorwaarden worden beschouwd voor de uitoefening van beroepen in deze beroepsgroep. Daarbij geldt wel dat de vraag naar 'professionele verantwoordelijkheid' en 'stress management' relatief sterker daalde dan de vraag naar de resterende soft skills. Mogelijk ligt hier een veranderende opvatting ten aanzien van zelfstandigheid aan ten grondslag.

Ook in de subtop zijn in 2019 dezelfde soft skills terug te vinden als in 2017. De verschuiving hierbinnen ogen echter meer volatiel dan in de top tien. Voor alle skills geldt echter dat de vraag hiernaar relatief is afgenomen ten opzichte van 2017. In de subtop zijn dan ook geen daadwerkelijke stijgers te identificeren; opwaartse bewegingen in de ranking zijn het gevolg van de sterkere daling in de vraag naar andere soft skills. Wat dat betreft valt de vraag naar 'creativiteit', 'betrouwbaar', 'coördineren', 'pragmatisch', en



'probleemoplossing' op. Voor al deze soft skills geldt dat de vraag hiernaar sterker afnam dan voor andere skills, met voor allen een daling in de algehele ranking tot gevolg.

Digitale vaardigheden

Voor de beroepsgroep 'verspanen' geldt dat nog steeds het meest gevraagd wordt naar vaardigheid in CAD-software. Daarbij is de vraag naar 'AutoCAD' licht gedaald, en de vraag naar 'Solidworks' zelfs sterk gedaald, terwijl de vraag naar 'Autodesk Inventor' licht is gestegen. Ook de vraag naar vaardigheid in office software blijft stabiel: zowel de vraag naar 'Microsoft Office' als 'Microsoft Excel' blijft relatief groot.

Verder laat de top 25 meest gevraagde digitale vaardigheden voor de beroepsgroep 'verspanen' een grote mate van volatiliteit zien. Naar veel van de vaardigheden waarnaar in 2017 gevraagd werd, wordt dat niet meer in 2019. De vraag naar de resterende vaardigheden laten ook een grote krimp zien. Zo is de vraag naar onder ander 'SAP applicaties', 'Microsoft Outlook', en 'grafische software' sterk gedaald.

Daarentegen heeft een groot aantal nieuwe digitale vaardigheden plaatsgenomen in de top 25. Zo is een stijgende vraag naar algemenere vaardigheden als 'grafische gebruikersinterface', en 'computervaardigheden' te zien. Ook is er aandacht voor 'nieuwe' software, zoals 'Adobe Photoshop' en 'Siemens NX'. Mogelijk interessant is ook de introductie van de vraag naar '3d printen'. Voor al deze vaardigheden geldt echter dat de vraag hiernaar relatief klein is. Het zal dan ook moeten blijken in hoeverre deze daadwerkelijk van belang blijken voor het beoefenen van beroepen in de beroepsgroep 'verspanen'.

3. Elektrotechniek

Professionele vaardigheden

Voor de beroepsgroep 'elektrotechniek' geldt dat de vraag naar kennis van 'elektrotechniek' onverminderd groot blijft. Ook een breder begrip van 'techniek' wordt nog steeds gewaardeerd, en zelfs in grotere mate dan in 2017. Dit is niet het geval voor 'machinebouw', waarnaar de vraag is afgenomen, genoeg om zowel in de ranking als procentueel te dalen. Daar staat een groei tegenover in de vraag naar 'gebouwentechiek'. Ook de vraag naar 'elektrische installaties' is gegroeid, alhoewel slecht procentueel. De groei van de vraag naar deze laatste twee vaardigheden suggereert desondanks een groeiende aandacht voor installatietechniek.

Wat verder opvalt, is de afnemende vraag 'onderhoud' en 'reparatie'. Dit staat afgezet tegenover een groeiende vraag naar 'montage', dat zowel in de ranking als procentueel is gegroeid. Dit impliceert een verschuiving van onderhoud naar nieuwe productie.

Opvallende stijgers in de top 25 zijn 'tekenen' en 'mechatronics'. Vooral het laatste is interessant aangezien dit een mogelijke vervaging tussen elektrotechniek en mechatronica aanduidt. Aan de andere kant, onder de dalers, valt de vraag naar 'rookmelders' en 'instrumentatie' op. Beide lieten een relatief sterke inkrimping zien. Dit zou kunnen betekenen dat de aandacht in de elektrotechniek aan het verschuiven is van kleine elektronica naar grote elektrische installaties.

Onder de binnenkomers in de top 25, valt de binnenkomst van 'Solar PV' op. Dit is een signaal dat zonnepanelen vaker worden gemaakt en gekocht.



Soft skills

In het geval van de beroepsgroep 'elektrotechniek' is de vraag naar soft skills stabiel gebleven. De zeven meest gevraagde soft skills in 2019 zijn dezelfde als in 2017. Wel geldt voor al deze soft skills dat de vraag hiernaar procentueel is afgenomen ten opzichte van 2017. Dit duidt er mogelijk op dat deze skills in toenemende mate als vanzelfsprekend worden beschouwd in de beoefening van een beroep uit deze beroepsgroep. Alleen 'stress management' en 'coördineren' zijn van plek verwisseld. Daarbij is te zien dat de vraag naar het eerst minder sterk is gedaald dan de vraag naar het tweede. Op plek tien is daarentegen wel een noemenswaardige verandering te zien. Verder is de vraag naar 'leergierig' procentueel sterk gestegen, terwijl de vraag naar 'analytisch denken' juist is gedaald.

In de subtop zijn enkele verschuivingen te zien, alhoewel het merendeel zich laat verklaren door de sterk stijgende vraag naar 'leergierig'. Zo zakten de vraag naar 'professionele vaardigheden' en 'leiderschap' in de ranking. De vraag naar beiden kromp ook procentueel in, maar dat is een trend die voor het grootste deel van de top 25 geldt. Een uitzondering geldt voor 'coaching en begeleiding', waarnaar de vraag weliswaar zakte, maar welke sterk genoeg bleef aanhouden om in de ranking te stijgen.

In de resterende top 25 is opnieuw voornamelijk continuïteit te zien. Waar verschuivingen te zien zijn betreft dit vooral plekverwisselingen als gevolg van een beperktere krimp in de vraag naar de ene skill dan de andere. Een uitzondering hierop vormt 'hard werken', waarnaar de vraag daadwerkelijk procentueel steeg.

In de top 25 zijn verder geen nieuwe soft skills te vinden.

Digitale vaardigheden

In beginsel laat de beroepsgroep 'elektrotechniek' een vergelijkbaar beeld zien met andere domeinen, met een relatief grote vraag naar digitale vaardigheden als 'Microsoft Office', 'Microsoft Excel' en 'SAP applicaties'. Binnen de elektrotechniek komt ook een vraag naar specialistische software naar voren, zoals 'AutoCAD' en 'SCADA'. Ook digitale vaardigheden aansluitend op elektrotechniek komen duidelijk naar voren, met een vraag naar 'systems engineering' en 'software engineering'. Met uitzondering van 'SCADA', geldt voor al deze vaardigheden dat de zij in 2019 dezelfde plek in de ranking innemen als in 2017.

Alleen lager in de ranking zijn verschuivingen te zien. Hierbij valt vooral de afname in 'scrum' op, waar tegenover de vraag naar 'agile methodologie' gestegen is. Dit kan betekenen dat het werk in de elektrotechniek in toenemende mate anders wordt georganiseerd. Ook de vraag naar 'Microsoft Windows' is gedaald, wat afgezet staat tegen de binnenkomst in de top 25 van vaardigheden als 'Drupal' en 'Web 2.0'. Hierin is mogelijk een verschuiving van native naar web technologieën te zien.

In de resterende top 25 zijn vooral neerwaartse bewegingen te zien. Zo is op het gebied van data-analyse een afnemende vraag te zien naar 'databases' (maar wel stijgend in ranking), 'data-analyse' en 'datanetwerken'. Ook om vaardigheid met specifieke software zoals 'Microsoft Outlook', 'Matlab', en 'SAP PM' wordt minder gevraagd.

Verder kenmerkt de top 25 meest gevraagde digitale vaardigheden in de elektrotechniek zich vooral door de introductie van nieuwe vaardigheden. Hieronder vallen zaken als 'big data', 'datacommunicatie', 'cloud computing' en 'informatiesystemen'. Het aandeel vacatures dat hierom vraagt is echter beperkt. Het zal dus moeten blijken of deze vraag aanhoudt.



6. Mechatronica

Professionele vaardigheden

Binnen de top tien van de beroepsgroep 'mechatronica' zijn slechts kleine verschuivingen te zien ten opzichte van 2017. Net als toen voert de vraag naar 'onderhoud' en 'elektrotechniek' de ranking aan. Daaronder volgen 'reparatie' en 'machinebouw', daarmee wel in omgekeerde volgorde als 2017. Dat impliceert echter geen grote omslag; de verschillen zijn klein. De enige noemenswaardige verandering in de top tien heeft zich voorgedaan in de vraag naar mechatronics, dat zowel in de ranking als procentueel is gestegen. Dit kan betekenen dat werkgevers mechatronicavaardigheden explicieter zijn gaan herkennen en benoemen.

Verder in de ranking valt de groeiende vraag naar 'gereedschappen' op. Dit duidt op een grotere vraag naar vaardigheid in het werken met specifieke gereedschappen. Ook gestegen is de vraag naar 'automotive diensten' en 'gebouwenteknik', wat duidt op een grotere vraag naar mechatronica vanuit de auto- en installatie-industrie (bijv. liftinstallaties).

De vraag naar 'consultancy' blijkt zowel in ranking als procentueel het sterkst te zijn gedaald. Zo is ook de vraag naar 'administratie' ingekrompen. Beiden gelden als vaardigheden waarnaar vooral gevraagd wordt in vacatures gericht op hoger opgeleiden. Hier is dus mogelijk sprake van enige downskilling.

Wat tot slot opvalt, is de binnenkomst in de top 25 van de vaardigheid 'tekenen'.

Soft skills

Voor de beroepsgroep 'mechatronica' geldt dat de vraag naar soft skills zich kenmerkt door een grote mate van continuïteit. De top drie laat zien dat de vraag net als in 2017 nog steeds vooral uitgaat naar 'zelfmotivatie', 'werken in groepsverband', en 'servicegerichtheid'. Daaronder valt op dat de vraag naar 'aanpassingsvermogen' inmiddels groter is dan de vraag naar 'communicatie', alhoewel voor beiden geldt dat deze vraag procentueel wel is afgenomen. Hetzelfde verhaal gaat op voor de soft skills 'gepassioneerd' en 'stress management', die op plek zeven en acht van plaats zijn gewisseld. Wat binnen de top tien verder opvalt, is de binnenkomst van de vraag naar 'leergierig', alhoewel dit vooral het gevolg is van een sterk afnemende vraag naar 'analytisch denken'.

In de subtop blijkt opnieuw dat de vraag naar soft skills vergelijkbaar is gebleven met 2017. Dit betekent dat de vraag naar 'creativiteit', 'professionele verantwoordelijkheid', 'interpersoonlijke vaardigheden', en 'probleemoplossing' heeft aangehouden. Het is pas daaronder, vanaf plek 16, dat aanzienlijke verschuivingen zich hebben voorgedaan.

In het oog springende stijgers in de subtop zijn 'betrouwbaar', 'vasthoudend', en 'coaching en begeleiding'. Voor al deze soft skills geldt echter opnieuw dat hun stijging in de ranking eerder het gevolg is van de sterkere inkrimping in de vraag naar andere soft skills. Onder deze stijgers zijn soft skills te zien als 'hard werken', 'pragmatisch' en 'leiderschap'.

Nieuw in de top 25 is de vraag naar 'positieve instelling'.

Digitale vaardigheden

Op het eerste gezicht wijkt de beroepsgroep 'mechatronica' wat betreft de vraag naar digitale vaardigheden niet af van doorsnee beroepsgroepen. Concreet vertaalt dit zich in een aanhoudende top drie van business software, zoals 'Microsoft Office', 'Microsoft Excel', en 'SAP applicaties'. Daaronder volgt echter de vraag naar 'SCADA', specialistisch software gericht op het registreren van meet- en signaalgegevens. De vraag hiernaar is als één van



de vaardigheden in de top 25 procentueel gestegen, wat betekent dat hier een daadwerkelijk groeiende vraag naar is. Ook de groeiende vraag naar 'servicebus' valt op, welke eveneens in zowel ranking als procentueel is stegen. Dit impliceert een groeiende vraag naar digitale dienstverlening op afstand.

Daarentegen kenmerkt de top 25 meest gevraagde digitale vaardigheden zich vooral door inkrimping. Zeven vaardigheden die in 2017 nog tot deze top behoorden, doen dat inmiddels niet meer. Daarnaast laten tal van digitale vaardigheden een krimpende vraag zien. Dit is het geval voor algemenere softwarevaardigheden, zoals 'Microsoft Windows' en 'Microsoft Outlook', maar ook voor specialistische vaardigheden, zoals 'AutoCAD'. Ook generalistischere digitale vaardigheden, waaronder 'reliability engineering' en 'datanetwerken', lieten een krimp zien.

Stijgers zijn ook te identificeren. Zo is de vraag naar 'service manager' en 'system engineering' allebei zowel in de ranking als procentueel gestegen. De vaardigheden naar 'data-analyse' en 'software applicaties' is eveneens gestegen, maar enkel in de ranking.

Onder de nieuwkomers in de top 25 is een verscheidenheid aan digitale vaardigheden te zien, waaronder 'informatiesystemen', 'SAP PM', 'CAD', 'Drupal' en 'VOIP'. Geen van deze is sterk aan elkaar verwant. Ook geldt dat de vraag naar al deze vaardigheden beperkt is. De tijd zal dus moeten leren in hoeverre de vraag hiernaar aanhoudt.



Resultaten van de enquête

B3.1 Steekproef

Voor de enquête zijn de leden van FME en de Koninklijke Metaalunie benaderd. De FME benaderde 2.000 leden direct, en de Koninklijke Metaalunie zette een open link uit onder diens 14.000 leden. Potentiële respondenten hadden tweeënhalve week de tijd gehad om te reageren, van 17 september 2020 tot 5 oktober 2020. Binnen deze periode zijn de aangeschreven bedrijven één keer gerappelleerd. Dat leidde uiteindelijk tot een respons van 87 bedrijven. Uitgesplitst naar domein en achtergrondkenmerken zag de respons er als volgt uit:

Tabel B1 Kenmerken van responderende bedrijven

	Constructie- en plaatwerk	Verspanen	Mechatronica	Elektro- techniek
Algemeen*				
Aantal	40	21	16	21
Aandeel	46,0%	24,1%	18,4%	24,1%
Grootte				
Micro	15,0%	38,1%	20,0%	10,0%
Klein	47,5%	19,1%	46,7%	50,0%
Middelgroot	30,0%	28,6%	26,7%	25,0%
Groot	7,5%	14,3%	6,7%	15,0%
Demografie				
<i>Gemiddeld aandeel werknemers jonger dan 30 jaar</i>	28,0%	22,1%	29,2%	29,7%
<i>Gemiddeld aandeel werknemers ouder dan 55 jaar</i>	28,5%	29,8%	24,9%	26,1%

* Respondenten is de mogelijkheid geboden meerdere domeinen op te geven als domein waarin zij werkzaam zijn. De aantallen tellen daarmee niet op tot 87, en aandelen niet tot 100%.

De respondenten vertegenwoordigen vooral kleine bedrijven. 46% van alle respondenten is werkzaam bij een kleinbedrijf. Ook een uitsplitsing naar domein onderstreept dit beeld. Een uitzondering hierop vormt het domein 'verspanen', waarbinnen microbedrijven het grootste aandeel voor diens rekening nemen. Anderzijds is dit ook het domein met een relatief groot aandeel aan grootbedrijven, net als het domein 'elektrotechniek'.

De responderende bedrijven kenmerken zich door een iets groter aandeel werknemers ouder dan 55 jaar (28%) dan het aandeel werknemers jonger dan 30 jaar (25%). Binnen het domein 'constructie- en plaatwerk' gaan deze aandelen nagenoeg gelijk op. Voor het domein 'verspanen' geldt het tegenovergestelde; daar is de algehele trend versterkt, met een kleiner aandeel aan jongeren, en een groter aandeel aan ouderen. Bij de domeinen 'mechatronica' en 'elektrotechniek' is dan weer een omkering te zien, met een relatief groter aandeel aan werknemers jonger dan 30 jaar, en een kleiner aandeel werknemers ouder dan 55 jaar.



B3.1 Constructie en plaatwerk



Tabel 2: Vakinhoudelijke skills- Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Basis metaalbewerking algemeen	Zeer hoog 97,50%	↔	Belangrijker voor micro bedrijven	Belangrijker in bedrijven met groter aantal ouderen en gemiddeld aantal jongeren	Mbo3 89% Mbo2 78% Mbo4 56%	Mbo2 (1) Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Vijlen	Hoog 67,50%	↔	Geen groot verschil	Relatief belangrijker in bedrijven met veel jongeren en groter aantal ouderen	Mbo3 100% (2)	Mbo2 (2) Mbo3 (2) Mbo4 (2) Mbo-plus/Ad (2)
Boren	Hoog 77,50%	↔	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen Wat minder belangrijk voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo3 100%	Mbo3 (2) Mbo4 (2) Mbo-plus/Ad (3)
Tappen	Hoog 77,50%	↔	Minder belangrijk voor grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen Wat minder belangrijk voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo3 100%	Mbo4 (2) Mbo-plus/Ad (2)
Kanten	Zeer hoog 90,00%	↔	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met: - gemiddeld aantal jongeren en weinig ouderen - Weinig jongeren en veel ouderen	Mbo3 90% Mbo2 50% Mbo4 50%	Mbo3 (1) Mbo4 (2) Mbo-plus/Ad (1)
Basis montage	Zeer hoog 95,00%	↔	Belangrijker voor micro bedrijven	Relatief belangrijker in voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren en een groter aandeel ouderen	Mbo3 88% Mbo2 63%	-



Materiaalkennis	Zeer hoog 97,50%	↔	Belangrijker voor micro en grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven Weinig jongeren en veel ouderen	Mbo3 100% Mbo2 77% Mbo4 62%	-
Basis lastechniek	Zeer hoog 90,00%	↔	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met: - Veel jongeren - Weinig jongeren en veel ouderen	Mbo3 78% Mbo2 78%	-
Specifieke lastechnieken	Hoog 72,50%	↔ ↑	Belangrijker voor micro bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met: - Een groot aandeel jongeren - Een klein aandeel jongeren en groot aandeel ouderen	Mbo3 100% Mbo4 59%	-
Basis spuittechniek	Laag 32,50%	↔	Belangrijker voor micro bedrijven Minder belangrijk in de grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven een groter aandeel jongeren of ouderen	Mbo3 100% Mbo2 50% (2) Mbo4 50% (2)	Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Hydrauliek	Laag 47,50%	↔ ↑	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven een groter aandeel jongeren of ouderen	Mbo3 71% Mbo4 57%	Mbo2 Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Pneumatiek	Laag 45,00%	↔ ↑	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo3 86% Mbo4 57% Mbo-plus/Ad 57%	Mbo2 Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Opspantechniek	Redelijk 55,00%	↔	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo3 100%	-
Kennis van lijmverbindingen	Redelijk 50,00%	↑	Geen groot verschil	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo3 83% Mbo4 67% Mbo-plus/Ad 50%	-






Tabel 3: Technische skills- Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d voorstellingsvermogen	Hoog 85,00%	↑	Relatief wat belangrijker voor micro en grote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met hoger aantal jongeren	Mbo3 67% Mbo4 81% Mbo-plus/Ad 57%	-
Rekenen en wiskunde	Hoog 85,00%	↔	Relatief belangrijker voor micro en middelgrote bedrijven	Relatief belangrijker in bedrijven met hoger aantal jongeren	Mbo2 63% Mbo3 82% Mbo4 72%	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Technische tekeningen aanpassen	Redelijk 62,50%	↔↑	Relatief minder belangrijk voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 60% Mbo4 90% Mbo-plus/Ad 60%	Mbo3 (1) Mbo4 (1)
Technische tekeningen maken	Redelijk 55,00%	↔↑	Relatief belangrijker voor micro en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 75% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 63%	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Technische tekeningen lezen	Zeer Hoog 95,00%	↔	Relatief belangrijker voor micro en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 87% Mbo3 87% Mbo4 60%	-
Tekstbegrip	Zeer Hoog 90,00%	↔↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo2 63% Mbo3 94% Mbo4 63% Mbo-plus/Ad 50%	Mbo2 (1) Mbo3 (1)



Storing zoeken	Hoog 77,50%		Relatief belangrijker voor micro en kleine bedrijven	Relatief belangrijker in bedrijven met: <ul style="list-style-type: none"> - overgemiddeld aantal ouderen en - ondergemiddeld aantal jongeren en overgemiddeld aantal ouderen 	Mbo3 100% Mbo4 73%	-
----------------	----------------	---	---	---	-----------------------	---



Tabel 4: Algemene skills- Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Co-engineering	Redelijk 55%	↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 64% Mbo4 91%	Mbo4 (1)
Nederlandse Taal	Zeer hoog 100%	↔	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo2 83% Mbo3 83% Mbo4 79%	-
Engelse taal	Hoog 75%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 64% Mbo3 86% Mbo4 79%	Mbo4 (1)
Andere vreemde talen	Zeer laag 15%	↔	Relatief wat belangrijker voor kleine bedrijven	Geen verschil	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)	-
Rapportage	Hoog 72,5%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 58% Mbo4 79%	-
Veiligheidsbewustzijn	Zeer hoog 100%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor kleine en middelgrote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 76% Mbo3 81% Mbo4 71% Mbo-plus/Ad 52%	-
Ergonomie	Hoog 87,5%	↔ ↑	Relatief wat belangrijker voor kleine en middelgrote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 71% Mbo3 82% Mbo4 82% Mbo-plus/Ad 59%	-
Duurzaam gedrag	Zeer hoog 92,5%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren	Mbo2 78% Mbo3 89% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 63%	-



Brede Inzetbaarheid	Zeer hoog 100%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 78% Mbo3 91% Mbo4 75%	-
---------------------	-------------------	-----	---	--	----------------------------------	---



Tabel 5: Soft skills- Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Communicatief zijn naar collega's	Zeer hoog 97,50%	↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 76% Mbo3 92% Mbo4 84% Mbo-plus/Ad 76%	-
Communicatief zijn naar leveranciers en afnemers	Hoog 72,50%	↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo3 82% Mbo4 82% Mbo-plus/Ad 65%	-
Aan collega's zaken kunnen uitleggen	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo3 92% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 72%	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Flexibiliteit	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Geen groot verschil	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 83% Mbo3 97% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 66%	-
Kwaliteitsbesef	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Geen groot verschil	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 81% Mbo3 96% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 77%	-
Leergierigheid	Zeer hoog 95,00%	↑ ↑	Geen groot verschil	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 78% Mbo3 96% Mbo4 78% Mbo-plus/Ad 70%	-
Multidisciplinair samenwerken	Hoog 87,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 63% Mbo3 78% Mbo4 85%	-



					Mbo-plus/Ad 78%	
Oplossingsgerichtheid	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Wat belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 62% Mbo3 92% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 73%	-
Proactieve instelling	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 77% Mbo3 92% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 73%	-
Slimmer willen werken	Zeer hoog 97,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 74% Mbo3 96% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 82%	-
Procesmatig denken	Zeer hoog 92,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo3 73% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 81%	-
Verantwoordelijkheidsgevoel	Zeer hoog 97,50%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 74% Mbo3 96% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 78%	-
Zelfstandigheid	Zeer hoog 97,50%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 57% Mbo3 100% Mbo4 81% Mbo-plus/Ad 67%	-



Tabel 6: Digitale skills- Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Kennis van wat mogelijk is met robotica	Redelijk 62,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een gemiddeld aantal jongeren en een gemiddeld/hog aantal ouderen	Mbo3 72% Mbo4 72%	Mbo4 (1)
Procesbeheersing en -controle	Redelijk 67,50%	↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 58% Mbo4 89% Mbo-plus/Ad 53%	-
Programmeren (algemeen)	Redelijk 60,00%	↑	Wat belangrijker voor micro- en middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 63% Mbo4 81% Mbo-plus/Ad 75%	Mbo2 (1) Mbo3 (1)
Programmeren van fabricage-instructies	Redelijk 57,50%	↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 63%	Mbo3 (1)
Sturingstechniek	Redelijk 50,00%	↔	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 50%	-
Ladderdiagram kunnen lezen	Laag 30,00%	↔	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo3 100% Mbo4 67%	-
Werken met digitale tekeningen/metingen i.p.v. papieren tekeningen/metingen	Zeer hoog 92,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een lager aantal jongeren	Mbo2 62% Mbo3 86% Mbo4 69%	Mbo2 (1) Mbo3 (1)



Dataveiligheid (bewustzijn)	Hoog 82,50%	↑↑	De relevantie groeit met de bedrijfs grootte	Belangrijker voor bedrijven met een lager aantal jongeren en hoger aantal ouderen	Mbo2 63% Mbo3 67% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 54%	-
--------------------------------	----------------	----	---	--	---	---



Tabel 7: Skills voor gebruik van nieuwe technologieën - Constructie en plaatwerk

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d printing	Zeer Laag 15,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 0% Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 100%	-
3d metal printing	Laag 30,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 63% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 88%	Mbo3 (1) Mbo4 Mbo-plus/Ad
Artificial Intelligence	Laag 27,50%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 60% Mbo4 90% Mbo-plus/Ad 100%	-
VR	Laag 27,50%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 80%	-
Digital twinning	Zeer Laag 15,00%	↑ ↑	Onvoldoende informatie	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Augmented reality	Laag 20,00%	↑ ↑	Wat belangrijker voor microbedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 88% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 75%	-



B3.2 Verspaning



Tabel 8: Vakinhoudelijke skills- Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder Belangrijker voor:
Basis metaalbewerking algemeen	Zeer hoog 95,24%	↔	Geen verschil	Belangrijker voor bedrijven met een hoog aantal jongeren	Mbo3 100% Mbo2 80% Mbo4 60%	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Vijlen	Hoog 71,43%	↓ ↔	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met veel jongeren Minder belangrijk voor bedrijven met een kleiner aantal jongeren en ouderen	Mbo3 100% Mbo2 50% Mbo4 50%	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100% Mbo3 80% Mbo2 60%
Boren	Hoog 76,19%	↔	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een hoog aantal jongeren	Mbo3 100% Mbo2 50% (1) Mbo4 50% (1)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%
Tappen	Hoog 80,95%	↔	Relatief belangrijker voor micro-, kleine en middelgrote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met een hoog aantal jongeren	Mbo3 100% Mbo2 50% (1) Mbo4 50% (1) Mbo-plus/Ad 50% (1)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%
Kanten	Hoog 66,67%	↔	Relatief belangrijker voor micro-, middelgrote en grote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met een hoog aantal jongeren	Mbo3 100% Mbo2 67% (2)	Mbo2 (1) Mbo-3 (1) Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%
Basis montage	Hoog 76,19%	↔	Relatief wat belangrijker voor kleine en middelgrote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met met een hoog aantal jongeren en ouderen	Mbo3 100% Mbo2 67% (2)	-
Basis verspanen	Zeer hoog 95,24%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro-, kleine en middelgrote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met met een hoog aantal jongeren en ouderen	Mbo3 100% Mbo2 75% Mbo4 63%	-



Materiaalkennis	Zeer hoog 95,24%	↑	Geen groot verschil	Belangrijker in bedrijven met met een hoog aantal jongeren en ouderen	Mbo3 91% Mbo4 91% Mbo2 73%	-
Precisietechniek	Hoog 71,43%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Belangrijker in bedrijven met met een hoog aantal jongeren en ouderen	Mbo3- 92% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 50%	-



Tabel 9: Technische skills- Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d voorstellingsvermogen	Hoog 80,95%	↑	Geen groot verschil	Belangrijker in bedrijven met kleiner aantal jongeren	Mbo4 83% Mbo3 58%	-
Rekenen en wiskunde	Hoog 76,19%	↔	Relatief wat belangrijker voor microbedrijven	Geen groot verschil	Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 80%	-
Technische tekeningen aanpassen	Redelijk 61,90%	↔	Relatief belangrijker voor microbedrijven	Belangrijker in bedrijven met kleiner aantal jongeren	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 50%	-
Technische tekeningen maken	Redelijk 52,38%	↔	Relatief belangrijker voor microbedrijven	Wat belangrijker in bedrijven met klein aantal jongeren	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 67%	-
Technische tekeningen lezen	Zeer Hoog 90,48%	↔	Relatief belangrijker voor microbedrijven	Wat belangrijker in bedrijven met klein aantal jongeren	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 67%	-
Tekstbegrip	Hoog 85,71%	↔	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo2 71% Mbo3 86% Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 71%	-
Storing zoeken	Hoog 76,19%	↔↑	Geen groot verschil	Wat belangrijker in bedrijven met klein aantal jongeren	Mbo3 88% Mbo4 88%	-



Tabel 10: Algemene skills- Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Co-engineering	Redelijk 52,38%	↑	Relatief wat belangrijker voor middelgrote grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 57% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 71%	-
Nederlandse Taal	Zeer hoog 95,24%	↔	Geen groot verschil	Geen groot verschil	Mbo2 100% Mbo3 100% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Engelse taal	Hoog 80,95%	↔	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo2 80% Mbo3 80% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Andere vreemde talen	Laag 23,81%	↔	Geen verschil	Geen groot verschil	-	-
Rapportage	Hoog 66,67%	↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo3 56% Mbo4 89% Mbo-plus/Ad 78%	-
Veiligheidsbewustzijn	Zeer hoog 95,24%	↔	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 88% Mbo3 88% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Ergonomie	Hoog 85,71%	↔	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 75% Mbo3 75% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-







Duurzaam gedrag	Zeer hoog 90,48%		Relatief belangrijker voor middel- en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 90% Mbo3 90% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 90%	-
Brede Inzetbaarheid	Zeer hoog 95,24%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 81% Mbo3 81% Mbo4 87% Mbo-plus/Ad 56%	-



Tabel 11: Soft skills- Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Communicatief zijn naar collega's	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 70% Mbo3 80% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Communicatief zijn naar leveranciers en afnemers	Redelijk 57,14%		Relatief wat belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 83% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Aan collega's zaken kunnen uitleggen	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 80% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 70%	-
Flexibiliteit	Zeer hoog 90,48%		Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 92% Mbo3 100% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 85%	-
Kwaliteitsbesef	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 79% Mbo3 86% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 79%	-
Leergierigheid	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 83% Mbo3 92% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 92%	-
Multidisciplinair samenwerken	Hoog 85,71%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 69% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 92%	-



Oplossingsgerichtheid	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 60% Mbo3 90% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 90%	-
Proactieve instelling	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 80% Mbo3 90% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Slimmer willen werken	Zeer hoog 90,48%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 78% Mbo3 100% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 89%	-
Procesmatig denken	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 92%	-
Verantwoordelijkheidsgevoel	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 70% Mbo3 90% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Zelfstandigheid	Zeer hoog 90,48%		Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 67% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-



Tabel 12: Digitale skills- Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Kennis van wat mogelijk is met robotica	Redelijk 66,67%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100%	-
Procesbeheersing en -controle	Hoog 85,71%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een gemiddeld of ondergemiddeld aandeel jongeren	Mbo3 50% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 67%	-
Programmeren (algemeen)	Redelijk 66,67%	↑	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 55% Mbo4 91% Mbo-plus/Ad 55%	-
Programmeren van fabricage-instructies	Hoog 76,19%	↑	Relatief belangrijker voor micro- en middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 70%	-
Sturingstechniek	Hoog 71,43%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 71% Mbo-plus/Ad 71%	-
Ladderdiagram kunnen lezen	Laag 38,10%	↔	Geen groot verschil	Geen groot verschil	Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)	-
Werken met digitale tekeningen/metingen i.p.v. papieren	Zeer hoog 95,24%	↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 58% Mbo3 83% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 58%	-



tekeningen/m etingen						
Dataveiligheid (bewustzijn)	Hoog 80,95%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 55% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 82%	-



Tabel 13: Skills voor gebruik van nieuwe technologieën – Verspaning

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d printing	Laag 23,81%	↑ ↑	Belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
3d metal printing	Laag 33,33%	↑ ↑	Belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 50% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 100%	-
Artificial Intelligence	Laag 38,10%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 57% Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 100%	-
VR	Laag 28,57%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 50% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 83%	-
Digital twinning	Laag 23,81%	↑ ↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Augmented reality	Laag 28,57%	↑ ↑	Belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 83% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 83%	-



B3.3 Mechatronica



Tabel 14: Vakinhoudelijke skills- Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Data science vaardigheden	Redelijk 50%	↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 80%	-
Integratie van systemen	Hoog 81,251 %	↑ ↑	Belangrijker voor miicro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 88%	-
Kennis van accu's	Laag 37,5%	↑	Belangrijker voor kleine bedrijven (Toekomst lager relevantie voor grote bedrijven)	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 75%	Mbo2 (1) Mbo3 (1)
Meet- en regeltechniek	Zeer hoog 93,75%	↑	Wat belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 56% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 78%	-
Werking van sensoren	Zeer hoog 93,75%	↑	Belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 67% Mbo4 83% Mbo-plus/Ad 75%	-
Reparatie	Zeer hoog 93,75%	↑	Belangrijker voor kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 63% Mbo4 82%	Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)



			(Toekomst lager relevanti voor grote bedrijven)			
Optica	Laag 37,5%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo2 50% Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-



Tabel 15: Technische skills- Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d voorstellingsvermogen	Zeer Hoog 93,75%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met bovengemiddeld en ondergemiddeld aantal jongeren	Mbo3 55% Mbo4 82% Mbo-plus/Ad 64%	Mbo4 (1)
Rekenen en wiskunde	Redelijk 62,50%	↔	Relatief belangrijker voor micro-, kleine en middelgrote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met: Bovengemiddeld en ondergemiddeld aantal jongeren	Mbo2 50% Mbo3 50% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 75%	-
Technische tekeningen aanpassen	Hoog 68,75%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro-, kleine en middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	Mbo2 (1) Mbo3 (2) Mbo4 (2) Mbo-plus/Ad (1)
Technische tekeningen maken	Redelijk 62,50%	↔	Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 75%	-
Technische tekeningen lezen	Zeer Hoog 93,75%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor kleine en middelgrote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel van ouderen	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 57%	-
Tekstbegrip	Zeer Hoog 93,75%	↑	Relatief belangrijker voor kleine en middelgrote en grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 60% Mbo4 90% Mbo-plus/Ad 80%	-



Storing zoeken	Zeer Hoog 93,75%	↑	Relatief belangrijker voor micro-, kleine en grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 73% Mbo4 91% Mbo-plus/Ad 64%	Mbo2 (1) Mbo3 (1)
----------------	------------------------	---	--	---------------------	---	----------------------



Tabel 16: Algemene skills- Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Co-engineering	Redelijk 56,25%	↔↑	Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo2 60% Mbo3 60% Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 80%	-
Nederlandse Taal	Zeer hoog 93,75%	↔	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een gemiddeld aandeel jongeren en een groter aandeel ouderen	Mbo2 60% Mbo3 60% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Engelse taal	Zeer hoog 93,75%	↔↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren en een groter aandeel ouderen	Mbo3 63% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 88%	-
Andere vreemde talen	Zeer laag 6,25%	↔	Geen groot verschil	-	-	-
Rapportage	Hoog 75%	↑↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren en een groter aandeel ouderen	Mbo3 56% Mbo4 78% Mbo-plus/Ad 78%	-
Veiligheidsbewustzijn	Zeer hoog 100%	↔	Relatief belangrijker voor kleine bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een gemiddeld aandeel jongeren	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Ergonomie	Hoog 68,75%	↔	Relatief belangrijker voor kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 75%	-
Duurzaam gedrag	Hoog 81,25%	↑↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel jongeren	Mbo2 55% Mbo3 72% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-



Brede Inzetbaarheid	Hoog 87,5%	↑↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een gemiddeld aandeel jongeren	Mbo2 53% Mbo3 77% Mbo4 77% Mbo-plus/Ad 62%	-
---------------------	---------------	----	--	--	---	---



Tabel 17: Soft skills- Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Communicatief zijn naar collega's	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo2 54% Mbo3 69% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 92%	-
Communicatief zijn naar leveranciers en afnemers	Hoog 87,50%	↑ ↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo3 50% Mbo4 90% Mbo-plus/Ad 80%	-
Aan collega's zaken kunnen uitleggen	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 73% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 90%	-
Flexibiliteit	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met hoger aandeel ouderen	Mbo2 50% Mbo3 71% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 80%	-
Kwaliteitsbesef	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 53% Mbo3 73% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 80%	-
Leergierigheid	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 53% Mbo3 73% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Multidisciplinair samenwerken	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 71% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 86%	-



Oplossingsgerichtheid	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met hoger aandeel jongeren	Mbo2 58% Mbo3 75% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Proactieve instelling	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 54% Mbo3 62% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 92%	-
Slimmer willen werken	Zeer hoog 93,75%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 50% Mbo3 67% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Procesmatig denken	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 58% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 83%	-
Verantwoordelijkheidsgevoel	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 54% Mbo3 69% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 85%	-
Zelfstandigheid	Zeer hoog 93,75%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 64% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 82%	-



Tabel 18: Digitale skills- Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Kennis van wat mogelijk is met robotica	Laag 31,25%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor kleine en middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Procesbeheersing en -controle	Zeer hoog 87,50%	↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 60%	Mbo2 (1) Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
Programmeren (algemeen)	Redelijk 56,25%	↑	Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 88%	Mbo-plus/Ad (1)
Programmeren van fabricage-instructies	Redelijk 56,25%	↔ ↑	Relatief minder belangrijk voor middelgrote en grote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 100%	-
Sturingstechniek	Zeer hoog 93,75%	↔ ↑	Wat belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een groter aantal ouderen	Mbo4 71% Mbo-plus/Ad 71%	-
Ladderdiagram kunnen lezen	Laag 43,75%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor kleine bedrijven	Geen groot verschil	Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)	Mbo4 (1)
Werken met digitale tekeningen/metingen i.p.v. papieren tekeningen/metingen	Zeer hoog 100%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 91% Mbo-plus/Ad 55%	Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad(1)



Dataveiligheid (bewustzijn)	Hoog 68,75%	↑↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 63% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 63%	Mbo2 (1) Mbo3 (1) Mbo4 (1) Mbo-plus/Ad (1)
--------------------------------	----------------	----	---	------------------------	---	---



Tabel 19: Skills voor gebruik van nieuwe technologieën – Mechatronica

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d printing	Laag 37,50%	↑ ↑	Relatief wat belangrijker voor middelgrote bedrijven (t.ov. micro- en kleine bedrijven)	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 100%	-
3d metal printing	Laag 25,00%	↑ ↑	Relatief wat belangrijker voor middelgrote bedrijven (t.o.v. kleine bedrijven)	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 67% Mbo-plus/Ad 100%	-
Artificial Intelligence	Laag 31,25%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
VR	Redelijk 50,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor de grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 88%	-
Digital twinning	Laag 18,75%	↑ ↑	Belangrijker voor de kleine en grote bedrijven dan voor de microbedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Augmented reality	Laag 31,25%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor de kleine, middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 60% Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 80%	-




B3.5 Elektrotechnik



Tabel 20: Vakinhoudelijke skills- Elektrotechniek








	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Data science vaardigheden	Redelijk 52,38%	↑	Relatief belangrijker voor kleine bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met kleiner aandeel jongeren	Mbo4 89% Mbo-plus/Ad 89%	-
Integratie van systemen	Hoog 85,71%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren en gemiddeld aantal ouderen	Mbo3 50% Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 64%	-
Hoogspanning	Laag 47,62%	↔	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen groot verschil	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 50%	-
Kennis van accu's	Redelijk 52,38%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met gemiddeld aantal jongeren en ouderen	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 67%	-
Laagspanning	Hoog 80,95%	↔	Geen groot verschil	Geen groot verschil	Mbo3 50% (1) Mbo4 100% (2) Mbo-plus/Ad 50% (1)	-
Meet- en regeltechniek	Zeer hoog 100,00%	↔ ↑	Geen groot verschil	Belangrijker voor bedrijven met laag of gemiddeld aantal ouderen	Mbo3 64% Mbo4 91% Mbo-plus/Ad 73%	-
Netwerktechniek	Redelijk 57,14%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 67% Mbo4 89% Mbo-plus/Ad 78%	-



Werking van sensoren	Zeer hoog 95,24%		Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 86% Mbo4 79% Mbo-plus/Ad 71%	-
----------------------	---------------------	---	--	------------------------	---	---



Tabel 21: Technische skills- Elektrotechniek

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d voorstellingsvermogen	Hoog 80,95%		Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met: - Bovengemiddeld en ondergemiddeld aantal jongeren	Mbo3 55% Mbo4 82% Mbo-plus/Ad 64%	-
Rekenen en wiskunde	Hoog 80,95%		Relatief belangrijker voor microbedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een bovengemiddeld en gemiddeld aantal jongeren en weinig ouderen	Mbo2 60% Mbo3 60% Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 60%	-
Technische tekeningen aanpassen	Hoog 66,67%		Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Technische tekeningen maken	Redelijk 61,90%		Relatief belangrijker voor micro- en kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 80%	-
Technische tekeningen lezen	Zeer Hoog 95,24%		Relatief minder belangrijk voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 57%	-
Tekstbegrip	Zeer Hoog 95,24%		Relatief minder belangrijk voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 50% Mbo3 57% Mbo4 64% Mbo-plus/Ad 57%	-
Storing zoeken	Zeer Hoog 100,00%		Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een bovengemiddeld aantal jongeren en ouderen	Mbo3 69% Mbo4 69%	-



Tabel 22: Algemene skills- Elektrotechniek

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Co-engineering	Redelijk 52,38%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 56% Mbo4 100%	-
Nederlandse Taal	Zeer hoog 95,24%	↔	Geen groot verschil	Geen groot verschil	Mbo2 67% Mbo3 67% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Engelse taal	Hoog 85,71%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 63% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 75%	-
Andere vreemde talen	Zeer laag 19,05%	↔	Geen verschil	-	-	-
Rapportage	Hoog 80,95%	↑ ↑	Wat belangrijker voor grote bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een kleiner aantal jongeren	Mbo3 75% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 82%	-
Veiligheidsbewustzijn	Zeer hoog 100%	↔ ↑	Wat belangrijker voor kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 64% Mbo3 64% Mbo4 91% Mbo-plus/Ad 82%	-
Ergonomie	Hoog 66,67%	↔	Relatief belangrijker voor kleine bedrijven	Relatief belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel ouderen	Mbo2 60% Mbo3 60% Mbo4 80% Mbo-plus/Ad 60%	-
Duurzaam gedrag	Hoog 76,19%	↑ ↑	Wat belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een kleiner aandeel jongeren en een groter aandeel ouderen	Mbo2 71% Mbo3 79% Mbo4 86%	-



					Mbo-plus/Ad 79%	
Brede Inzetbaarheid	Zeer hoog 90,48%	↑↑	Wat belangrijker voor grote bedrijven	Belangrijker voor bedrijven met een groter aandeel ouderen	Mbo2 69% Mbo3 75% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 81%	-



Tabel 23: Soft skills- Elektrotechniek

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Communicatief zijn naar collega's	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 64% Mbo3 64% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 86%	-
Communicatief zijn naar leveranciers en afnemers	Zeer hoog 90,48%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor kleine, middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 50% Mbo3 67% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Aan collega's zaken kunnen uitleggen	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 50% Mbo3 75% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 83%	-
Flexibiliteit	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 64% Mbo3 71% Mbo4 79% Mbo-plus/Ad 71%	-
Kwaliteitsbesef	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 69% Mbo3 77% Mbo4 85% Mbo-plus/Ad 77%	-
Leergierigheid	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor kleine, middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 64% Mbo3 71% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 79%	-



Multidisciplinair samenwerken	Zeer hoog 95,24%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor kleine, middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 69% Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 75%	-
Oplossingsgerichtheid	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief wat belangrijker voor kleine en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 57% Mbo3 71% Mbo4 79% Mbo-plus/Ad 79%	-
Proactieve instelling	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 71% Mbo3 64% Mbo4 79% Mbo-plus/Ad 79%	-
Slimmer willen werken	Zeer hoog 95,24%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 71% Mbo3 71% Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 79%	-
Procesmatig denken	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 57% Mbo4 86% Mbo-plus/Ad 79%	-
Verantwoordelijkheidsgevoel	Zeer hoog 100,00%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo2 57% Mbo3 64% Mbo4 93% Mbo-plus/Ad 86%	-
Zelfstandigheid	Zeer hoog 95,24%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 67% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 83%	-



Tabel 24: Digitale skills- Elektrotechniek

	Huidig e vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
Kennis van wat mogelijk is met robotica	Laag 33,33%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en middelgrote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100%	-
Procesbeheersing en -controle	Zeer hoog 80,95%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor middelgrote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een groter aantal ouderen	Mbo4 100%	-
Programmeren (algemeen)	Redelijk 61,90%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor microbedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 78%	-
Programmeren van fabricage-instructies	Redelijk 66,67%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor microbedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo4 88% Mbo-plus/Ad 63%	-
Sturingstechniek	Zeer hoog 95,24%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een groter aantal ouderen	Mbo4 82%	-
Ladderdiagram kunnen lezen	Redelijk 52,38%	↔ ↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon	Mbo3 50% Mbo4 50%	-
Werken met digitale tekeningen/meningen i.p.v. papieren tekeningen/meningen	Zeer hoog 90,48%	↔ ↑	Relatief belangrijker voor micro- en grote bedrijven	Geen duidelijk patroon	Mbo3 55% Mbo4 64%	-



Dataveiligheid (bewustzijn)	Hoog 80,95%	↑ ↑	Relatief belangrijker voor grote bedrijven	Wat belangrijker voor bedrijven met een kleiner aantal jongeren	Mbo3 67% Mbo4 92% Mbo-plus/Ad 75%	-
--------------------------------	----------------	-----	---	--	---	---



Tabel 25: Skills voor gebruik van nieuwe technologieën - Elektrotechniek

	Huidige vraag	Toekomstige vraag	Toekomst: verschillen naar bedrijfsgrootte	Toekomst: verschillen naar leeftijd van personeel	Belangrijker voor:	Minder belangrijk voor:
3d printing	Laag 38,10%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 71%	-
3d metal printing	Laag 33,33%	↑ ↑	Geen groot verschil	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 50% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 83%	-
Artificial Intelligence	Laag 28,57%	↑ ↑	Wat belangrijker voor de kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 67% Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
VR	Laag 42,86%	↑ ↑	Belangrijker voor grote bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 78% Mbo-plus/Ad 78%	-
Digital twinning	Laag 23,81%	↑ ↑	Belangrijker voor kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo4 100% Mbo-plus/Ad 100%	-
Augmented reality	Laag 38,10%	↑ ↑	Wat belangrijker voor kleine bedrijven	Geen duidelijk patroon (meeste info niet beschikbaar)	Mbo3 63% Mbo4 75% Mbo-plus/Ad 88%	-



Bijlage 4 Literatuurlijst

- ATEX, *Atex Richtlijnen*. , 2020, op <https://www.atexcertificaat.nl/wat-is-atex/atex-richtlijnen/>
- Attune. *Het verschil tussen skills, drijfveren, talenten en competenties*. , 2020, op <https://www.attune.nl/het-verschil-tussen-skills-drijfveren-talenten-en-competenties/>
- Bakker, J.; Bruinen de Bruin, Y.; Hogendoorn, E.; Kooi, M.; Palmen, N.; Salverda, J., Traas, T.; Sijm, D. (2015). Progress report on New or Emerging Risks of Chemicals (NERCs). Bilthoven: RIVM. , 2020, op <https://www.rivm.nl/publicaties/progress-report-on-new-or-emerging-risks-of-chemicals-nercs>
- Blom, H. (2017). Een leven lang leren: retoriek versus de praktijk, *VakWerk*. , 2020, op <https://www.beteronderwijsnederland.nl/vakwerk/2017/02/een-leven-lang-leren/>
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A., Subramaniam, A. (2018). Skill shift: Automation and the future of the workforce. *McKinsey Global Institute Discussion Paper*. , 2020, op <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce#>
- Bulling, K., Aalst van der, M. (2020). *Inventarisatie van acute personeelstekorten en -overschotten. Arbeidsmarkteffecten coronacrisis. Update 26 juni 2020*. , 2020, op <https://www.uwv.nl/overuww/Images/acute-personeelstekorten-en-overschotten-26-juni.pdf>
- CIRCO (2020). *Circulair ondernemen tijdens de coronacrisis – Maakindustrie*. , 2020, op <https://www.circonl.nl/circulair-ondernemen-tijdens-de-coronacrisis-maakindustrie/>
- Competentie voorbeelden. *Competenties voorbeelden: Wat is een competentie?* , 2020, op <https://www.competentiesvoorbeelden.nl/voorbeelden-van-vaardigheden>.
- Eerste Kamer (2012), *Sectorrapportage Metaal*., 2020, op https://www.eerstekamer.nl/overig/20120705/sectorrapportage_metaal/meta
- Elektronisch platform voor volwasseneneducatie in Europa (EPALE), *Leven Lang Ontwikkelen in de Metalektro met behulp van opleidingen ingeschaald in NLQF*. , 2020, op <https://epale.ec.europa.eu/nl/content/leven-lang-ontwikkelen-de-metalektro-met-behulp-van-opleidingen-ingeschaald-nlqf>
- Federatie Nederlandse Vakbeweging (FNV), (2020b), *Metaal*. , 2020, op <https://www.fnv.nl/cao-sector/metaal>
- FME (2020). *Coronacrisis: hoe nu verder*. , 2020, op <https://www.metaalnieuws.nl/wp-content/uploads/2020/04/FME-Corona-agenda.pdf>
- Folmer, W., (2013). *De metaalmedewerker van morgen*. Opleidings- en ontwikkelingsfonds Metaalbewerking. , 2020, op <https://www.oom.nl/getmedia/04996c47-9425-4de0-ad62-e41c5c9dcb88/De-metaalmedewerker-van-morgen.pdf>
- Freese, C., Dekker, R., Kool, L., Dekker, F. & Est, R. van (2018). *Robotisering en automatisering op de werkvloer – bedrijfskeuzes bij technologische innovaties*. Den Haag: Rathenau Instituut.
- Geertsma, P., (2018). *Wat is Metalektro?* , 2020, op <https://www.technischwerken.nl/kennisbank/arbeidsvoorwaarden-kennisbank/wat-is-metalektro/>
- Grijpstra, D., Bolle, H., Driessen, T. (2019). *Belemmeringen Leven Lang Ontwikkelen*. Zoetermeer: Panteia , 2020, op https://www.tweedekamer.nl/sites/default/files/atoms/files/panteia_c12300_eindrapp_ort_belemmeringen_levenlang_ontwikkelen_def_002.pdf
- Grijpstra, D., Meuwissen, J. (2020), *Bijlagen bij: Scenarió's voor de ontwikkeling van de arbeidsmarkt in Zuid-Nederland*, Zoetermeer: Panteia. , 2020, op



https://noordoostbrabantwerkt.nl/wp-content/uploads/2020/09/20200702_SON_Bijlage-2-1_Scenarios-voor-de-ontwikkeling-van-de-arbeidsma....pdf

ING (2020). *Nowcast: Corona en het effect op de industrie.* , 2020, op <https://www.ing.nl/zakelijk/kennis-over-de-economie/uw-sector/industrie/nowcast-corona-effect-op-industry.html>

James loopbaan (2020) *Metaal & Techniek.* , 2020, op <https://jamesloopbaan.nl/sectoren/metaal/>

Keuning, A.. *Het verschil tussen digitale transformatie en digitalisering? Digitalisering is iets anders dan digitale transformatie.* , 2020, op <https://www.upstream.nl/digitale-transformatie/is-verschil-digitale-transformatie-en-digitaliseren/>

Loon (2020), *Aandachtspunten sector 12 Metaal en techniek.* , 2020, op https://www.loon.nl/loon/Sector_12_Metaal_en_techniek/Juiste_subcategorie_12_Metaal_en_techniek.html

M. van Veenendaal B.V (2020). *Nieuwe bewijzen: lasrook kan longkanker veroorzaken.* , 2020, op <https://www.veenendaalbv.nl/nieuws/nieuwe-bewijzen-lasrook-kan-longkanker-veroorzaken/>

Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (NRO), (2016). *Skills voor de toekomst: een onderzoeksagenda.* , 2020, op <https://www.nro.nl/wp-content/uploads/2016/12/Skills-voor-de-toekomst-een-onderzoeksprogramma.pdf>

Rijnland, (2019), *Toekomstverkenning opleidingen metaal en metalektro: Eindrapport voor FME en Koninklijke Metaalunie*, Rijnland Advies.

Rijnland, (2019), *Eindrapport Toekomstverkenning beroepsopleidingen metaal en metalektro*, Rijnland Advies

Topsectoren. *Sleutel naar technologie.* , 2020, op <https://www.rathenau.nl/nl/digitale-samenleving/robotisering-en-automatisering-op-de-werkvloer>

World Economic Forum (2020). *Jobs of Tomorrow. Mapping Opportunity in the New Economy.* , 2020, op http://www3.weforum.org/docs/WEF_Jobs_of_Tomorrow_2020.pdf

PWC (2018). *De toekomst van werk 2030. Een wake-upcall voor organisaties, burgers en overheid.* , 2020, op <https://www.pwc.nl/nl/dienstverlening/people-and-organisation/documents/pwc-de-toekomst-van-werk-2030.pdf>

SER Commissie Robotisering en Arbeid (2019). *Effecten van technologisering op de arbeidsmarkt, een kennisdocument. Kennisdocument Maart 2019.* , 2020, op <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/overige-publicaties/2019/technologisering-arbeidsmarkt.pdf>

Went, R.; Kremer, M.; Knottnerus A.. (2015). *De robot de baas. De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk. WRR-Verkenning nr. 31.*

MaakIndustrie (2020). *'Fabrikanten zetten door Coronacrisis in op industriële automatisering.* , 2020, op <https://www.maakindustrie.nl/nieuws/algemeen/fabrikanten-zetten-door-coronacrisis-in-op-industriële-automatisering/>



Inleiding

Voor de inrichting van het beroepsonderwijs is het van groot belang inzicht te hebben in de skills die over 5 en 10 jaar gevraagd worden aan werknemers in de sector metaal en metaalektro. Er is de nodige informatie over die gevraagde skills bekend maar die is vaak "hoog over". Er is behoefte aan een meer gedetailleerde invulling, waar het beroepsonderwijs mee aan de slag kan.

Met dit onderzoek wil de FME/Koninklijke Metaalunie het beroepsonderwijs van input vanuit de kant van de werkgevers voorzien. Het is namelijk van belang dat het beroepsonderwijs zoveel mogelijk aansluit bij de beroepspraktijk. Daarom is het erg belangrijk dat u aan dit onderzoek meewerkt.

U heeft voor de vragenlijst ongeveer 15-20 minuten nodig.

1. Wat is de functie van de respondent?
 - (algemeen) Directeur
 - HR adviseur
 - Bedrijfsleider
 - Anders, namelijk...
 - Achtergrondkenmerken met inhoudelijke relevantie**
2. In welke richting/vakgebied is het bedrijf voornamelijk werkzaam? (meerdere antwoorden mogelijk)
 - Verspaning/precisietechnologie
 - Constructie- en plaatwerk
 - Elektrotechniek
 - Mechatronics
 - Anders, namelijk...

Verspaning: conventioneel draaien en frezen en instellen, kanten

Constructie/plaatwerk: buigen, kanten, lassen, lassymbolen, soorten lassen, lasspanningen en lasvolgorde

Elektrotechniek: simpele schema's lezen, bedradingen maken, lampen, opnemers, sensoren aansluiten, onderdelen benoemen

Mechatronics: combinatie van elektrotechniek, werktuigbouwkunde en meet- en regeltechniek

3. Op welk niveau stromen nieuwe medewerkers meestal in uw bedrijf (meerdere antwoorden mogelijk)?
 - VMBO/MBO1/MBO2
 - MBO3
 - MBO4
 - MBO-plus/AD
 - HBO
 - WO



Verwachte ontwikkelingen skills in de komende 5 à 10 jaar

4. We noemen hieronder een aantal skills waarover medewerkers in metaal- en metaalektrobedrijven zouden moeten beschikken.
Over welke skills/competenties zouden nieuwe medewerkers op de werkvloer de komende 5 tot 10 jaar moeten beschikken? En bij welke van deze skills zou dat meer en bij welke zou dat minder het geval moeten zijn?
Als u dit niet meteen exact weet, geeft u dan een inschatting.

Voor iedere skill die relevant kan zijn voor het bedrijf – dwz altijd de algemene skills en de skills die horen bij het bij vraag 2. genoemde vakgebied - gelden volgende antwoordmogelijkheden:

Is deze skill voor uw medewerkers van belang?

- Ja
- Nee

Indien ja: Wordt deze skill de komende 5 tot 10 jaar in uw bedrijf meer of minder belangrijk voor medewerkers op de bedrijfsvloer?

Wordt veel belangrijker	Wordt belangrijker	Blijft even belangrijk	Wordt minder belangrijk	Wordt veel minder belangrijk

Indien ja: Voor welk niveau instroom wordt deze skill <<antwoord uit tabel>>?
(meer antwoorden mogelijk)

- Mbo2
- Mbo3
- Mbo4
- MBO-plus/Associate Degree

NB: het kan zijn dat een bepaalde skill voor het ene niveau belangrijker wordt en voor het andere minder belangrijk. Ter wille van de hanteerbaarheid van de vragenlijst vragen wij alleen op welke niveaus de ontwikkeling van het belang aansluit bij het algemene beeld.

NB We gaan nog een manier verzinnen om dit grafisch aantrekkelijk voor te leggen. Dit is ook afhankelijk van de vragenlijstprogramma's waar FME en KMU beschikking over hebben.



A. Skills bij alle domeinen

Deze skills worden aan alle bedrijven voorgelegd.

Digitale skills

Kennis van wat mogelijk is met robotica
Procesbeheersing en -controle
Programmeren (algemeen)
Programmeren van fabricage-instructies
Sturingstechniek
Ladderdiagram kunnen lezen
Werken met digitale tekeningen/metingen i.p.v. papieren tekeningen/metingen
Dataveiligheid (bewustzijn)

Algemene skills

Co-engineering
Nederlandse taal
Vreemde talen: Engels
Andere vreemde talen
Rapportage
Veiligheidsbewustzijn
Ergonomie
Duurzaam gedrag
Brede inzetbaarheid

Technisch inzicht

3d voorstellingsvermogen
Rekenen en wiskunde
Technische tekeningen aanpassen
Technische tekeningen maken
Technische tekeningen lezen
Tekstbegrip
Storing zoeken

Skills mbt nieuwe technologieën

3d printing
3d metal printing
Artificial Intelligence
VR
Digital twinning
Augmented reality



B. Skills bij Verspaning

Vanaf hier worden de skills alleen voorgelegd als de bedrijven actief zijn in het betreffende domein (vraag 2)

Basis metaalbewerking algemeen
Vijlen
Boren
Tappen
Kanten
Basis montage
Basis verspanen
Materiaalkennis
Precisietechniek

C. Skills bij Constructie/plaatwerk

Basis lastechniek
Specifieke lastechnieken
Basis metaalbewerking algemeen
Vijlen
Boren
Tappen
Kanten
Basis montage
Basis spuittechniek
Materiaalkennis
Hydrauliek
Pneumatiek
Opspantechniek
Kennis van lijmverbindingen

D. Skills bij Elektrotechniek

Data science vaardigheden
Integratie van systemen
Hoogspanning
Kennis van accu's
Laagspanning
Meet- en regeltechniek
Netwerktechniek
Werking van sensoren

E. Skills bij Mechatronics

Data science vaardigheden
Integratie van systemen
Kennis van accu's
Meet- en regeltechniek
Reparatie
Optica
Werking van sensoren



F. Soft skills

Deze skills worden weer aan alle bedrijven voorgelegd.

Communicatief zijn naar collega's
Communicatief zijn naar leveranciers en afnemers
Aan collega's zaken kunnen uitleggen
Flexibiliteit
Kwaliteitsbesef
Leergierigheid
Multidisciplinair samenwerken
Oplossingsgerichtheid
Proactieve instelling
Slimmer willen werken
Procesmatig denken
Verantwoordelijkheidsgevoel
Zelfstandigheid

5. Zijn er nog andere skills die in de komende 5 tot 10 jaar voor de medewerkers op de werkvloer belangrijker of minder belangrijk worden?

- Ja
- Nee

6. Indien 'ja', welke skills zijn dat dan?

(open antwoord, meer antwoorden mogelijk)

Voor iedere genoemde skill:

Wordt deze skill de komende 5 tot 10 jaar in uw bedrijf meer of minder belangrijk?

Wordt veel belangrijker	Wordt belangrijker		Wordt minder belangrijk	Wordt veel minder belangrijk

7. Indien ja: Voor welk niveau instroom wordt deze skill <<antwoord uit tabel>>? (meer antwoorden mogelijk)

- Mbo2
- Mbo3
- Mbo4
- Mbo-plus/Associate Degree



Algemene achtergrondkenmerken

8. Hoeveel medewerkers waren er februari 2020 (voor de coronacrisis) werkzaam in uw bedrijf (opgeteld: arbeidscontract onbepaalde tijd, bepaalde tijd, flex, BBL)?
- 0 tot 5
 - 5 tot 10
 - 10 tot 50
 - 50 tot 100
 - 100 tot 500
 - 500 of meer
9. Hoeveel van deze medewerkers waren februari 2020 werkzaam in de productie productie?
.. medewerkers
10. Welk deel van deze medewerkers is ouder dan 55 jaar?
Als u het niet precies weet, is dat weer niet erg. Geef dan alstublieft een schatting
... %
11. Welke deel van de medewerkers is jonger dan 30 jaar?
Geef svp ook weer een schatting als u het niet precies weet.
... %

Dit is het einde van de vragenlijst. Erg bedankt voor uw medewerking.

