

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                             |                                         |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------|
| <b>Institut(ter):</b><br><b>Teknologisk Institut</b><br><b>Force Technology</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Aktivitetsplan (titel):</b><br><b>Printet Elektronik</b><br><b>Idéforslags titel på bedreinnovation.dk:</b><br><b>Printet Elektronik</b> | <b>Aktivitetsplan nr.:</b><br><b>D5</b> | <b>F&amp;U</b> |
| <b>1) Manchettekst (kort resumé)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                             |                                         |                |
| Der etableres en ny produktionsplatform omfattende digitale printprocesser og ledende nano blæk. Formålet er, at SMV'erne får mulighed for design, udvikling og fremstilling af digitale smarte produkter, som fx Wi-Fi forbundne sensorer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                             |                                         |                |
| <b>2) Aktiviteten kort (resumé)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                             |                                         |                |
| <p>Formålet med aktivitetsplanen er at udvikle og etablere en ny digital produktionsplatform til printet elektronik for derigennem at styrke de danske SMV'ers udvikling af digitale smarte produkter.</p> <p>Et smart produkt er et produkt med ekstra funktionalitet i integrerede komponenter, der trådløst kan opsamle og overføre data til fx cloud eller smart phone. Minimum tre basale komponenter er nødvendige – en sensor, en antenne og en integreret chip. Med printet elektronik kan man printe mange af disse komponenter og dermed konfigurere forskellige smarte produkter. Et eksempel er at integrere en sensor i en ble, som kommunikerer bleskiftbehov på smart phone. Sensorer kan fx måle temperatur, tryk, fugtighed, berøring, stræk, forskellige gasarter og molekyler i væsker (bio-sensorer).</p> <p>Ved at introducere nye digitale printprocesser sammenholdt med nanomateriale printblæk er det muligt ikke blot at optimere performance, men ligeledes opnå designfrihed og reducere materialeomkostninger for smarte produkter. Derigennem er det forventningen, at danske virksomheder i langt højere grad end tidligere vil kunne positionere sig på markedet for dels smarte produkter og dels som global leverandør af printede elektronik komponenter.</p> <p>Den globale interesse og markedet for printet elektronik har været voldsomt stigende siden 2015 med flere store messer og konferencer med ca. 50.000 deltagere. Aktiviteten bygger på dialog med danske virksomheder gennem de seneste 3 år gennem workshops og webinar i Danmark. Dette er bl.a. underbygget gennem deltagelse i konferencer og deltagelse i messer i hhv. Berlin og Santa Clara i Californien, hvor teknologien og potentialerne er blevet diskuteret med mange danske virksomheder.</p> <p>Aktivitetsplanen vil udfolde sig i et tæt samarbejde mellem Teknologisk Institut og FORCE Technology. Der etableres - for første gang i Danmark - en ny platform for digital inkjet-print på forskellige medier. Disse faciliteter kobles med FORCE Technologys eksisterende faciliteter inden for design, test og pilotproduktion af mikro elektronik. Samlet set vil dette muliggøre, at de nye teknologier gøres tilgængelige for danske virksomheder og de kan udvikle løsninger fra tidligt <i>proof-of-concept</i> til 0-serieproduktion.</p> <p>Aktiviteten arbejder gennem en teknologi-push-indsats i tæt samarbejde med en række case-virksomheder der gennemfører ”co-creation-forløb”, hvor fokus er på at udvikle og pilotproducere generiske komponenter til nye smarte og digitale produkter.</p> <p>Med henblik på at styrke danske virksomheder vil aktivitetsplanen bl.a. omfatte 4 aktiviteter: 1) Introduktion af teknologi og samarbejdsform, 2) Etablering af pilotproduktionslinjer, 3) Virtuel data model og – behandling, 4) Udvikling af analyseværktøjer og prototyper samt 5) Udvikling af demonstratorer og proof-of-concept. FORCE Technology og Teknologisk Institut vil levere supportfaciliteter, som skal hjælpe virksomheder med at blive mere konkurrencedygtige, mere udviklingsparate, bedre udnyttelse af digitale processer og ikke mindst øge værdiskabelsen i virksomhederne. Aktivitetsplanen adresserer direkte teknologiens digitale processer, prototype udvikling og smarte produkter.</p> <p>De nye serviceydelser omfatter design, test, og kvalitetssikring af ledende nano-blæk, prototypeproduktion af printet elektronik komponenter samt test af fx intelligente RFID tags eller sensorer implementeret i</p> |                                                                                                                                             |                                         |                |

SMV'ernes produkter. Dertil kommer rådgivningsydelser omkring alle aspekter af udvikling af printet elektronik samt kursusaktivitet omkring printet elektronik.

Målgruppen er Start-ups, mindre og mellemstore virksomheder samt større virksomheder fra en bred vifte af brancher, hvor printteknologien løfter fremtidens digitale *smarte* produkter.

Målgruppen omfatter ligeledes virksomheder, der på sigt vil være leverandører af printet elektronik, fx elektronikvirksomheder og komponentleverandører.

Den primære målgruppe omfatter minimum 25 Start-ups. 15 SMV'er og 10 større virksomheder. FORCE Technology og Teknologisk Institut vil forsøge at aktivere en større målgruppe.

### 3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer

Teknologisk Institut og FORCE Technology forventer med denne aktivitetsplan at løfte Start-ups og SMV'ers produkter ind i den digitale verden. Det skal ses i et globalt perspektiv, hvor applikationer kan omfatte fleksibel elektronik, sensorer, RFID tags og Internet of Things produkter. Teknologisk Institut og FORCE Technology har hver især udført markedsanalyser de sidste to år inden for printet elektronik og mikro-elektronik og der er identificeret en række markedsmuligheder inden for fx produktionsudstyr, hospitalsudstyr, sundheds- og velfærdsudstyr, solcelle teknologi, fødevareemballage, tekstiler, måleudstyr samt astronaut- og sportsudstyr. En analyse viser<sup>1</sup>, at der er en meget stor kommerciel vækst i Europa og USA: Der forventes fx fremadrettet en årlig vækst på 14 % til en omsætning på 27 mia. USD i 2022.

Udover udviklingen på markedet understøttes aktiviteten af direkte efterspørgsel fra målgruppen og det er et anerkendt indsatsområde ift. forløsnings af et væsentligt markedspotentiale for danske virksomheder:

Forsk2025 har lanceret "Digitalisering og ny teknologi"<sup>2</sup> og Erhvervsministeriet ønsker ligeledes digital vækst i Danmark<sup>3</sup>. FORSK2025 beskriver bl.a. hvordan "Digitale teknologier udvikles med stor hast og vil i den nære fremtid bane vejen for nyskabende opdagelser, nye "smarte" produkter og digitale løsninger".

Dansk Industri Digital, som repræsenterer 300 virksomheder inden for den traditionelle IKT- og elektronikbranche, har som hovedpunkt i deres strategi at arbejde for at styrke elektronikindustrien i Danmark og synliggøre, at branchen er central for den digitale transformation, hvilket ligger på linje med denne aktivitetsplan.

Den væsentligste barriere og omstilling til den nye Printet Elektronik platform er manglende viden om fremtidens digitale processer og de muligheder, som teknologien tilbyder. Få danske virksomheder har gennem de seneste år udnyttet de traditionelle printteknologier grundet en stor investeringsbarriere. Digitaliseringen giver et samfundsmæssigt potentiale og det er et stærkt vindue for danske virksomheder, der med denne platform får betydelig lavere indtrængningsbarrierer til markedet. Mere end 100 Start-ups/SMV'er/større virksomheder inden for mange industrielle segmenter har vist stor interesse i 2018. Teknologien kan appliceres på nuværende produkter, fx produktionsudstyr, hospitalsudstyr, sundheds- og velfærdsudstyr, solcelle teknologi, fødevareemballage, tekstiler, måleudstyr samt astronaut- og sportsudstyr. Aktivitetsplanen omfatter udvikling af nye digitale Inkjet produktionsmetoder, der giver mulighed for at designe og fremstille de elektronikkomponenter, der er grundlaget for den videre digitalisering af fremtidens smarte produkter. Teknologisk Institut og FORCE Technology adresserer udfordringen med en sammenhængende platform, der skal styrke SMV'ernes teknologikompetence. Printet elektronik vil være infrastruktur i en lang række produkter i fremtiden. Hurtig adgang til den nyeste viden og praktiske kompetencer inden for dette felt vil være en forudsætning for, at danske industrivirksomheder kan være med på dette attraktive område.

Teknologisk Institut og FORCE Technology har hver for sig arbejdet med forskellige teknologier og dermed med forskellige målgrupper. Dette integreres i denne aktivitetsplan. Den samlede målgruppe kommer fra en bred vifte af brancher, hvor teknologivirksomhederne for førstedelens vedkommende er samlet i DI Digital's

<sup>1</sup> <https://www.bccresearch.com/pressroom/ift/global-printed-electronics-market-to-see-136-growth-through-2022>

<sup>2</sup> <https://ufm.dk/publikationer/2017/filer/forsk2025.pdf>

<sup>3</sup> <https://em.dk/nyheder/2018/02-26-aftale-om-initiativer-for-danmarks-digitale-vaekst>

300 medlemsvirksomheder. Dertil kommer en tilsvarende gruppe virksomheder, der vil anvende printet elektronik i deres produkter.

Målgruppens behov er identificeret og kvantificeret gennem følgende aktiviteter: Teknologisk Institut har forud haft kontakt med 10 Start-ups, 30 SMV'er og 15 store virksomheder og 150 danske ingeniører har deltaget i messer, workshops og Webinars. FORCE Technology har igennem deltagelse i internationale og nationale konferencer og workshops været i dialog med 10 Start-ups, 40 SMV'er og 10 store virksomheder samt relevante organisationer. Samlet set har der været dialog med 20 Start-ups, 70 SMV'er og 25 større virksomheder i målgruppen (i alt 115 potentielle interessenter).

En lang række SMV'er og større produktionsvirksomheder har kommenteret på aktivitetsplanen på bedreinnovation.dk, fx SMV virksomheden Blackbird har kommenteret aktiviteten: "Printet Elektronik vil være infrastruktur i en lang række produkter i fremtiden. Hurtig adgang til den nyeste viden og praktiske kompetencer inden for dette felt vil være en forudsætning for at dansk industri kan være med på dette attraktive område". Ohmatex i Aarhus har ligeledes positivt kommenteret på bedreinnovation.dk. De er gået i gang med udviklingen af fx intelligente tekstiler monteret med EKG (ElektroKardiGrafiske) WiFi forbundne sensorer. FORCE Technology og Teknologisk Institut har kompetence, udstyr og laboratorier til at supportere SMV'erne.

Eventuelle sekundære interessentgrupper kan få betydelig gavn af de samlede kompetencer udviklet i aktivitetsplanen, da de udviklede teknologiløsninger kan implementeres direkte i andre smarte produkter. Det vil klart tiltrække segmenter af danske virksomheder, som GTS'erne ikke tidligere har samarbejdet med.

Aktiviteten vil give et dansk teknologi *boost* til en bred vifte af meget forskellige virksomheder. Printet Elektronik aktivitetsplanen vil løfte danske virksomheders adgang til en helt ny teknologi, der vil stille de danske virksomheder langt stærkere i konkurrencen om at udvikle nye smarte produkter, der kan opfylde fremtidens markedsbegreb. Marked og markedsandele opbygges gradvist i samarbejde med danske virksomheder i perioden 2019-2020. Der forventes hurtig markedsmodning og værdiskabelse for virksomhederne inden for en tidshorisont på 2-4 år. FORCE Technology og Teknologisk Institut arbejder fælles med aktivitetsplanen med hensigt om at løfte danske virksomheder til at opnå en global markedsandel på 1 % inden for 2-5 år.

#### 4) Viden spredning og inddragelse

Teknologisk Institut og FORCE Technology gennemfører som start i aktiviteten et teknologikursus for op til 50 deltagere i 2019. Det foregår i et samarbejde, hvor formålet er at opnå grundlæggende forståelse af teknologien generelt herunder design udvikling, kendskab til de digitale processer, kendskab til forskellige komponenter og fremstilling af device prototyper (komponenter: print antenne, print sensor layout og print af lederbaner, der forbinder komponenterne; plus Near Field Chip (NFC), som kan kommunikere trådløst med smart phones). Det realiseres i samarbejde med ATV-SEMAPP/ IDA. I et femårigt perspektiv forventes op til 200 nye ingeniører, som gør brug af kurset.

En væsentlig del af aktivitetsplanen er at inddrage relevante virksomheder i gennemførelsen af de foreslåede aktiviteter. Det er således planen at involvere udvalgte virksomheder i co-creation forløb. Dette gennemføres i form af teknologishops, hvor der inddrages 3-5 virksomheder i et co-creation samarbejde, der vil resultere i generiske løsninger, som andre virksomheder vil kunne få indblik i og lære af. Generiske prototype emner leveres til målgruppen med henblik på at kunne teste og implementere printet i virksomhedens produkter. Der opereres med Start-ups, SMV'er og større virksomheder. Aktivitetsplanen omfatter udvikling af generiske værktøjer til teknisk og økonomisk vurdering af projektideen samt livscyklusanalyse, patentanalyse og finansieringsanalyse. Hertil er primært videndeling til flere interessenter i en workshop. Dette innovationssamarbejde forventes at række ud over aktivitetens toårige plan med ca. 30 virksomheder.

I aktivitetsperioden vil Force Technology og Teknologisk Institut deltage i en Nordisk Pavillon stand på relevante messer inden for printet elektronik sammen med danske virksomheder, for derigennem at hjemtage viden og præsentere viden fra aktivitetsplanen mhp. at skabe nye samarbejdsrelationer, hvilket vil skabe grundlaget for virksomhedernes videre udvikling af forretningskoncepter og internationale relationer.

Teknologisk Institut og FORCE Technology har i 2018 arbejdet med målgrupper, der har relevans til aktivitetsplanen. Der er skabt solid kontakt til 115 virksomheder. Der etableres i efteråret en følgegruppe, der naturligt hentes fra [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk).

Vidensspredning og målgruppeinddragelse vil foregå via følgende aktiviteter:

1. Workshops med flere partnere i Danmark samt gennem specifikke demonstrationsprojekter for 3-5 virksomheder.
2. "Outreach" værktøj i form af Webinar udbudt af Teknologisk Institut (50-100 deltagere) samt Teknologisk Instituts YouTube-kanal med mere end 6.800 views på YouTube-kanalen stigende til 10.000.
3. Samarbejde med journalister på Ingeniøren og AltOmTeknik, der har vist stor interesse for at levere nyskabende indlæg om teknologiudvikling og markedet for printet elektronik.
4. Fire indlæg i fagmedier, to videnskabelige artikler og fire præsentationer på internationale konferencer og tekniske messer.
5. FORCE Technology vil på samme niveau ligeledes sprede viden fra aktiviteten nyhedsbreve, på fagseminarer, via artikler og igennem faglige klubber og netværk.

Teknologisk Institut og FORCE Technology har haft positivt samarbejde med KEA's smykkelinje i 2016-2018. I den nye aktivitetsplan forventes samarbejde med en række uddannelsessteder fx DTU Diplom, Ballerup, Ingeniørhøjskoler og Danske Erhvervsakademier. Der planlægges to heldagskurser i 2019 og tre i 2020 med maksimum 28 studerende plus to deltagende undervisere. I samarbejde udvikles og etableres kursusmaterialer. Under kurset arbejdes der i laboratorier og FabLabs.

## 5) Konkrete aktiviteter

Formålet i aktivitetsplanen er at udvikle og etablere en ny digital produktionsplatform til printet elektronik, der gør det muligt for danske virksomheder at implementere digitalt printede elektronik komponenter i deres produkter. Ved at kombinere en digital inkjet proces med nano-kobber blæk i stedet for den nuværende dyre industrielle mikro-sølv blæk, kan der opnås en betydelig reduktion af materialeforbrug og -omkostninger. Dette giver samtidig en designfrihed, hvor der kan printes lederbaner på både plast, papir, keramik og tekstiler grundet den lavere hærkningstemperatur for nanoblæk.

Aktiviteterne udvikles og bindes sammen i en tidsmæssig evolution, hvor viden spredning og engagering primært af SMV'er i perioden 2019-2020. Det overordnede koncept i aktivitetsplanen er at arbejde med fuldt digitale processer til udvikling af digitale smarte produkter, der kan være et produkt i sig selv, men de kan også integreres i eksisterende produkter. Aktivitetsplanen bygges op ved at anvende forskellige metodikker – fysiske datadrevne processer kombineret med Big Data analyser. Databearbejdning af historiske data fra alle anvendte instrumenter i et eksperiment med fx statistiske modeller og machine learning. Det konsoliderer effektivt over tid sammenhængen mellem nano-blæk, printprocesser og de resulterende egenskaber i de smarte produkter.

De centrale delaktiviteter, der opbygges i aktiviteten, er:

**Aktivitet 1. Introduktion af teknologi og samarbejdsform (TI+FT):** Der gennemfører som start i aktiviteten et teknologikursus for op til 50 deltagere i 2019. Deltagerne introduceres i teknologien gennem et 1-dags kursusforløb. Kurset er baseret på evalueringskits med god mulighed for at prototype en sensor, en antenne og en Near Field Chip (NFC), som kan opsamle og kommunikere til en tablet eller en smart phone. De klassiske sensorer er temperatur, fugtighed og tryk. I 2019 og i 2020 udføres en prækvalifikation af i alt 20 Start-ups/SMV'er, som deles op i fem workshop grupper med max fem deltagere i hver. For hver virksomhed gennemføres et besøg med en analyse af ideudvikling, vurdering af teknologibehov, forslag til nye prototyper og patentanalyse. Efterfølgende arbejdes med *co-creation* i laboratorierne en fuld dag (3-5 deltagere).

**Aktivitet 2. Etablering af pilotproduktionslinjer (TI, medfinansiering LEE-BED og NECOMADA):** Der udvikles og etableres en produktionsplatform, som består af seks linjer og en ny digital inkjet printer. I 2019 etableres tre pilotproduktions linjer for nanokobberblæk og 2020 tre linjer for nanosølvblæk. Nano sølv

kan reduceres i pris og anvendes i dyrere og mere komplekse 3-dimensionale produkter. Pilot sekvensen er fremstilling af nanomateriale i væskeform, formulering af nanoblæk tilpasset med kemiske additiver og viskositets tilpasning til forskellige typer af printhoveder, printmedier/tags og digital inkjet udlægning og hærkning af lederbaner.

**Aktivitet 3. Virtuel data model og -behandling (TI):** Udvikling og implementering af digitale printprocesser og data management metoder gennemføres gradvis i 2019 og 2020. En arbejdsmetode i produktionsverdenen er en kombination mellem en fysisk proces og en virtuel datamodellering. De historiske data hentes fra de tre fysiske pilotlinjer inklusiv inkjet printerne og overføres til virtuel modellering. Denne metode er med til at reducere omkostninger, håndtere risici/barrierer, optimere forud vedligeholdelse af processer og reducere tidsforbruget i produktionen. Det er grundlaget for prototype udvikling. Der er sammenhæng med aktivitet 2.

**Aktivitet 4. Udvikling af analyseværktøjer og prototyper (TI, medfinansiering af LEE-BED og NECOMADA):** I tæt samarbejde med Start-ups og SMV'er udvikles og implementeres en række generiske analyseværktøjer, der kan overføres direkte til målgruppevirksomhederne. Der arbejdes med ideudvikling, vurdering af teknologi/behov, sikkerhedsvurdering af processer/prototyper, økonomiske forhold/finansiering i forhold til muligheden for at etablere nye patenter/IPR. Med henblik på at opnå værdiskabelse i virksomhederne arbejdes der med produktgenerering, markedsanalyser og internationalt salg. Der er sammenhæng med aktiviteterne 2 og 3 i hele perioden.

**Aktivitet 5. Udvikling af demonstratorer og proof-of-concept (FT):** Udvikling af demonstratorer og *proof-of-concept* i form af printede sensorer, batterier, antenner og lignende kombineret med diskrete komponenter. Disse udvikles i samarbejde med virksomheder og på baggrund af behov identificeret i industrien. (sammenhæng med 2, 3 og 4)

Teknologisk Institut og FORCE Technology besidder meget stærke teknisk faglige kompetencer og kompetencer inden for projektstyring, innovation, markedsanalyser, forretning og IPR. Kompetenceniveauet udvikles fortsat og en række nye serviceydelser udvikles i 2019 og 2020 i co-creation samarbejde med virksomhedspartnerne.

Aktivitetsplanen udføres af Teknologisk Institut, hvor 30 medarbejdere har årevis erfaring i udvikling af nanomaterialer og tilhørende nano- og mikro-produktionsprocesser. Dertil kommer en lang række samarbejder med danske og udenlandske universiteter og RTO'er. Teknologisk Institut har arbejdet med kompetenceopbygning inden for printet elektronik siden 2017 og etableret et nyt laboratorium og helt ny investering i udstyr i 2018. Mikroelektronik på FORCE Technology har 65 medarbejdere, som arbejder med udvikling, test og produktion af smarte komponenter. Gruppen har mange års erfaring med udvikling og produktion af avanceret mikroelektronik komponenter herunder RFID dataloggere, vision systemer, ultra lave power systemer. FORCE Technology har ligeledes udstyr til karakterisering og fejlfinding i mikroelektroniske systemer samt omfattende ren rums faciliteter. Dertil kommer adgang til førende RTO'er som IMEC og CSEM samt *foundries* i Taiwan og Europa, hvor produktionen foregår.

## 6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Teknologisk Institut har deltaget i internationale "printet elektronik" konferencer og messer i Europa og USA de seneste år. I begyndelsen var der meget få danske virksomheder til stede på messer og konferencer, men fra 2016 har danske virksomheder udvist en stor interesse for teknologiområdet. Et af de behov, som har udmøntet sig af disse konference og messer er behovet for nano-blæk og der er en stor interesse herfor verden over. Med nano-kobber blæk kan man opnå samme egenskaber som lederbaner produceret med det meget dyre mikro-sølv og det er samtidig muligt at reducere prisen med en faktor 100 i forhold til sølv.

Teknologisk Institut indgår i internationale partnerskaber omkring udvikling af nye processer til fremstilling af nano-kobber partikler. Instituttet er bl.a. partner i to store Horizon 2020 projekter, hvor Instituttet har ansvaret for udvikling af nano-blæk. En faglig barriere i form af manglende forskningsindsats på nanoblæk området var dermed fjernet og det er nu muligt at koncentrere indsatsen inden for de digitale printteknologier for derigennem at muliggøre de danske virksomheders adoption af printet elektronik.

Printet elektronik er som tidligere nævnt en essentiel teknologi til udvikling af fremtidens digitale smarte produkter. En illustration af interessen for digitale smarte produkter findes i Teknologisk Instituts analyse fra 2017 (Industri 4.0: Er dansk industri smart nok?), hvor et repræsentativt udsnit af fremstillingsvirksomheder blev interviewet om IoT og sensorer. 22 procent svarede, at de i en eller anden grad har kontakt til deres produkter over fx internettet efter produkterne er solgt til kunden<sup>4</sup>. 78 procent fandt ikke IoT relevant i 2017, men for mange virksomheder kan printet elektronik gøre forskellen og dermed gøre IoT relevant for flere virksomheder.

I 2018 investerede Instituttet i et nyt laboratorium, et nyt udstyr og nu viste danske Start-ups, små og mellemstore virksomheder samt nogle af landet største virksomheder stor interesse på messerne, workshops og Webinars.

Nye serviceydelser i form af analyseværktøjer samt de første pilotlinjer til produktion af printet elektronik vil alle være tilgængelige i 2019. Dette betyder at nye smarte produkter kan fx udvikles fra medio 2019 og lanceres af målgruppevirksomhederne på markedet i 2020. For mere komplekse integrerede produkter vil tidshorizonten for målgruppevirksomhederne være 2-3 år med gode muligheder for at komme foran markedet og ind i nye internationale markeder. Udviklingen af fremtidens smarte digitale produkter bringer helt ny viden ud i GTS-nettet.

LEE-BED Horizon 2020 printet elektronik projektet starter 2. januar 2019. I alt syv RTO'er driver projektet med henblik på bredt at supportere den europæiske industri. EU forventer, at partnerne løfter og lancerer teknologien. Danske virksomheder kan i fuldt omfang udnytte services i RTO partnerskabet.

## **7) Vidensamarbejde og -hjemtagning**

Det er strategisk vigtigt, at aktiviteten bygger på nationale og internationale projektsamarbejder. Teknologisk Institut samarbejder primært med grundforskningscentre på AU Kemi og DTU Fysik, herunder uddannelse af erhvervs PhD og Post Docs, publikationer og præsentationer på internationale konferencer. FORCE Technology samarbejder i dag med førende forskningsinstitutioner inden for mikroelektronik herunder Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet, Tyndall i Irland og IMEC i Belgien. Dertil kommer, at FORCE Technology har et langt samarbejde med verdens førende *foundries* i Taiwan og Europa herunder TSMC og Global Foundries. Dette giver FORCE Technology mulighed for at tilbyde danske virksomheder adgang til masseproduktion af mikroelektroniske komponenter.

Desuden har Teknologisk Institut og FORCE Technology etableret et samarbejde med syv RTO'er om at levere service til danske virksomheder. Et Nordisk Printet Elektronik partnerskab med ACREO i Sverige og VTT i Finland er under etablering. Det giver danske virksomheder muligheder for at udføre demoprojekter inden for en bred palette af produkter.

Innovationsfondsprojektet GCAM (Green Chemistry for Advanced Materials) har leveret de basale forskningsresultater. Teknologisk Institut har udviklet nano-blæk. Den internationale produktionspartner Henkel fra Belgien er i gang med at teste materialernes kvalitet og integrere kobberet i en ledende blæk. GCAM projekter fortsætter og 2-4 publikationer sendes ind i 2019. Herover kommer patentanalyser og mulig patentansøgning.

Instituttet har de seneste to år arbejdet sammen med CPI i England, RISE ACREO i Sverige og TNO/Holst centrene i Holland (aktivitet X2 Strategisk satsning på internationalt GTS-samarbejde). Samarbejdet med RTO'er er vokset det sidste halve år alle med fokus på printet elektronik teknologien. Det vil flot supportere udviklingen i den nye aktivitet.

Teknologisk Institut deltager i Horizon 2020 projektet NECOMADA, som fortsat er aktive i 2019. Teknologiuudviklingen i dette projekt, herunder særligt formuleringen af nanoblæk vil bidrage til aktiviteterne i aktivitetsplanen. Generel viden fra projektet vil kunne give vigtigt indspil til nærværende aktivitetsplan.

## **8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer**

<sup>4</sup> Sørensen et al., "Industri 4.0: Er dansk industri smart nok?", Teknologisk Institut, 2017

Printet elektronik er en ny aktivitet på Teknologisk Institut og en del af strategien for ”Fremtidens digitale produktion”. Instituttet har allokeret ressourcer til et printet elektroniklaboratorium og et *state-of-the-art* udstyr, som er unik for Danmark og der udover kun findes få steder i Europa.

FORCE Technology har arbejdet med printet elektronik i form af RFID i de seneste år, og årelang opbygning af kompetencer og faciliteter inden for elektronik og mikroelektronik. Med aktiviteten opnår FORCE Technology at styrke *state-of-the-art* infrastruktur inden for kernefaglighed mod danske styrkepositioner.

Teknologisk Institut og FORCE Technology vil med aktivitetsplanen styrke samarbejdet i GTS-nettet omkring mere sammenhængende ydelser og forløb på tværs af kompetencer og ny instituttet mulighed for at udvikle en ny partnerskabsbaseret teknologisk service for udvikling, test og implementering af nye printede elektronik komponenter skræddersyede til virksomhedernes behov.

## 9) Tidsplan og milepæle

### 2019

#### **Aktivitet 1. Introduktion af teknologi og samarbejdsform (TI+FT):**

MP1.1 (Inddragelse og videnspredning). Teknologikursus for op til 50 deltagere i 2019 er gennemført. Prækvalifikation af 20 Start-ups/SMV'er, der efterfølgende deltager i co-creation aktiviteter i laboratorierne er gennemført. Succeskriterie: Identifikation af 5 generiske komponent- eller produktideer.

#### **Aktivitet 2. Etablering af pilotproduktionslinjer (TI):**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Pilotproduktionslinjer for kobber etableres. De første pilotprojekter testes på nano-kobber materialer i væskeform. Succeskriterie: Pilot linjerne er klargjort og konsolideret. SMV'er inviteret til at teste pilotproduktion.

MP2.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Formulering af nano-kobber blæk tilpasset med forskellige kemiske additiver. Udvikles i samarbejde med RTO'erne i England og Holland og testes af Henkel i Belgien. Succeskriterie: Formulering er klargjort, konsolideret til fastlagt kvalitet. (delvist fra de medfinansierede projekter LEE-BED og NECOMADA)

MP2.3 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Viskositets- og partikeltilpasning af forskellige kobber blæktyper til printhoveder, printmedier/tags og digital inkjet udlægning af lederbaner er gennemført. Succeskriterie: Minimum tre blæktyper er tilpasset tre forskellige printhoveder.

MP2.4 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning) (FT). Afsøgning af karakteriserings- og fejlfindingsmetoder via udstyr forankret hos FORCE Technology. Succeskriterie: Generel dokumentation af materialer og komponenter fra MP2.1, MP2.2 og MP2.3 er gennemført.

#### **Aktivitet 3. Virtuel data model og -behandling (TI):**

MP3.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Data fra printerhovedet i det fuldt digitale inkjet udstyr overført til en virtuel datamodellering. Succeskriterie: Dokumentation af kobber blæk lederbaner printet på papir, tekstil og keramik er etableret.

MP3.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Data hentet fra de tre fysiske pilotlinjer/karakteriseringsudstyr og overført til virtuel modellering med brug af fx *machine learning*. Succeskriterie: Kvalitetskontrol af processer, måleudstyr og nano-blæk er gennemført. SMV'er får introduceret data management.

#### **Aktivitet 4. Udvikling af analyseværktøjer og prototyper (TI):**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service): Der udvikles generiske analyseværktøjer til starts-ups og SMV'er omhandlende bl.a. ideudvikling, patentanalyse, vurdering af teknologi og markedsbehov, sikkerhedsvurdering af processer/prototyper, omkostningsanalyse inden for printet elektronik med nano-kobber lederbaner. Succeskriterie: Generisk værktøj testet af 10 virksomheder.

MP4.2 (Inddragelse og videnspredning). Co-creation i samarbejde med 3 virksomheder gennemført.

MP4.3 (Udvikling af teknologisk service). Pilotprojekt til udvikling af prototyper med kobber nano-blæk printbaner gennemført. Succeskriterie: Fem nye komponenter/0-serie produkter er demonstreret. (delvist fra de medfinansierede projekter LEE-BED og NECOMADA)

#### **Aktivitet 5. Udvikling af demonstratorer og proof-of-concept (FT):**

MP5.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning). Potentielle demonstratorer og *proof-of-concept* cases for printede elektronik komponenter udvælges på baggrund af viden opsamlet i aktivitet 1-3 kombineret med input fra målgruppen. Som led i arbejds pakken udarbejdes en liste over potentialer. Succeskriterie: Dokumentation af elektroniske komponenter.

MP5.2 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning). Minimum to *proof-of-concepts* for printede sensorer, printede antenner, batterier eller lignende kombineret med diskrete elektronikkomponenter er printet for at demonstrere funktionalitet. Succeskriterie: Dokumentation af prototype sensorer.

MP5.3 (Inddragelse og videnspredning). Viden spredning omkring printede elektronik er gennemført via webinar, YouTube video og artikler. Demonstratorer og identificeret potentialer kommunikerer til målgruppen ved fire arrangementer i samarbejde med innovationsnetværk, erhvervsorganisationer eller lignende. Uddannelsesinstitutioner inviteres ind til Open Lab/Fab lab arrangement. Succeskriterie: demonstratorer kommunikerer til målgruppen.

### **2020**

#### **Aktivitet 1. Introduktion af teknologi og samarbejdsform (TI+FT):**

MP1.1 (Inddragelse og videnspredning). Prækvalifikation af 20 Start-ups/SMV'er, der efterfølgende deltager i co-creation aktiviteter i laboratorierne er gennemført. Succeskriterie: Identifikation af 5 generiske komponent- eller produktideer. **Aktivitet 2. Etablering af pilotproduktionslinjer (TI):**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Pilotproduktionslinjer for sølv etableret, herunder komplekse 3-dimensionale strukturer. De første pilotprojekter testes på nano-sølv materialer i væskeform. Succeskriterie: Pilot linjerne er klargjort og konsolideret.

MP2.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Formulering af nano-sølv blæk tilpasset med forskellige kemiske additiver er gennemført i samarbejde med CPI i England. (delvist fra de medfinansierede projekter LEE-BED og NECOMADA). Succeskriterie: Formulering er klargjort, konsolideret til fastlagt kvalitet.

MP2.3 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Viskositets- og partikeltilpasning af forskellige sølv blæktyper til printhoveder, printmedier/tags og digital inkjet udlægning af lederbaner er gennemført. Succeskriterie: Minimum tre blæktyper tilpasset tre forskellige printhoveder.



MP2.4 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning) (FT). Afsøgning af karakteriserings- og fejlfindingsmetoder via udstyr forankret hos FORCE Teknologi. Succeskriterie: Generel dokumentation (MP2.1, MP2.2 og MP2.3).

### **Aktivitet 3. Virtuel data model og -behandling (TI):**

MP2.1 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Data fra printerhovedet i det fuldt digitale inkjet udstyr overført til en virtuel datamodellering. Succeskriterie: Dokumentation af sølv blæk lederbaner printet på papir, tekstil og keramik.

MP2.2 (Vidensamarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning). Data hentes fra de tre fysiske pilotlinjer og tilhørende karakteriseringsudstyr. Data overføres til virtuel modellering med brug af fx *machine learning*. Succeskriterie: Kvalitetskontrol af processer, måleudstyr og nano blæk.

### **Aktivitet 4. Udvikling af analyseværktøjer og prototyper (TI):**

MP4.1 (Udvikling af teknologisk service). Generisk analyseværktøj udviklet i 2019 til starts-ups og SMV'er omhandlende bl.a. ideudvikling, patentanalyse, vurdering af teknologi og markedsbehov, sikkerhedsvurdering af processer/prototyper, omkostningsanalyse inden for printet elektronik er opdateret i forhold til anvendelse af nano-sølv lederbaner. Succeskriterie: Generisk værktøj testet af 6 virksomheder.

MP4.2 (Inddragelse og videnspredning). Co-creation i samarbejde med 3 virksomheder gennemført.

MP4.3 (Udvikling af teknologisk service). Pilotprojekt til udvikling af prototyper med sølv nano-blæk printbaner gennemført. Succeskriterie: Demonstration af 10 nye prototypekomponenter. (delvist fra det medfinansierede projekt LEE-BED og NECOMADA).

### **Aktivitet 5. Udvikling af demonstratorer og proof-of-concept (FT):**

MP5.1 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning). Listen over potentielle anvendelsesområder for printet elektronik er udbygget og udgivet som *White Paper* til målgruppen. Succeskriterie: Whitepaper udgivet og distribueret til minimum 1.000 modtagere via konferencer, nyhedsbreve og lignende.

MP5.2 (Vidensamarbejde, -hjemtagning- og kompetenceopbygning). Minimum to *proof-of-concepts* for printede sensorer, printede antenner, batterier eller lignende kombineret med diskrete elektronikkomponenter er gennemført for at demonstrere funktionalitet.

MP5.3 (Inddragelse og videnspredning). Videnspredning omkring brug af printede elektronik komponenter i praksis er gennemført. Demonstratorer og identificerede potentialer kommunikeres til målgruppen ved fire arrangementer i samarbejde med innovationsnetværk, erhvervsorganisationer mv. Uddannelsesinstitutioner inviteres ind til Open Lab/Fab lab arrangement. Succeskriterie: Præsentation afholdt ved minimum fire arrangementer med samlet set minimum 50 deltagere.