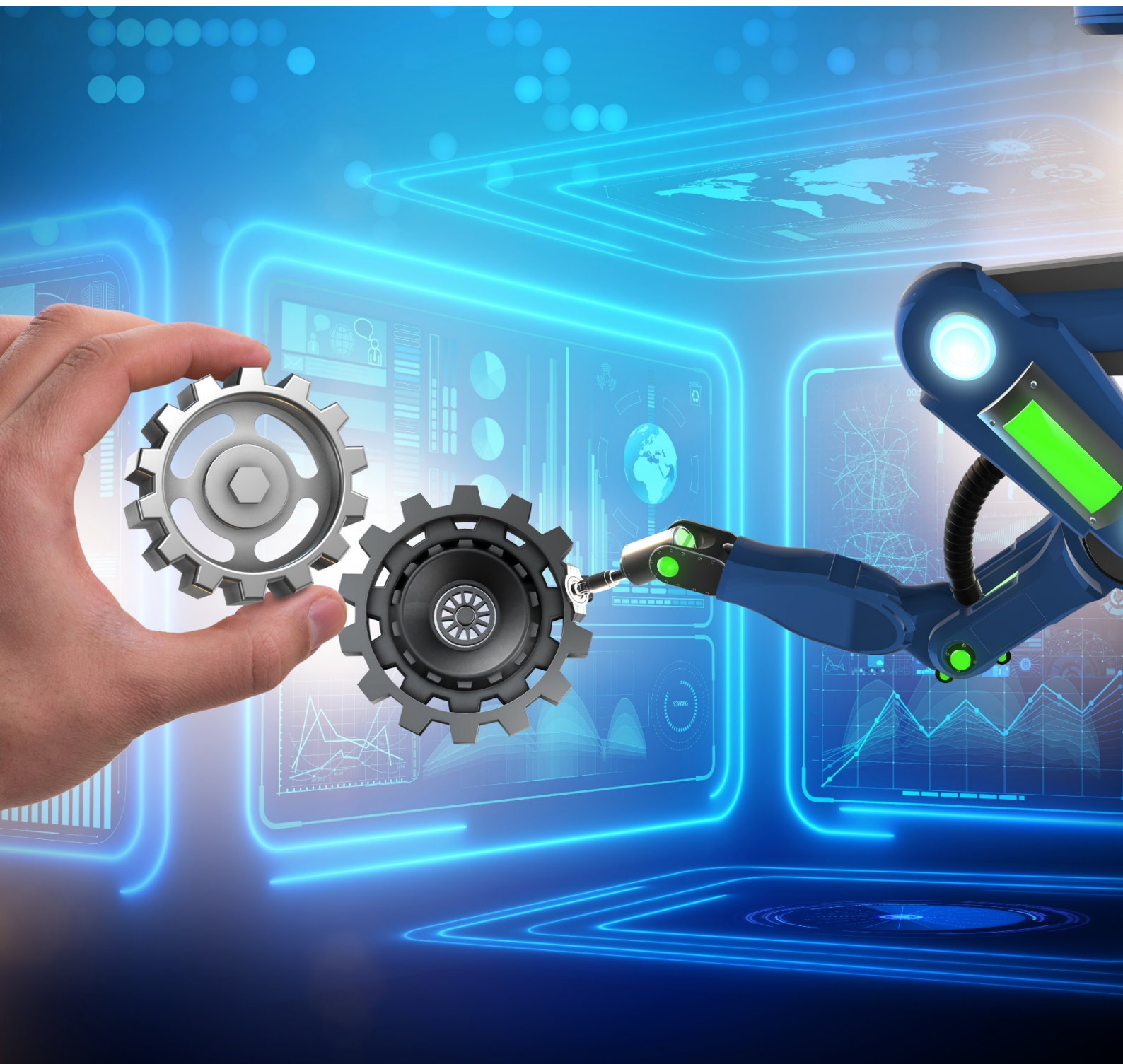


# Betydning af 3D print og hyperfleksibel automation for IU-målgruppens fremtidige AMU-behov



## Indhold

Formål .....	3
Hovedresultater .....	3
Analysedesign og datakilder .....	6
Afreportering .....	9
Teknologiernes aktuelle og forventede udbredelse.....	10
"Take-off punkt" .....	13
Overvejelser om arbejdskraft og kompetencekrav som følge af HFA, robotter og 3D-print i produktionen .....	14
Kompetencebehov omsat til nøgle- og delkompetencer.....	18
IU's udbud af relevante kurser og uddannelsesstrukturer .....	20
IU udbud vs kompetencebehov udløst af HFA, robotter og 3D print .....	23
Fremadrettet udviklingsperspektiv .....	29
Bilag 1. Metode- Koncept for virksomhedscasebesøg .....	30
Bilag 2. Oversigt over ekspertinterviews .....	33

## Formål

Metalindustriens Uddannelsesudvalg (MI) og Industriens Fællesudvalg (IF), som sammen er organiseret i Industriens Uddannelser (IU), ønsker via en analyse at afdække, hvilken konkret betydning den teknologiske udvikling inden for hyperfleksibel automation (HFA), robotter og 3D print har for IU-målgruppens AMU-uddannelsesbehov nu og i de kommende år.

Baggrunden for analysen er udviklingen i retning af Industri 4.0 i fremstillingsindustrien, som afsætter sig i nye investeringer og deraf afledte nye kompetencebehov hos virksomheder og ansatte indenfor IU's område.

Analysen af konsekvenserne af Industri 4.0 for kompetencebehov er styret af bl.a. følgende spørgsmål:

- Hvad betyder implementeringen af flere fuldautomatiske anlæg for kompetenceprofilerne hos operatører og teknikere?
- Hvilke konsekvenser får øget automatisering, produktivitet og effektivisering for organisering af arbejdet – med særligt fokus på nye roller og opgaver for operatører og teknikere?
- Øget automatisering – stiller det nye krav til kompetencer inden for vedligehold, dokumentation og dataopsamling?

Hovedformålet med analysen af konsekvenserne af Industri 4.0 for kompetencebehov, er at få en vurdering af:

- Hvor godt IU's udbud dækker de udpegede kompetencebehov? Er der behov for tilpasning og/eller nyudvikling af nye tilbud?

## Hovedresultater

### **Implementeringen af Industri 4.0 går langsommere end ofte antaget, og der mangler kvalificeret arbejdskraft**

Analysen viser, at de kompetencemæssige krav, der udspringer af hyperfleksibel automatisering (HFA), robotter og 3D-printning i den danske fremstillingsindustri, generelt ikke inden for de næste år giver anledning til radikalt nye roller og jobprofiler for operatører og teknikere.

Samtidig ser det ud til, at implementeringen af Industri 4.0 teknologierne går langsommere, end mange antager.

Der er imidlertid et stigende problem med mangel på specifikt kvalificeret arbejdskraft indenfor f.eks. robotter, især i virksomheder der er beliggende i geografiske delarbejdsmarkeder, som er ramt af demografisk omstilling, og hvor der er en tilbagegang i udbuddet af kvalificeret arbejdskraft, typisk Midt- og Vestjylland.

Manglen på kvalificeret arbejdskraft udgør sammen med et stigende pres på virksomhedernes konkurrenceevne et øget incitament til at satse på hyperfleksibel automatisering, robotter og - på sigt

3D-print i produktionen. En øget satsning på HFA vil gøre det muligt at øge arbejdsproduktivitet og kvalitet af produkter til lave konkurrencedygtige enhedspriser.

Virksomhederne har fokus på at sikre høj produktionsmæssig opetid, primært ved at arbejde for lav omstillingstid, og på at undgå utilsigtede/uventede produktionsstop. Der er i denne sammenhæng en stigende opmærksomhed på den rolle, anvendelsen af data kommer til at spille fremover, og på at det er en selvstændig kompetence på alle niveauer i virksomheden, at kunne forholde sig analytisk til data. Det sker i et marked præget af "mass-customerization", dvs. stadig mindre produktserier, som forudsætter større produktionsfleksibilitet. Dertil kommer behov for et lavt kassationsniveau, dvs. høj kvalitetssikring og løbende samlet ressourceoptimering.

Implementeringen af Industri 4.0 teknologier vil uden tvivl øge virksomhedernes produktivitet, men kun hvis de har medarbejdere, der er tilstrækkeligt velkvalificerede. Analysen viser, at der er grund til at forvente yderligere effekter på arbejdsproduktivitet. Det må forventes, at der fremover vil ske en substitution af arbejdskraft med kapital. En robot kan erfaringsmæssigt i gennemsnitlig erstatte 2-3 traditionelle operatørjob. Det er værd at bemærke, at de beskæftigede generelt ikke bliver afskediget som følge af HFA baseret på robotter<sup>1</sup>, men der foretages ikke nyansættelser i samme omfang, som de produktivitetsgvinster der realiseres. De tilbageblivende medarbejdere har derefter andre - ofte udvidede – arbejdsopgaver, som forudsætter et andet kompetencemix end tidligere.

Virksomhederne er, når det gælder implementeringen af de udvalgte teknologier, i stort omfang afhængig af relativt få specialiserede medarbejdere (10-15 pct. af medarbejderne) og vælger derudover meget ofte at anvende ekstern leverandørservice og eksterne private kursusudbud i et relativt stort omfang.

Samlet set viser analysen, at der er et løbende behov for en opkvalificering af en central del af de beskæftigede i fremstillingsindustrien, så de matcher med de fremtidige kompetencekrav, der udspringer af implementeringen af HFA, robotter og 3D-print.

Analysen udpeger følgende nøglekompetencer som relevante for operatører og teknikere<sup>2</sup>:

- Optimering af opetid på automatiske anlæg
- Fejlfinding, -retning og -analyse
- Kalibrering af eksisterende anlæg til ændrede/nye vilkår
- Mindset og awareness for automatisering (inc. kvalitetsbevidsthed)
- Datahåndtering
- Planlægning
- Betjening, optimering, modellering og programmering
- Videnoverførsel, instruktion og træning
- Drift og vedligehold af robotter og 3D printere
- Opbygning og udvikling af nye automationsløsninger

---

<sup>1</sup> Wolfgang Dauth o.a. "German Robots, the impact on Industrial Robots on Workers, sept. 2017

<sup>2</sup> Se opstilling af delkompetencer på den enkelte nøglekompetencer p. 19-20

## **IU's udbud er relevant, men aktiviteten er relativt begrænset**

Analysen viser, at IU's udbud af relevante kurser og uddannelsesstrukturer helt generelt indholdsmæssigt flugter med hovedparten af de udpegede nøgle- og delkompetencer. IU's kursusaktivitet er samtidig relativt begrænset<sup>3</sup>. Det er vurderingen, at kursusaktiviteten ikke er på niveau med, hvad der må forventes at være både relevant, muligt og nødvendigt, hvis Industri 4.0 skal realiseres uden al for store forsinkelser i de næste 3-5 år.

### **Opmærksomhedspunkter ift. indholdet af IU's udbud**

Der er behov for at undersøge en række delkompetencer nærmere mhp. en toning og tilpasning af kurserne, så de klarere afspejler de behov, der udspringer af implementeringen af HFA og robotter, f.eks. via en toning af arbejdets organisering i forhold til forskellige tekniskfaglige kontekster.

Der er en omfattende udfordring relateret til datahåndtering, hvor stigende kompleksitet, krav om sikkerhed og markante dokumentationskrav manifesterer sig i behov for nye kompetencer til at håndtere kvalitetsproblemer i dataforsyningen.

Der er også, i kølvandet på digitalisering og det store uudnyttede potentiale i at udnytte produktionsdata til at skabe værdi for virksomheden, konkret behov for et større udbud inden for aktiviteten datahåndtering og (måske) for at understøtte en rolle som dataintegrator i produktionen.

Der er, fordi virksomhederne i meget stort omfang anvender sidemandsoplæring, hvor læringskæden langt fra altid er solid, behov for at se på hele området omkring sidemandsoplæring. Der bør derfor være en stor fremadrettet opmærksomhed på mulighederne i mixed reality som læringsmedie og som supplement til traditionel kursusafvikling. Industri 4.0 bør kort sagt også slå igennem i læringsformerne.

Differentieringen af roller mellem operatører indbyrdes og mellem operatører og teknikere i ft HFA og robotteknologi betyder, at der er niveauforskelle i behov for ny viden, færdigheder og kompetence – og at der følgelig er behov for at adressere disse forskellige niveauer via tilpasning og udvikling af udbud.

Endelig er 3D-print fortsat et nyt og uprøvet felt, men det vil vinde indpas (inden for ca. 5 år). Der er bl.a. på et overordnet kompetenceniveau behov for viden om design i 3D-print, der kan udnytte fordelene ved 3D-print. På et generisk niveau er der ikke mindst behov for kompetencer, der giver indsigt i ny funktionalitet og på et operationelt niveau er der bl.a. behov for kompetencer om post-processing af 3D-print i metal, plast samt vedligeholdelse af 3D-printere. Der er generelt brug for at følge udviklingen tæt.

I det følgende redegøres der for analysedesign, datakilder og den analyse-mæssige baggrund for hovedresultaterne samt de skitserede opmærksomhedspunkter.

---

<sup>3</sup> Det ligger uden for nærværende rapport's opgavebeskrivelse at analysere årsagerne til den begrænsede aktivitet, men det bør indgå i IUs videre overvejelser i forlængelse af de opgaver og muligheder, der ligger i forlængelse af den netop vedtagne trepartsaftale på VEU området.

## **Analysedesign og datakilder**

Analysen har været opdelt i 2 faser, hvor fase 1 giver et tværgående overblik over, hvilke brancher inden for den danske fremstillingsindustri, der i særlig grad forventes at anvende og indføre de nye teknologier i nærmeste fremtid. Fase 1 er afsluttet med en selvstændig delrapport.

Fase 2 er en analyse, der mere konkret empirisk bl.a. via en række illustrative casevirksomheder har forholdt sig til aktuelle og forventede initiativer i virksomheder inden for de udvalgte teknologiområder. Fokus har været på nye roller til hhv. operatører og teknikere og på afledte kompetencebehov.

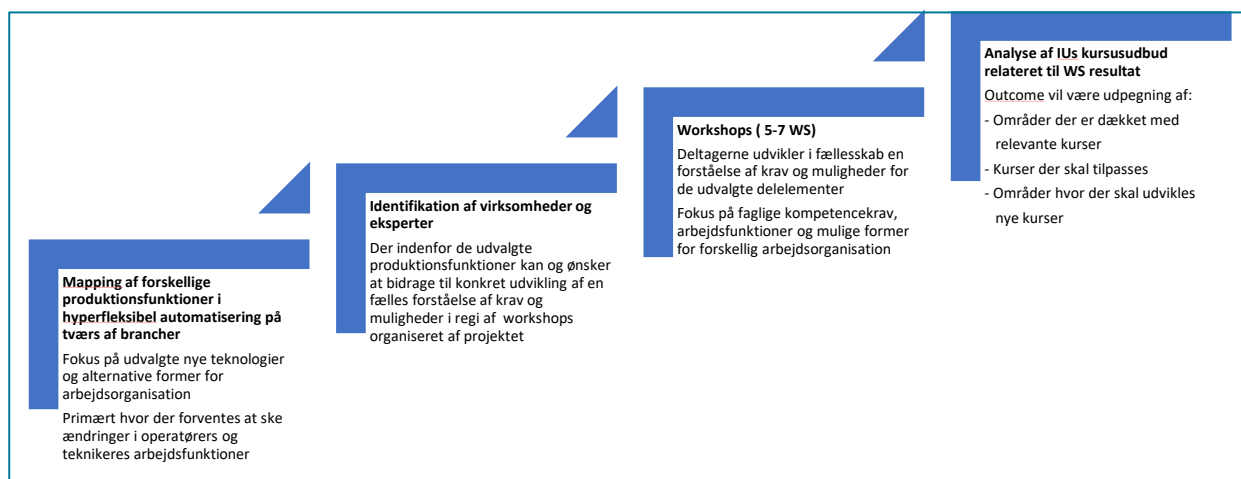
Der er på baggrund af resultaterne i fase 1 og fase 2 udarbejdet en liste af tværgående nøglekompetencer, som det forventes, at IU's udbud skal søge at matche nu og fremover. Disse nøglekompetencer er sat overfor konkrete AMU-mål og uddannelsesstrukturer med det formål at vurdere, om IU samlede kursusudbud er relevant og kan bidrage til at kvalificere medarbejderne til at varetage de nuværende og fremtidige arbejdsopgaver og jobprofiler, der er relateret til hyperfleksibel automation, robotter og 3D-print.

### **Metode og datakilder fordelt på faser**

Der er i fase 1 anlagt en eksplorativ metodisk tilgang baseret på desk research, personlige interviews og telefoninterviews med danske og internationale eksperter. Projektteamet har derudover deltaget i:

- DAUs uddannelseskonference i oktober 2016,
- Automatikmessen i Brøndby i september 2016
- 3D-print konference i Nyborg i september 2016.

Analysen har i fase 2 anvendt forskellige metoder (metodetriangulering). Analysen er baseret på 12 illustrative virksomhedscases, supplerende desk research og ekspertinterviews. Der er derudover afholdt i alt 5 workshops med deltagelse af virksomhedsrepræsentanter og uddannelsesinstitutioner samt faglige konsulenter og repræsentanter fra arbejdsmarkedets parter. Konkret er analysen i fase 2 baseret på et metodedesign i 4 trin:



## Illustrative virksomhedscases

Der er i fase 2 identificeret og besøgt 12 virksomheder, der i dele af deres produktion tjener som eksemplariske cases for, hvordan implementeringen af en given teknologi organiseres.

Virksomhederne er udpeget af IU's uddannelseskonsulenter bl.a. efter input fra projektets styregruppe. Det er virksomheder, der i mange år har haft fokus på automatisering, og som bl.a. har erfaringer med:

- Robotter f.eks. til emnehåndtering, svejsning o.a. og som ser muligheder i cobots
- Produktionsdata opsamles af sensorer, analyseres af intelligente systemer, som kan indgå i Industrielt Internet of Things (IIoT).
- Produktion, design og tilpasning, salg, løbende support og service er i tæt samspil, bl.a. fordi det understøtter behovet for fleksibilitet.
- Digital fabrikation, herunder forsøg med 3D-print (til prototyping)

De udvalgte cases dækker, som det fremgår af følgende oversigt, et bredt felt af produktionsområder.

Produktion	Relevans for projekt
Metalkomponenter til auto og energisektoren	HFA og robotter
Bleer	HFA og robotter
Tobak	HFA (UR)
Sintering	HFA og robotter
Ingrediens	3D og digitalisering
Tandhul	HFA og robotter
Medical devices	Robotter og HFA
Defence	3D og digitalisering
Befæstigelse med søm og skruer	HFA
køle,ventilation og frysanlæg B2B	HFA
Pumper	3D print
3D print i småserier, konsulenttydelser	3D print
Digitliseringstrends, konsulenttydelser	Digitalisering

Der er derudover forskellige foki i de enkelte cases, ligesom de havde forskellige karakteristika og kritisk fokus, således som det fremgår af følgende oversigt:

<b>Fokus i besøg</b>	<b>Karakteristika</b>	<b>Kritisk fokus</b>
Produktionsø og produktionsceller	Underleverandør	Oppetid, drift og HFA samtidig
Mange varianter, oppetid, innovation	Private label leverandør	Oppetid
Emballage og dokumentation	Specialist og nicheproducent	Overkapacitet
Egen procesinnovation og Co-creator	Specialiseret underleverandør	Oppetid/drift, sikkerhed
3D perspektiver (og operatøropgaver)	Procesindustri	R&D tung og med procesfokus
FMS, seriestørrelse, lønandel/produktivitet	Specialist og nicheproducent	Kvalitetssikring
HFA, 3D i R&D	Specialiseret underleverandør	Kvalitetssikring
3D og VR/AR	Specialist og nicheproducent	Kvalitetssikring
Robotter, standardiseringsbehov	Specialiseret underleverandør	Oppetid, drift og HFA samtidig
Montage, omstilling, produktinnovation	B2B færdigprodukt	Oppetid, drift
3D perspektiver	Udviklingsafdeling	Innovationsbarriere
3D perspektiver	Konsulenthus	Innovationsbarriere
Trends og barrierer	Konsulenthus	Implementering

Det skal selvfølgelig understreges, at der ikke er tale om en repræsentativ fordeling, men om illustrative cases, der ligger i den bedre del /toppen af danske industrivirksomheder, når det gælder digital praksis og erfaring med automation. I arbejdet med eksemplariske cases arbejdes der med en forestilling om, at det lille virkelighedsbillede, vi observerer i virksomhedscasen – er et lille, men komplet eksempel på, hvordan det store billede ser ud.

### **Workshops og ekspertinterviews**

Projektet har i fase 2 organiseret 5 workshops og deltaget i to konferencer og messer:

- Workshop 1: IU-Koldingfjord, 15.9.17
- Workshop 2+3: HighTech Summit DTU, 21.9.17
- Workshop 4: DAU-Uddannelsesdag, 25.10.17
- Workshop 5 IU konsulentgruppe, 6.11.17

Der er gennemført mere end 25 ekspertinterviews (se bilag 2)

Det samlede datagrundlag vurderes at være relevant og dækkende for analysens problemstilling.



## Afrapportering

Rapporten fra fase 1 giver overblik over dynamikker og udfordringer for danske fremstillingsvirksomheders digitale transformation med særlig henblik på fleksibel automation, anvendelse af robotter og mulighederne i 3D-printning. Der gives vurderinger af teknologiernes forventede udbredelse, og der peges på forskellige domæneområder/brancher/delbrancher, hvor kompetence- og uddannelsesbehovet bør analyseres nærmere i projektets 2. fase<sup>4</sup>.

Rapporten fra fase 1 er udarbejdet af et konsulentteam bestående af Plougmann-Copenhagen A/S (leadpartner) v. Peter Plougmann i samarbejde med 3D-print innovationsfirmaet Create.dk Aps v. Ivar Moltke og futurist Peter Hesseldahl.

Analysens 1. fase er gennemført i perioden september til november 2016.

Rapporten for fase 2 giver en summarisk fremstilling af identificerede kompetencebehov organiseret som nøglekompetencer og delkompetencer. Disse kompetencebehov er som nævnt anvendt som grundlag for en vurdering af relevansen af IU's udbud.

Det er endvidere aftalt, at der udarbejdes en række udvalgte illustrative cases i faktaark format, der udover at beskrive casen også kommer med forslag til, hvilke IU-udbud der kan være relevant i den pågældende situation. Denne afrapporteringsform er et udtryk for styregruppens konkrete ønsker til afrapportering.

Der er som konsekvens af analysens resultater om IU's udbud, foretaget en omdisponering af restbevillingen, så der i løbet af november 2017 er udarbejdet et selvstændigt notat om, hvilke service og kursustilbud der findes på det danske marked udbudt af robotproducenter. Det sker for at kunne få en vurdering af, hvordan IU's udbud supplerer det private kursusudbud på robotområdet.

Rapporten, inspirationsark samt notatet om kursusudbud på robotområdet er udarbejdet af Plougmann-Copenhagen A/S (leadpartner) v. Peter Plougmann i samarbejde med Floris Consult v. Kirsten Floris.

IU's konsulenter har deltaget i casebesøg, medvirket i tilrettelæggelsen og gennemførelsen af workshops og bidraget med input fra andre af IU's analyser samt haft relationen til projektets styregruppe.

Analysens 2 fase er gennemført i perioden april-november 2017.

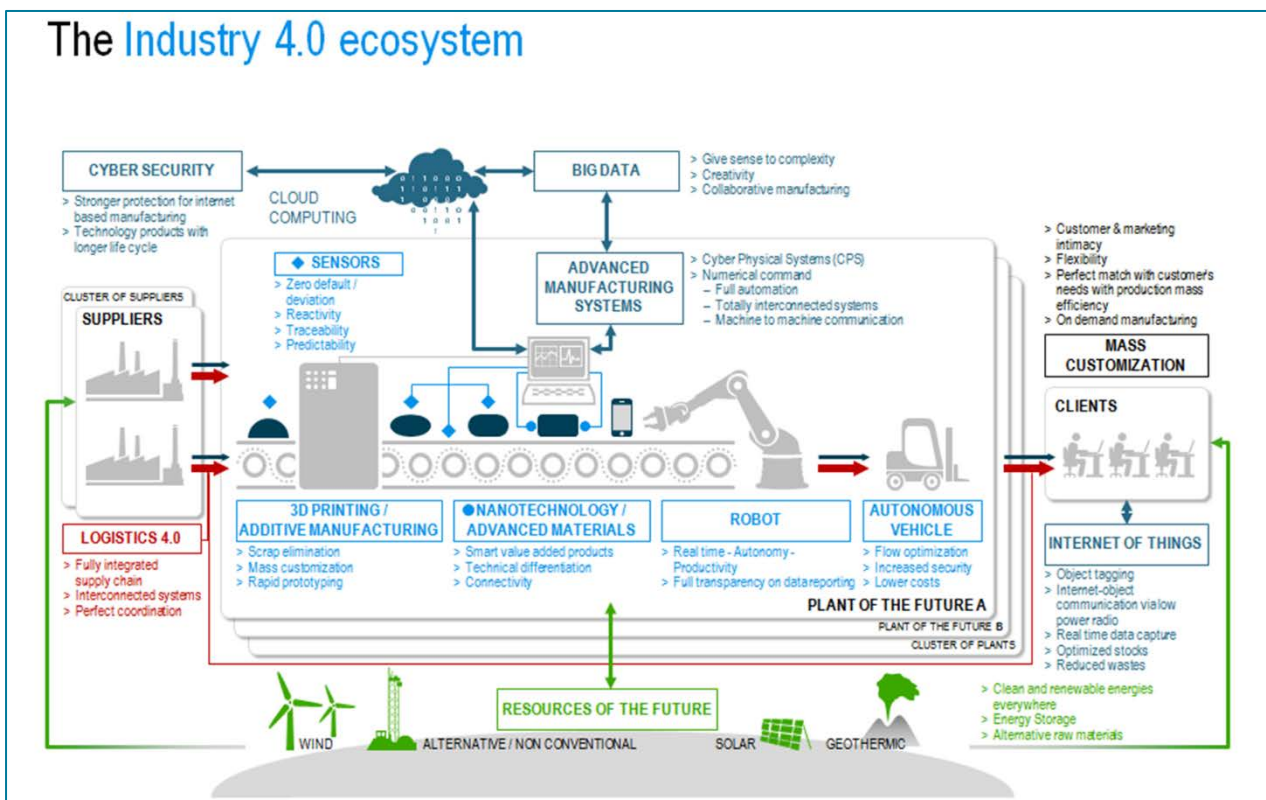
---

<sup>4</sup> "Fleksibel automation, robotter og 3D print", IU, 10.11.2016

## Teknologiernes aktuelle og forventede udbredelse

Industri 4.0 går markant videre end den hidtidige digitalisering af produktionen (se illustration af Industri 4.0-koncept). Det er både design og udvikling, optimering af processer, high-mix low- volume produktion, gennemgribende automatisering, hurtig fejlfinding og forebyggende vedligehold samt avancerede værdis- og forsyningskæder, der er i spil. Komplexiteten vokser, udfordringer og potentielle gevinster bliver større.

Nærværende analyse forholder sig ikke til hele Industri 4.0-konceptet, men til de tre udpegede teknologier. Det er imidlertid vigtigt at have den samlede ramme for digitaliseringsindsatsen for øje.



## Midt i en omstillingsproces fra et moderat niveau

Fase 1 rapporten viste tydeligt, at HFA, robotter og 3D print og Industri 4.0 konceptet ikke er så udbredt i Danmark, som man umiddelbart kan få indtryk af i den offentlige debat. Der er fortsat lang vej til, at konceptet om industri 4.0 har vundet dominerende indpas. Der er dog en stigende opmærksomhed og CEO-interesse og en bevægelse i automatiseringsindsatsen i retning af Industri 4.0. Udgangspunktet er, at de fleste danske fremstillingsvirksomheder fortsat i overvejende grad er i Industri 3.0. Ser vi på automatisering generelt, er der aktuelt betydelige forskelle i mellem brancher og på produktions-funktioner. Medicinal-, fødevarer- og kemisk industri vurderes at have den højeste grad af automatisering, medens maskinindustrien og metalindustrien er de brancher, hvor automatiseringsgraden aktuelt vurderes at være lavest. Det er i alle brancher fremstillingsprocessen, der er

mest automatiseret, medens det især er lagerfunktionerne, der vurderes at være relativt mindst automatiseret.

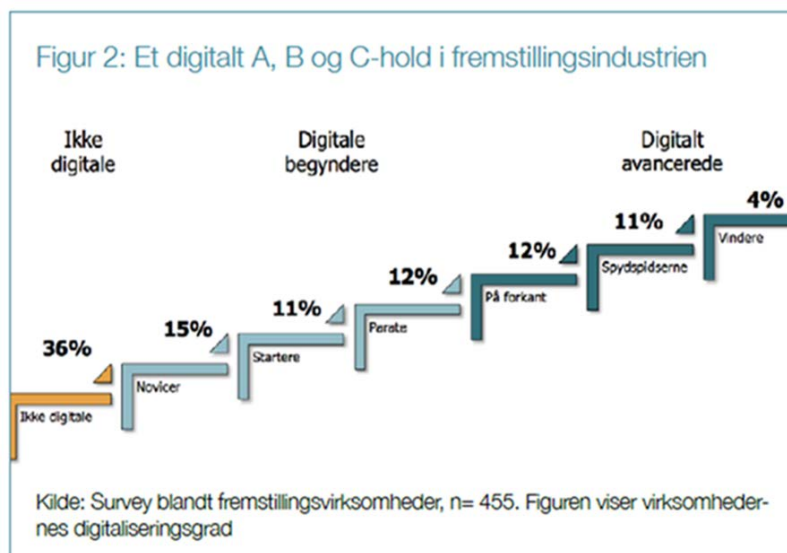
Det teknologiske niveau i danske virksomheder er reelt stadig på et tidligt udviklingsstadium, og automatiseringen sker gradvist, fordi der fortsat er mange produktionsprocesser, som virksomhederne vurderer, det ikke kan svare sig at automatisere endnu - ikke mindst i små og mellemstore virksomheder (SMV'er).

Den automatisering, der ses aktuelt i danske industrivirksomheder, er generelt en fortsættelse af det, der er sket i de sidste 10-15 år. Vi er således stadig i startfasen af en videre digitalisering og fleksibel automatisering på basis af Big Data og fuldt integrerede systemer.

Det er vigtigt at se fase 2 i analysen i lyset af den beskrevne situation. Vi skal altså ikke forvente at finde virksomheder, der er en fuld illustration af Industri 4.0-konceptet, og hvor det derfor er relativt let kunne aflæse fremtidige kompetencekrav. Der er tale om mange forskellige forsøg og meget forskellige kompetencebehov. Der er heller ingen tvivl om at automatisering vil fortsætte.

*"Automatisering er en del af vores 2022 vision og er helt klart et "mindset"*

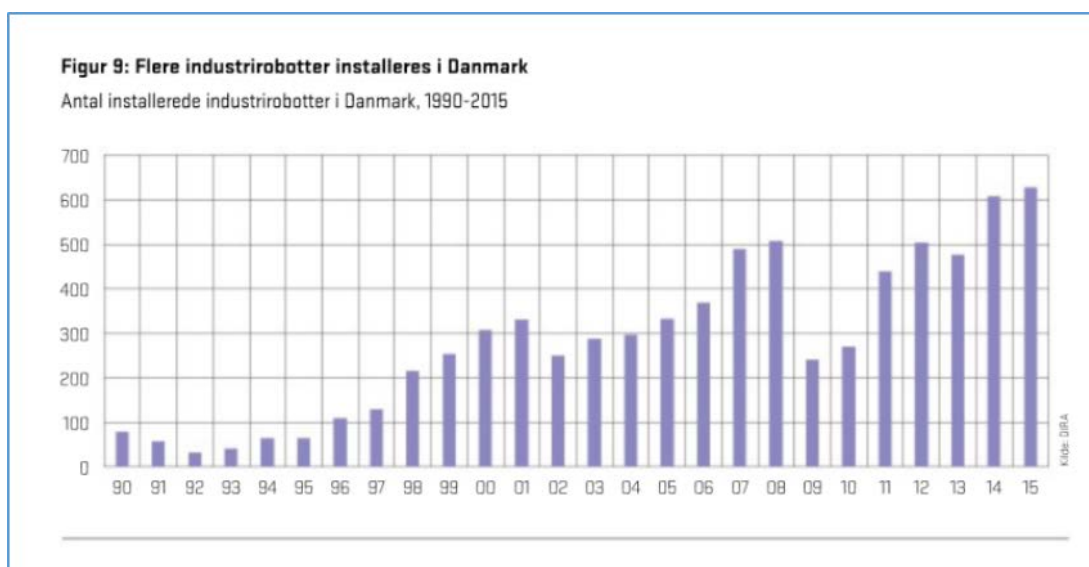
Danske industrivirksomheder befinder sig mere præcist i en større omstillingsfase, hvor digitale teknologier er på vej ind i industrien. Det er rimeligt at hævde, at automatiserings- og digitaliseringsniveauet i Danmark ligger på et basis-moderat niveau i forhold til andre europæiske lande. Der er et markant skel mellem et A-, B- og C-hold. Der er ganske store uudnyttede potentialer - især for SMV'er - ift. en øget automatisering.



Udviklingen er differentieret, når det gælder brancher, produktionsområder og virksomhedsstørrelse og vil formodentlig ske i bølger, hvor ikke alle produktionsområder og brancher vil blive engageret samtidig.

## Vækst i antal industrirobotter og cobots er på vej

Industrirobotter anvendes stadig mere, og der er aktuelt en stigning på ca. 20 pct. om året. Det skyldes bl.a., at menneske-robot-samarbejdet forenkles. Samtidig kræver kundekrav om løbende kvalitetsforbedring avancerede robotsystemer. I Danmark var der i 2016 ca. 5.500 industrirobotter, der var under 10 år gamle. Der forventes i 2019 globalt at være 2.6 mio. aktive industrirobotter, hvoraf langt de fleste vil være at finde i Asien. Robottætheden – dvs. antal robotter pr. 10.000 medarbejdere – er globalt stadig forholdsvis lav. Danmark ligger i en international sammenhæng ganske højt, ca. 3 gange højere end det globale gennemsnit. Det vigtige budskab er dog, at niveauet globalt og i Danmark fortsat er lavt.



Robotter i produktionen er i færd med at skifte image. Det ideal, som en producent som Universal Robots sælger, er at man nærmest kan pakke robotten ud af æsken og sætte den i gang. De små robotter ses som "værktøj", snarere end maskiner. Der er med udviklingen af disse fleksible cobots, "collaborative robots", en klar forventning til, at SMV'er på linje med store virksomheder også vil inddrage robotter i den samlede automatiseringsindsats. Det gælder også danske SMV'er. De fleste installationer af robotter er dog stadig på et ret beskedent stadie - stand alone maskiner. Der er ikke meget brug af data til at optimere, og der er pt. stadig kun få fleksible robotter/cobots.

### 3D-print er kompliceret og anvendes aktuelt kun i meget begrænset omfang i produktion

3D-print indgår ligesom robotter også i automatiseringen af produktionen og i Industri 4.0-konceptet. Der er mange brancher, der har store forventninger til 3D-prints "disruptive effekter" på organiseringen af hele den industrielle produktionsproces, på produktionens lokalisering og på opbrud af værdikæden og de globale logistiksystemer.

Den aktuelle kraftige hype om 3D-print har imidlertid bidraget til alt for store forventninger til 3D-prints betydning for danske industrivirksomheder på den korte bane. Generelt sagt er professionelle 3D-

printere aktuelt langt mindre udviklet og udbredt end fleksibel automatisering generelt, samt udviklingen og implementeringen af robotter.

Der er imidlertid stadig flere eksempler på, at 3D-print anvendes til prototyper og produktion af støbeforme. Direkte produktion på 3D-printere findes, men aktuelt i begrænset omfang. De kommercielle succeser med 3D-print er indtil nu primært inden for meget kundetilpassede sundheds- og medico-produkter som: tandimplantater, knogleimplantater og høreapparater. Flere andre meget kundetilpassede produkter er undervejs, f.eks. briller, ortopædiske sko og hjælpemidler til bevægelseshæmmede. Herfra breder markedet sig til sko, smykker og mode generelt, hvor netop det unikke og kundetilpassede giver grundlag for at sætte høje priser.

### **"Take-off punkt"**

Analysen viser på tværs af kilder, at:

- Virksomhederne anvender standard CNC / FMS/ produktionsceller
- Specialudviklede automatiseringssystemer til "flydende-produktion" kombineres med standardudstyr.
- Få har en gennemtænkt automatisering baseret på digital styring af den samlede produktion
- Industrielle robotter af mange forskellige typer anvendes i stigende omfang bredt i produktionen
- Cobots er på vej ind mange steder
- Få virksomheder tænker i transportrobotter (AGV) mellem produktionsceller – grundet kompliceret produktionsflow og gammelt fabrikslayout
- Uudnyttet datapotential er stort
- Ingen bruger endnu 3D-print (i metal) i masseproduktionen

Det vurderes samlet, at industrien nærmer sig et "take-off punkt" for både den tekniske udvikling, integrationen og det konkurrencemæssige pres for at investere i Industri 4.0 konceptets mange teknologier- herunder HFA, robotter og 3D-print.

## Overvejelser om arbejdskraft og kompetencekrav som følge af HFA, robotter og 3D-print i produktionen

### HFA og tendenser i kompetencekrav

HFA giver samlet set færre manuelle arbejdsopgaver og flere pre- og postproduktionsopgaver, som fordeles forskelligt mellem operatører og teknikere. Der er fortsat en del usikkerhed om, hvad der er den optimale arbejdsdeling og hvilke jobfunktioner, der fremover skal varetages af hhv. teknikere og operatører. Meget tyder på, at situationen på de lokale arbejdsmarkeder er afgørende for den konkrete arbejdsdeling på virksomhederne.

Det er som tendens især faglært arbejdskraft med specialiseret, teknisk viden, der bliver efterspurgt, samtidig med, at der er en relativ og absolut mindre efterspørgsel på ufaglærte og nogle typer af traditionelt kvalificeret faglært arbejdskraft. Der bliver fremover uden tvivl færre og anderledes jobfunktioner til operatører. Der lægges mere vægt på, at operatørerne dækker overvågning, fejlfinding og fejlrettelse samt forebyggelsesfunktioner.

Dokumentation og sporbarhed betyder mere og mere. Mht. verificering er det afgørende at have styr på processen løbende.

*“Vores erfaring med Lean, har gjort os bedre rustet til at udnytte mulighederne i automatisering”*

Grundet kundekrav fylder det virksomhedsspecifikke mere i dag end tidligere. Kvalitetskrav øger behovet for analysekompetencer også hos operatører. Kunder forventer, at der arbejdes ud fra høje kvalitetsnormer med forebyggende analyser – både i forhold til produkt og proces.

*“Vi er meget afhængige af operatørerne, når det gælder optimering af produktionen”*

Der stilles også andre krav som f.eks. omhyggelighed, tolerance- og bred procesforståelse. Der stilles i det hele taget større forventninger til selvstændighed og ansvarlighed. Det skal bl.a. ses som en konsekvens af, at der er færre medarbejdere i den direkte produktion. Selvom man arbejder i teams, er der også meget alene-arbejde.

*“Samarbejde (i tværfaglige teams) og personlige holdninger bliver mere vigtige”*

Dertil kommer, at udbredt skifteholdsarbejde og mange forskellige generationer af produktionsudstyr bevirker, at tværgående videndeling formelt og uformelt spiller en stor rolle for virksomhedernes muligheder for at nå opstillede produktionsmål.

Funktionel fleksibilitet er efterhånden et gennemgående krav og stiller uanset arbejdsopgaver faglærte bedre end ufaglærte. På den anden side skaber automatisering og digitalisering reelt muligheder for

jobudvikling for ufaglærte operatører. Det er pt. ikke muligt entydigt at beskrive, hvilke roller og jobprofiler der vil være mest effektive i en Industri 4.0 kontekst.

En vending, der ofte bruges er, at **"medarbejderen skal have blik for automatisering"**. Man skal kunne gennemskue, hvor i en proces, det er muligt at indsætte robotter. Dét kræver erfaring, både om produktionsprocesser og i teknisk viden om robotternes formåen.

Sikkerhed i datahåndtering er i stigende grad et kritisk område. Sikkerhedsspørgsmål er en forklaring på, at nogle virksomheder tøver med implementering. Databeskyttelse og risikohåndtering er derfor vigtige temaer. Der er betydelige kundekrav til sporbarhed, validitet, dataintegration - og datasikkerhed. Derudover er securitycheck ved robotter en vigtig faktor. Der er endvidere, trods stadig mere avancerede sensorer, fortsat problemer med sensorers præcision.

*"Teknikerne tager sig af programmeringen  
- operatørerne måler emner (kvalitetsikringen og det kan snart automatiseres)"*

Det er interessant at bemærke, at der er forskellige roller til hhv. operatører og teknikere, når det gælder datahåndtering, som allerede afspejler sig i eksisterende kurser og uddannelser:

- Operatørens fokus er på overvågning af produktionslinjen, løbende aflæsning af nøgledata og reaktion ved afvigelser.
- Nogle teknikere har fokus på og ansvar for at optimere på automatikken – og arbejder typisk med PLC-styrede anlæg.
- Andre teknikere har bl.a. ansvar for og arbejder med set-up'et omkring datasikkerhed.

*"Faglærte er stadig meget teknisk orienteret  
– og der er også behov for viden på akademisk niveau"*

*"Maskinoperatøren skal sikre optimering ift. spildtid især ved omstilling"*

Opsummerende er det værd at bemærke, at det over en bred kam fremhæves, at:

- Det er vigtigt, at have **nøglepersoner** blandt operatører/ teknikere (10-15 pct)
- Det er vigtigt, at vide, hvilke knapper, man skal bruge – og kunne tænke næste led i produktionskæden (konsekvenser for andre). Det lærer medarbejderne gennem learning by doing/erfaring
- Det er vigtigt, at operatørerne har en grundlæggende forståelse af automation og har relevante basale kompetencer på plads. Ofte forudsætter ledelsen, at viden allerede er der – eller kan tilegnes på ganske kort tid. Det viser sig sjældent at passe i virkelighedens verden
- Transfer af viden mellem ansatte er centralt for optimering af driften

## Robotter og tendenser i kompetencekrav

Ser vi specifikt på robotter, så er der aktuelt mangel på folk, der har kendskab til at udvikle og arbejde med robotter. Mange virksomheder har vanskeligt ved at rekruttere og fastholde kvalificeret arbejdskraft.

Samtidig er der ingen tvivl om at robotter, som en del af HFA, øger den samlede produktivitet ved at overflødigøre en del traditionelle arbejdsfunktioner.

*"Robotterne (KUKA) har overflødiggjort meget løftearbejde"*

*"Palleteringsrobotten har reduceret behovet for ufaglærte fra 2-3 på 2 linjer pr. hold til 1"*

Robotter er karakteriserede ved at være både hardware og software, og det afspejler sig i de kompetencer, der efterspørges - både hos dem, der udvikler og dem, der anvender robotter.

Der er behov for folk, der har forståelse for mekanik, materialer, logistik, processer og flow i produktion – og som samtidig ved noget om elektronik, programmering og håndtering af data.

Robotter har funktioner, som både er fysiske og synlige, og funktioner, som handler om bearbejdning af data. Medarbejderne skal kunne arbejde i begge dimensioner. Der er både brug for specialistviden om enkelte aspekter – og en bred, tværfaglig forståelse for alle dele af produktionsprocessen.

Der er behov for kreativ, specialiseret og fleksibelt kvalificeret arbejdskraft, der formår at arbejde i teams (ofte virtuelt). Det er kompetencer, som er nødvendige i mange forbindelser: til arbejdsfunktioner før, ved siden af og efter den direkte produktion samt ikke mindst i udviklingsdelen og til forskellige steder i værdikæden mellem forskellige virksomheder.

*"Man skal have operationel erfaring og en bred procesforståelse"*

Cobots bliver stadig billigere at anvende, ikke mindst fordi de er lette at programmere. Man skal ikke skrive kode, i stedet kan mange funktioner programmeres med et enkelt grafisk interface. Mange modeller kan programmeres ved manuelt at føre dem igennem bevægelserne - det kaldes "guided programming". Det er således ofte en anden gruppe af medarbejdere, der kan omgås de små robotter.

*"Vi satser på at udnytte potentialet i cobots (UR) og cobots stiller ingen særlige krav og behov"*

Traditionelle industrirobotter blev i overvejende grad programmeret af specialister, men med de nye robotter er brugervenligheden radikalt forbedret. Cobots sættes lige nu mest ind der, hvor der traditionelt "er brug for hænder mere end hovedet". Når det gælder selve produktionsprocessen, er det en observation, at selv medarbejdere med meget lidt formel uddannelse ofte viser sig at være i stand til at opstille og omstille processer med cobots.



### 3D-printning og tendenser i kompetencekrav

3D-print indgår ligesom robotter i automatiseringen af produktionen og i Industri 4.0 konceptet. Der er mange brancher, der har store forventninger til 3D-prints "disruptive effekter" på organiseringen af hele den industrielle produktionsproces, på produktionens lokalisering og på opbrud af værdikæden og de globale logistiksystemer.

Der er i de seneste år sket store fremskridt inden for 3D-print både mht. ydelse og pris, og udviklingen kan forventes at fortsætte. Problemer med driftssikkerhed, kvalitet, hastighed, efterbearbejdning etc. er formentligt løst (delvist) i løbet af de kommende 5-10 år. Til gengæld kan andre faktorer, f.eks. patenter på centrale dele af teknologien, piratkopiering, kvalitetssikring, certificering og garantier vise sig at forsinke udbredelsen.

3D-print er som nævnt endnu ikke særlig udbredt i produktionen i Danmark. Erfaringer fra andre lande med 3D-print indikerer, at der stilles krav til et relativt komplekst sæt af kompetencer.

Forudsætningen for at kunne implementere 3D-print i produktionen er overordnet, at de nye kompetencer skal være til rådighed i virksomheden. Nogle kompetencer kan komme fra at ansætte folk med de nye kompetencer, men de fleste af dem er nødt til at blive tilføjet gennem uddannelse på flere niveauer. Det giver mening at skelne mellem forskellige kompetenceniveauer:

- Der er således på et overordnet kompetenceniveau behov for viden om design. Uden design i 3D-print, der kan udnytte fordelene ved 3D-print, giver 3D-print ikke mening. Man kan ikke bare tage sine eksisterende produkter og 3D-printe dem. Derudover kræves der overordnet set indsigt i strategi for 3D-print og optimering samt viden om udnyttelse og produktion i additiv produktion
- På et generisk niveau er der behov for kompetencer, der giver indsigt i ny funktionalitet muliggjort af 3D-printere og kendskab til software om 3D flow analyse og topologi optimering samt hurtig co-design ved hjælp af 3D-software og 3D-printere
- På et praktisk og operationelt niveau er der bl.a. behov for kompetencer som; optimering 3D-printede geometrier, viden om 3D-printede produktions- og robot gripende værktøjer, om post processing af 3D-print i metal, plast samt vedligeholdelse af 3D-printere.

## Kompetencebehov omsat til nøgle- og delkompetencer

Baseret på analysen er der udarbejdet en liste af nøglekompetencer, nedbrudt på relevante delkompetencer, som udspringer af implementeringen af HFA, robotter og 3D print. Det er disse kompetencebehov, der i det følgende stilles overfor IU's udbud, for at foretage en vurdering af IU's udbuds indholdsmæssige relevans.

Nøglekompetencer	Delkompetencer
<b>1. Optimering af opletid på automatiske anlæg</b>	Overvågning og tjek af driftssikkerhed
	Risikohåndtering
	Omstilling til nye serier
	Vedligeholdelse af værktøj
	Forebyggende vedligehold
<b>2. Fejlfinding, -retning og -analyse</b>	Analyse af fejl / Identifikation af fejl
	Fejlretning (indenfor forudbestemte rammer)
	Sikre rapportering af fejl og afvigelser til teknikere
	Analyse mhp proaktiv forebyggelse af fejl
<b>3. Kalibrering af eksisterende anlæg til ændrede/nye vilkår</b>	Omstilling af eksisterende linjer
	Navigation mellem forskellige generationer anlæg
	Rekalibrering og tilretning af eksisterende anlæg ved produktionsstop
<b>4. Mindset og awareness for automatisering (incl. kvalitetssikring)</b>	Blik for automation
	Procesforståelse (bred flowforståelse)
	Visuelle, auditive og sansemæssige kvalitetssikring i produktionsflow
<b>5 Datahåndtering</b>	Sikring af løbende dokumentation af procesforløb
	Håndtering af kvalitetsproblemer ved dataforsyning
	Aflæsning af data fra datakilder og sensorer,
	Tjek af automatiseret verificering
	Dokumentation i henhold til krav om datahåndtering
	Dataintegration

<b>6. Planlægning</b>	Detailplanlægning i teamet ud fra resultatmål.
	Input til planlægning på tavlemøder.
	Overblik over flow ved skift til ny serie (størrelse, materialevalg, kvalitet).
<b>7. Betjening, optimering, modellering og programmering</b>	Viden om betjening af relevante (nye) produktionsteknologier
	Optimering ud fra viden om givne opstillinger
	Betjening af nye produktionsteknologier
	Enkel programmering ud fra forprogrammerede indstillinger.
<b>8. Videnoverførsel, instruktion og træning</b>	Videnoverførsel til kolleger (mellem skift og produktionslinjer), andre faggrupper og ledelse
	"Lære fra sig" – specialist til ikke-specialist (P2P)
	Præsentation og begrundelse af handlinger
	Input til træningsprogrammer for nyansatte
	Læring via digitale / online-kurser /VR /AR
<b>9. Drift og vedligehold af robotter og 3D printere</b>	Opstilling og klargøring af robot
	Værktøjsvalg
	Korrektion af robotpositioner
	Rettelse af mindre programfejl
	Håndtering af driftsstop og genstart
	Viden om sikkerhedskrav og god sikkerhedsadfærd ved betjening af robotter
	Opstilling og klargøring af 3D printer
	Postproduktion af 3D print produkter

## **IU's udbud af relevante kurser og uddannelsesstrukturer**

### **Afdækning og udvælgelse af relevante kurser**

Konsulentgruppen i MI og IF har udvalgt 57 AMU-kurser til at være inden for feltet af relevante AMU-kurser, der kan adressere kompetencebehov der udspringer af implementeringen af HFA, robot og 3D-print. Afdækningen har også omfattet oplysninger om aktivitet i perioden 2013-2016 samt kursusvarighed for hver af kurserne.

Centrale kendetegn ved det udvalgte kursusudbud er følgende:

### **Mange kurser har eksisteret i over 10 år**

Størsteparten (32) er godkendt i 2005-2006. Tyngden af kurser har således op til 12 års levetid. I de senere år – siden 2014 er der kommet kurser til inden for områder som fx robotbetjening, sikkerhed på automatiske anlæg, intro til vedligehold på automatiske anlæg og forskellige basiskurser inden for basisautomation, elektriske kendskab og hydraulisk kredsløb, eSOP, intro til digitalisering - samt jobinstruktion, oplæring af produktionsmedarbejdere.

At kurset har en lang historik betyder ikke, at det ikke kan være justeret siden – ej heller at det kan have mistet aktualitet. Aktualiteten afhænger bl.a. af, hvorvidt beskrivelsen har været rummelig og samtidig præcis nok til at kunne opfange dynamikker i efterspørgsel.

- Et eksempel kan være et kursus i 'Omstillingseffektivisering for operatører' (SMED) fra 2006, som har haft jævnt aktivitetsniveau og senest i 2016 en aktivitet på 222 deltagere. Der er fortsat aktualitet i at effektivisere omstillingstid og arbejde med mindre seriestørrelser.
- Et andet eksempel 'Kvalitetsbevidsthed ved industriel produktion' fra 2006, som i 2016 har den højeste aktivitet blandt de udvalgte med 1326 deltagere.

Men der kan være andre, som kan have behov for at blive udfaset eller fornyet, fordi de qua indhold og varighed ikke bliver efterspurgt - eller har udsigt til at blive efterspurgt.

De udvalgte kurser, der har været i fokus for HFA, har fortrinsvis været inden for følgende fire FKB'er:

- FKB 2273 Automatik- og proces teknisk område (29 kurser).
- FKB 2786 Produktion og teknik i procesindustrien (9 kurser).
- FKB 2750 Betjening af industrirobotter for operatører (8 kurser).
- FKB 2752 Arbejdets organisering ved produktion i industrien (11 kurser).

### **Efterspørgslen efter faglige og arbejdsorganisatoriske kurser**

Der har overordnet været et relativt lavt og faldende aktivitetsniveau inden for de udvalgte kurser.

Ser vi på de kurser, der har den højeste deltageraktivitet i 2016, tegner der sig dette billede for de 15 kurser med den højeste aktivitet:

	<b>Kursus</b>	<b>Aktivitet 2016</b>
1.	Kvalitetsbevidsthed ved industriel produktion	1326
2.	Systematisk problemløsning	977
3.	Videndeling og læring for medarbejdere	644
4.	Robotter i industrien for operatører	258
5.	Robotbetjening for operatører	251
6.	Omstillingseffektivisering for operatører	222
7.	Automatiske anlæg, hydraulik og fejlfinding	208
8.	Automatiske anlæg, el-lære og relæteknik	191
9.	Automatiske anlæg, fejlfinding, relæstyring og motorer	181
10.	Automatiske anlæg, pneumatik fejlfinding	180
11.	Automatiske anlæg, el-pneumatik fejlfinding	158
12.	Operatørstyret optimering af vedligeholdet	154
13.	Operatør vedligehold, automatik intro	129
14.	PLC-programmering af kombinatoriske styringer	89
15.	Automatiske anlæg, PLC-styring, følere og motorer	86

29 kurser kan notere 25 deltagere eller mindre i 2016 – heraf er dog to kurser helt nye.

Når det gælder et område som robotbetjening, er der under FKB 2750 Betjening af industrirobotter for operatører peget på i alt 8 kurser, hvoraf de fem er målrettet operatører. Det viser sig dog, ifølge konsulenter i IU, at teknikere også i høj grad er brugere af disse kurser. På dette område er der, i lyset af markedstilvæksten af robotter, et tydeligt markedspotentiale.

Med hensyn til DKLL er der 26 kurser på niveau 4, 31 kurser på niveau 3 og 3 kurser på niveau 2. Det er FKB 2273, Automatik- og procesteknisk område, der tegner sig for næsten alle 26 kurser på niveau 4 – og som især er målrettet gruppen af teknikere.

Kursusaktiviteten er overordnet set ikke på niveau med, hvad der må forventes at være både relevant, muligt og nødvendigt, hvis Industri 4.0 skal realiseres uden al for store forsinkelser i de næste 3-5 år.

### **Målgruppebeskrivelser**

En stor del af de udvalgte kurser er målrettet den jobfunktion, der i (21) kursusbeskrivelser benævnes som maskinreparatører. I målgruppebeskrivelserne bruges betegnelsen både bredt og i relation til kursusmålet, fx maskinreparatør med specialer inden for forskellige discipliner i PLC styring og automatiske anlæg. De har givetvis job i virksomhedernes drifts/ vedligeholdelsesafdeling – og har til opgave bl.a. at programmere, fejlsøge/fejlrrette, idriftsætte PLC-styrede anlæg, opbygge/idriftsætte relæstyringer, energioptimere og håndtere udstyr til vedligehold. Betegnelsen er typisk ikke at finde i FKB'erne. Her opereres fx inden for automatik- og procesteknisk område med følgende målgruppebeskrivelse 'automatik- og procestekniske medarbejdere er typisk uddannede automatikteknikere eller tillærte metalarbejdere f.eks. smede, industriteknikere og mekanikere'.

Der er også kurser målrettet operatører, som kan være industrioperatører, procesoperatører og ufaglærte operatører. Et eksempel er kurserne 'Robotter i industrien for operatører', 'Robotbetjening for operatører' og 'Håndtering med industrirobotter for operatører', hvor brugeren kan være enten en ufaglært, tillært eller faglært person, som får tilbuddet, fordi han/hun forventes at kunne varetage opgaven med den rette oplæring i virksomheden suppleret med et AMU-kursus. Et andet eksempel er tværorganisatoriske kurser inden for Arbejdets Organisering - fx ufaglærte og faglærte, der skal eller ønsker at arbejde med eSOP.

Der kan være behov for i en kommende revisionsrunde at være opmærksom på terminologien omkring målgrupper, kurserne henvender sig til.

### **Andre opmærksomhedspunkter fremhævet af virksomhederne**

Analysen har vist, at tilgængelighed, fleksibilitet og varighed er vigtige faktorer. Virksomhederne efterspørger i udbredt grad kompetence "on demand". Virksomhederne får f.eks. instruktion og efteruddannelse i andre og kortere formater fra eksterne leverandører af anlæg/service f.eks. via digital læringsformer og som integrerede ydelser i leverandørernes serviceaftaler.

## IU udbud vs kompetencebehov udløst af HFA, robotter og 3D print

På workshoppen med IU's konsulenter, der skulle foretage vurderingen af om IU's udbud flugter med analysens øvrige findings, var den første væsentlige konklusion, at konsulenterne tilsluttede sig oversigten over nøglekompetencer (dog med én tilføjelse så der nu er peget på 10 nøglekompetencer):

1. Optimering af opetid på automatiske anlæg
2. Fejlfinding, -retning og -analyse
3. Kalibrering af eksisterende anlæg til ændrede/nye vilkår
4. Mindset og awareness for automatisering (inc. kvalitetsbevidsthed)
5. Datahåndtering
6. Planlægning
7. Betjening, optimering, modellering og programmering
8. Videnoverførsel, instruktion og træning
9. Drift og vedligehold af robotter og 3D printere
10. Opbygning og udvikling af nye automationsløsninger

### Vurderinger af AMU marked og kursusudbud fra konsulenterne<sup>5</sup>

Konsulenterne gennemgik på workshoppen samtlige nøglekompetencer og kom med bud på, om kompetencerne er dækket ind med det eksisterende kursusudbud. Konsulenterne havde følgende kommentarer:

- Analysen viser, at IU's udbud flugter indholdsmæssigt med hovedparten af de udpegede nøgle- og delkompetencer.
- Vigtigt at have analysen af marked, produktionsudstyr og målgruppeprofil for øje hele tiden, herunder også den fælles viden om virksomhedernes forskellige kompetencestrategier. Dette skal indgå i kvalitetssikring i fastholdelse af eksisterende kurser og udvikling af nye kurser.
- Nøglekompetencerne er generelt dækket ind af eksisterende udbud – dog med behov for at undersøge området nærmere for en toning og tilpasning af kurserne.
- Nye kursusbehov, der blev peget på, er fx 'Brug af Windows Teams (elektronisk log til deling af info på tværs af skift og mellem kolleger/faggrupper) – og kurser inden for postproduktion af 3D print produkter og fremstilling af værktøjer.
- Der er generelt brug for en "toning" af de udvalgte teknisk-faglige kurser med kurser inden for arbejdets organisering området for dermed at forbedre relationen mellem det teknisk faglige indhold og den givne organisatoriske kontekst på virksomhederne.
- Sidemandsoplæring er en læringsform, som virksomhederne har fokus på. Det handler om den kendte sidemandsoplæring mellem kolleger p2p. Men det handler også i høj grad om at videre-

---

<sup>5</sup> Se oversigten p.25 ff for en detaljeret gennemgang af vurderingen af IUs udbuds relevans.

udvikle nye standardiserede former og formater for sidemandsoplæring (demofilm på youtube, online-kurser, VR, AR, mv.). IU's udbud giver et godt fundament for at bistå virksomhederne i udviklingen af nye standarder og formater i sidemandsoplæringen – således at læringstilvæksten af sidemandsoplæring forbedres.

- Differentieringen af arbejdskraft i ft automatisering og robotteknologi betyder, at der er niveauforskelle i viden, færdigheder og kompetence – og at der følgelig er behov for at adressere disse niveauer i tilpasning og udvikling af udbud.
- Der er fortsat behov for at tydeliggøre forskelle i udbytte fra kurser – så virksomhederne og medarbejderne bedre kan pejle sig ind på niveau og forventet kompetence-outcome.
- Det er værd at tænke i at niveaudifferentiere på undervisningsmaterialer – fx ved at udvikle undervisningsmaterialer (oplæg, øvelser mv.) på flere niveauer, således at deltagere på samme kursus kan arbejde med de udfordringer og øvelser, der matcher deltagernes respektive niveauer af færdigheder og viden inden for området.

### **Anbefalinger til det videre arbejde med at revidere/tilpasse kurser på området**

I det kommende arbejde med at revidere AMU-udbuddet anbefales at have blik for følgende forhold, der har betydning for udbuddet og efterspørgslen:

- Der er behov for fortsat at have analytisk fokus på, om udbuddet kan markedsføres bedre over for aktuelle og potentielle brugere. Fx er der brug for at følge udvikling, afprøvning og udrulning af anerkendte produkter inden for 3D-print tæt. Det er et nyt og uprøvet felt, der vil vinde indpas, og hvor der kan være behov for at udvikle tilbud, der matcher. 'Add-on'-tilgangen er markant i introduktionen af nye anlæg og robotter på virksomhederne. Det har betydning for medarbejdernes kompetencer og færdigheder, at de skal kunne navigere på og mellem anlæg af forskellige generationer. Endelig er det vigtigt at følge med i, hvordan der som følge af automatisering udvikles nye typer arbejdsdeling og jobprofiler.
- Det vil være interessant fortsat at forfølge, hvordan virksomhederne arbejder med nye former og formater for virksomhedsintern læring, fx sidemandsoplæring, samt hvordan robotleverandører og serviceleverandører bidrager med viden og træning til virksomhederne. Formålet er her især at udvikle nye former for samspil mellem relevante AMU-kurser og den interne og redskabsnære træning på virksomheden.



## Konsulenternes vurdering af IU's udbud i relation til de beskrevne nøglekompetencer

På workshopen med IU-konsulenterne blev der lavet en første sondering af, om kursusberedskab kan imødekomme de beskrevne nøglekompetencer. Der bør efterfølgende foretages en tættere gennemgang af kurserne ud fra de formulerede behov til kompetencemål, indhold, varighed, tilrettelæggelsesform mv.

Nøglekompetencer - delkompetencer		Eksempler på kurser, der kan imødekomme behovet <sup>6</sup>
Optimering af opetid på automatiske anlæg	Overvågning og tjek af driftssikkerhed	44659 Systematisk vedligehold på automatiske maskiner (5 dg.). 44663 Tilstandsbaseret vedligehold automatiske maskiner (5 dg.). 45577 Operatørstyret vedligehold på automatiske maskiner (5 dg.). 45939 Driftsoptimering af produktionsforløb/procesflow (5 dg.)
	Risikohåndtering	40661 Operatørstyret optimering af vedligeholdet (5 dg.). 43982 Statistik for operatører (1 dg.).
	Omstilling til nye serier	45939 Driftsoptimering af produktionsforløb/proces-flow (5 dg.). 43978 Omstillingseffektivise-ring for operatører (2 dg.). 45519 Anvendelse af digitale PLCere for operatører (4 dg.)
	Vedligeholdelse af værktøj	Er dækket, men kan undersøges nøjere
	Forebyggende vedligehold	44659 Systematisk vedligehold på automatiske maskiner (5 dg.). 44663 Tilstandsbaseret vedligehold automatiske maskiner (5 dg.). 47902 Robotteknologi, vedligehold (3 dg.). 42907 Operatør vedligehold, PLC Digital IO (5 dg.).
Fejlfinding, -retning og -analyse	Analyse af fejl / Identifikation af fejl	Kurser inden for: FKB 2273 Automatik- og procesteknisk område. FKB 2786 Produktion og teknik i procesindustrien.
	Fejlretning (indenfor forudbestemte rammer)	Kurser inden for: FKB 2273 Automatik- og procesteknisk område. FKB 2786 Produktion og teknik i procesindustrien.
	Sikre rapportering af fejl og afvigelser til teknikere	43982 Statistik for operatører (1 dg.)

<sup>6</sup> Når der mangler kursushenvisninger og/eller kommentarer til visse af delkompetencerne, skyldes det, at vi i gruppernes tilbagemeldinger ikke har fået kommentarer på disse delkompetencer.

	Analyse mhp proaktiv forebyggelse af fejl	Kurser inden for: FKB 2752 Arbejdets organisering FKB 2273 Automatik- og proces-teknisk område.
	Omstilling af eksisterende linjer	Kurser inden for: FKB 2273 Automatik- og proces-teknisk område FKB 2786 Produktion og teknik i procesindustrien.
<b>Kalibrering af eksisterende anlæg til</b>	Navigation mellem forskellige generationer anlæg	45369 Videndeling og læring for medarbejdere (3 dg.).
	Rekalibrering og tilretning af eksisterende anlæg ved produktionsstop	Kurser inden for: FKB 2273 og 2750 Betjening af industrirobotter for operatører. Automatik- og procesteknisk område. 46881 Styringsteknik for operatører, procesindustri (5 dg.) 46656 Robot, fejlfinding på periferiudstyr – operatør (2 dg.).
<b>Mindset og awareness for automatisering</b>	Blik for automation	48117 Automatiske anlæg, basisautomation (5 dg.). 43939 Systematisk problemløsning for operatører (2 dg.). 42838 Robotter i industrien for operatører (2 dg.).
	Procesforståelse (bred flowforståelse)	48117 Automatiske anlæg, basisautomation (5 dg.). (45939 Driftoptimering af produktionsforløb/procesflow). Kurser inden for: FKB 2273 Automatik- og proces-teknisk område FKB2786 Produktion og teknik i procesindustrien.
	Visuelle, auditive og sansemæssige kvalitetssikring i produktionsflow	47291 Effektivisering for operatører i procesindustrien (3 dg.)
<b>Datahåndtering</b>	Sikring af løbende dokumentation af procesforløb	Behov for at undersøge nøjere
	Håndtering af kvalitetsproblemer ved dataforsyning	Vigtig delkompetence, som ikke er helt dækket. Evt. kan 48562 Anvendelse af produktionsdata (3 dg.) bruges.
	Aflæsning af data fra datakilder og sensorer,	47797 Intro til digitalisering – produktionsmedarbejdere (5 dg.)

	Tjek af automatiseret verificering	
	Dokumentation i hh. til krav om datahåndtering	
	Dataintegration	Vigtig delkompetence som evt. kan suppleres med at 'forstå data i den rigtige kontekst'.
Planlægning	Detailplanlægning i teamet ud fra resultatmål.	44672 Tavlemøder for selvstyrende produktionsgrupper (1 dg.)
	Input til planlægning på tavlemøder.	44672 Tavlemøder for selvstyrende produktionsgrupper (1 dg.)
	Overblik over flow ved skift til ny serie (størrelse, materialevalg, kvalitet).	43978 Omstillingseffektivisering for operatører (2 dg.)
Modellering og programmering	Viden om betjening af relevante (nye) produktionsteknologier	42838 Robotter for operatører i industrien (2 dg.). 42839 Robotbetjening for operatører (3 dg.). 47886 Håndtering med industrirobotter for operatører (5 dg.). 46656 Robot, fejlfinding på periferiudstyr – operatør (2 dg.). 46657 Robot, montage/betjening periferiudstyr – operatør (3 dg.).
	Optimering ud fra viden om givne opstillinger	45939 Driftsoptimering af produktionsforløb/proces-flow) (5 dg.)
	Betjening af nye produktionsteknologier	Er dækket.
	Enkel programmering ud fra forprogrammerede indstillinger.	47904 Robotteknologi, programmering og indkøring (5 dg.)
Videnoverførsel, instruktion og træning	Videnoverførsel til kolleger (mellem skift og produktionslinjer), andre faggrupper og ledelse	Er dækket.
	"Lære fra sig" – specialist til ikke-specialist (P2P)	40373 Sidemandsoplæring (2 dg.)
	Præsentation og begrundelse af handlinger	
	Input til træningsprogrammer for nyansatte	AMU 'parathedskurser'.

	Læring via digitale / online-kurser /VR /AR	Behov for nøjere undersøgelse – fx med fokus på VR/mixed reality.
<b>Drift og vedligehold af robotter og 3D printere</b>	Opstilling og klargøring af robot	Er dækket.
	Værktøjsvalg	Er dækket.
	Korrektion af robotpositioner	Er dækket.
	Rettelse af mindre programfejl	Er dækket.
	Håndtering af driftsstop og genstart	Er dækket.
	Viden om sikkerhedskrav og god sikkerhedsadfærd ved betjening af robotter	Er dækket.
	Opstilling og klargøring af 3D printer	
	Postproduktion af 3D print produkter	Behov for nye kurser – også inden for området 'værktøjsfremstilling'.

## Fremadrettet udviklingsperspektiv

Det generelle indtryk af konsulenternes vurderinger er, at IU's udbud af kurser og uddannelsesstrukturer på hovedparten af de beskrevne delkompetenceområder flugter med behovet.

Som nævnt er der dog områder, der kræver en nærmere vurdering af, om behov er dækket eller om der er behov for nyudvikling.

Ud over denne første vurdering bidrog konsulenterne med forskellige generelle bud på, hvad en nærmere revision af kurserne skal have for øje:

- Der er behov for at tydeliggøre for brugeren, hvad der er af forskelle i udbytte fra de forskellige kurser.
- Til kompetencebilledet kan tilføjes 'vurdering af driftssikkerhed', 'forstå data i den rigtige kontekst' og 'værktøjsfremstilling med 3D' som delkompetencer.
- Der er behov for at sætte spot på varigheden af nogle af kurserne.
- Især i forhold til viden om betjening af nye produktionsteknologier (fx MTM) er det vigtigt at have blik for differentiering af arbejdskraftbehov. Dette bevirker store niveauforskelle, hvorfor der er behov for at udvikle kurser til begge ender af spektret.
  
- Som egentlige udviklingsbehov pegede konsulenterne på:
  - Udvikling/tilpasning af kurser til at være mere generiske – men med fire forskellige niveauer og typer undervisningsmaterialer.
  - Behov for at undersøge nærmere og evt. nyudvikle for at imødekomme behovet for sikker rapportering af afvigelser og fejl til teknikere.
  - Behov for at undersøge, om udbuddet i tilstrækkelig grad honorerer behovet for 'blik for automation', 'datahåndtering', 'sikker rapportering af afvigelser og fejl til teknikere', 'håndtering af kvalitetsproblemer ved dataforsyning'.
  - Forslag til nyt kursus i brug af Windows Teams (elektronisk log - deling med kolleger og andre faggrupper).
  - Generelt udviklingsfokus på området vidensoverførsel til kolleger og sidemandsoplæring – fx på koordinatorfunktioner og brug af tavlemøder, dokumentation, I-pad, film, QR-koder mv.
  - Generelt udviklingsfokus på læring via digitale medier/online-kurser/VR/AR – og mere viden og fokus på VR/mixed reality.
  - Generelt udviklingsfokus på 3D Print produkter
  - De udækkede behov er primært relateret til 'datahåndtering' og 3D-print området.

## Bilag 1. Metode- Koncept for virksomhedscasebesøg

Der er tre temaer for virksomhedsbesøgene. Det drejer sig om følgende:

1. Virksomhedens aktuelle situation. Udover en generel beskrivelse af markedet og konkurrenceplaceringen, vil derudover kort blive spurgt til forskellige risicifaktorer, der kan have betydning for HFA, f.eks. cybersikkerhed, elforsyning og disruption af forretningsmodeller inden for branchen.
2. Flow i produktionen, jobprofiler og arbejdsopgaver – hvilke jobs er der på virksomheden (nuværende kompetencer) som berøres af XX teknologi som del af HFA indsatsen
3. Fremtiden – overvejelser om hvordan kompetencebehov og personaleanvendelse på virksomheden kan ændre sig fremover. Der er fokus på jobprofiler og arbejdsopgaver der aktuelt berøres af XX teknologi som del af HFA.

### Kilder og temaer

De forskellige temaer dækkes empirisk ind på følgende måde:

	Virksomhedens situation	Jobprofiler og flow	Forventninger til fremtiden
Rundvisning	X	X	
Lederinterview	X	X	X
Medarbejderinterview	(X)	X	X
Observation		X	

### Virksomhedens aktuelle situation

Der spørges i interview om virksomhedens aktuelle situation ind til de temaer der fremgår af den følgende oversigt (p.32).

### Jobprofiler og arbejdsopgaver

Analysen har en empirisk tilgang baseret på en teoretisk opfattelse af jobprofiler og arbejdsorganisation, som det er beskrevet i det følgende:

- En jobprofil er en empirisk funderet kategori af bestemte arbejdsfunktioner, der er knyttet sammen af en given arbejdsorganisering og har en idealtypisk karakter.
- Jobprofilerne beskrives således ud fra konkrete arbejdsopgaver, herunder bl.a. opgaver i relation til at planlægge og dokumentere eget arbejde, samt arbejdsorganisering og samarbejdsrelationer i jobbet.
- Der kan principielt beskrives en meget lang række opgaver, der er knyttet sammen på en lang række forskellige måder, og hermed et meget stort antal jobprofiler. Det er en central analytisk opgave at kategorisere grupper af opgaver og arbejdsorganiseringer i et begrænset antal arketyperiske jobprofiler for de fem teknologiområder, som illustrerer typiske/idealiserede jobprofiler som IU fremadrettet kan forholde sig til.

Virksomhedens aktuelle situation	
Temaer	Spørgsmål
Teknologi	Hvilke konkrete teknologier har virksomheden indført inden for de områder, de er udvalgt ud fra? Hvilke markeds kræfter og/eller teknologiske udviklinger drev beslutningen om samt implementeringen af ny teknologi? Hvordan er virksomhedens teknologisk niveau sammenlignet med konkurrenternes? Hvad er næste teknologi-fokus / innovationsretning
Ejerskabsforhold	Hvordan er ejerskabsforholdene omkring virksomheden? Har virksomhed datterselskaber eller andre tilknyttede virksomheder? Har virksomheden aktiviteter i udlandet som berøres af HFA? Hvilke?/t
Struktur og størrelse	Hvilke divisioner, afdelinger eller grupper har virksomheden? Hvilke er relevante for HFA og denne case ? Hvor mange og hvilke typer ansatte er der i disse afdelinger? Hvilke medarbejderkompetencer (inden for IU's målgruppe) har bidraget ved implementeringen?
Markedsposition	Hvordan er virksomhedens position på markedet? Hvor stor en markedsandel har I? Er det her virksomheden gerne vil ligge? Hvordan kan HFA 2.0 forbedre markedspositionen f.eks ny position i værdikæden Konkurrerer virksomheden primært på lave omkostninger eller at have et unikt produkt?
Produkter	Hvilke produkter / serviceløsninger producerer virksomheder Hvad er betydningen af XX teknologi og HFA herfor?

- Virksomhederne har forskellige produkter, organisationsformer, kvalitetskrav, serielængder, teknologianvendelse og så videre. Det betyder, at en arbejdsfunktion ikke bare er en arbejdsfunktion - den er afhængig af den kontekst, den indgår i. Det samme gælder jobprofilerne.
- Dette har en afgørende betydning i forhold til belysningen af jobprofiler i et fremtidsorienteret perspektiv: hvordan vil fremtidens teknologianvendelse, arbejdsorganisering osv. påvirke de forskellige jobprofiler?

Temaer	Undersøgelsesspørgsmål
Organisering og flow i produktionen	Beskrive produktionsprocessen i overordnede træk. Tegn et enkelt flowdiagram sammen med interviewpersonen Fokus på organiseringen af arbejdsfunktioner og ændringer i jobprofiler som følge af implementeringen af XX teknologien Bemanning af jobprofiler i antal – før – nu og fremover
Jobprofiler i de enkelte enheder / afdelinger Hvis virksomheden er stor: • Fokus på én afdeling/enhed • Fokus på de 2-3 mest udbredte jobprofiler	Hvilke jobprofiler er der i virksomheden/udvalgte afdelingen? Hvilke uddannelser har medarbejdere med de forskellige jobprofiler typisk? Hvordan rekrutteres de typisk?
Kompetencekrav og ændringer heri	Har indførelsen af XX teknologien medført behov for nye kompetencer? Hvilke (ændrede) kompetencekrav forventer virksomheden at teknologierne fremadrettet resulterer i for IU's målgruppe? Er andre kompetencer overflødiggjorte?

## Flowdiagram

Der udarbejdes i samarbejde med virksomhedens repræsentanter i løbet af besøget på virksomheden et skematisk flowdiagram, der belyser produktionsdesign og emneflow inden for den udvalgte afdeling.

### **Forventninger til fremtiden**

Som en del af interviewprocessen spørges der løbende ind til forventningerne til fremtiden.

Tidsperspektivet er 5-10 år alt afhængig af hvilke teknologi det gælder.

Det er her væsentlig at være opmærksom på mulige bias i processen, f.eks. at ingeniører ofte kan have et tekniske fokus og dermed let kommer til overvurderer, hvor hurtigt en teknologi kan implementeres.

Tilsvarende vil ledere og fagarbejdere være tilbøjelig til at se vanskelighederne organisatorisk, fagpolitisk og ledelsesmæssigt som en barriere for en hurtig implementering. Man skal derfor spørge ind til alternative scenarier.

Det skal sluttelig bemærkes. at der er gennemført interviews med direktører, produktionschefer, HR-ansvarlige, TR-repræsentanter og operatører/teknikere og at alle er blevet lovet anonymitet. Nogle gange er interviewene gennemført som fællesinterviews og andre gange som enkeltpersoninterview samt korte interviews som del af rundvisningen på virksomheden.



## Bilag 2. Oversigt over ekspertinterviews

### Om automatisering, fleksibel produktion og robotter

1. Frank Faurholdt, formand for Dansk Automationselskab (DAu) telefoninterview (PH)
2. Henrik Andersen, udviklingschef Elos Pinol Medtech, interview (PH)
3. Steffen Enemark, vicedirektør i ABB og formand for brancheorganisationen DIRA, Dansk Robot Netværk (PH)
4. John Mathiesen Rockwell Automation a/s, Danmark og Norden Besøg på virksomheden interview med JM og 2 ledende medarbejdere (PP)
5. Søren Peter Johansen, faglig leder, Teknologisk Institut Odense (PH)
6. Peter Bruun, professor, DTU Business om kobling til Big Data og automation, incl. relationer nye værdikæder (PP)
7. Søren Aarhus, business developer, Odense Robotics, telefoninterview (PP)
8. Christian Mikkelsen, Danfoss Interview (PH)
9. Ole Madsen, professor. Aalborg universitet, MADE om bl.a. robot og droner i produktionen, oplæg og kort samtale på Automatikmessen og telefoninterview (PP)
10. Caspar Hansen. Technicon oplæg om Hyperfleksible robotløsninger, Made spørgsmål og kort samtale på Automatikmessen (PP)
11. Kim Reeskev, KUKA Countrymanager DK, kort samtale om KUKA og markedet i Danmark på Automatikmessen og KR's oplæg (PP)
12. Nigel Mendelson, direktør, MADE, oplæg på Daus uddannelsesdag (PP)
13. Poul-Erik Hansen, director, Inno-Pro /CenSec, telefoninterview (PP)
14. Thomas Kiil Jensen, Business Development Manager, Alexandra Institute (PP)

### Om 3D-Print

1. Søren Olsson, Materialize har været 25 år 3D branchen og er med 1200 medarbejdere i branchens superliga. De producerer alt fra tandkroner, implantater og smykker til støbeforme, og lamper, besøg på virksomheden (IM), (PP i Nyborg)
2. Edward D. Herderick, General Electric Additive Technologies Leader, Advanced Manufacturing Initiatives (IM) GE Corporate Supply Chain and Operations, interview I Tyskland (IM)
3. Mathias Steinbush, Voxeljet plus besøg på virksomheden (IM)
4. Besøg på 3DSystems, Belgien (IM)
5. Espen Sivertsen, BAAM, San Leandro, California, interview (IM)
6. Manzee Muzumdar, Shapeways, Long Island, New York, interview (IM)
7. Kurt Due Petersen, Application Specialist i Canon og forhandler 3D systems i Danmark, kort samtale om markedstendenser plus oplæg. (PP)
8. Søren Krogh-Nielsen IT brancheforeningen (har fulgt udviklingen af 3D-print tæt), markedstendenser, kort samtale plus oplæg (PP)
9. Bastian Schäfer Airbus. Airbus, kort samtale om udvikling, herunder cost/ydelsesrelationer plus oplæg. (PP)
10. Jakob Jørgensen, 3D-printhuset samtale udbud af 3D-printere i DK, plus oplæg. (PP)