

<b>Institut(ter):</b> FORCE Technology Alexandra Instituttet	<b>Aktivetsplan (titel):</b> Produktinnovation med multifysiske digitale tvillinger  <b>Idéforslags titel på bedreinnovation.dk:</b> Produktinnovation med virtuelle tvillinger	<b>Aktivetsplan nr.:</b> A04	FoU
--	---	------------------------------	-----

**1) Manchettekst (kort resumé)**

Målet er at fremme produktinnovation i danske virksomheder via udnyttelse af multifysiske digitale tvillinger. Med digitalisering af vores viden indenfor materialer, levetidsforbedring og funktionsoptimering skabes yderligere værdi.

**2) Aktiviteten kort (resumé)**

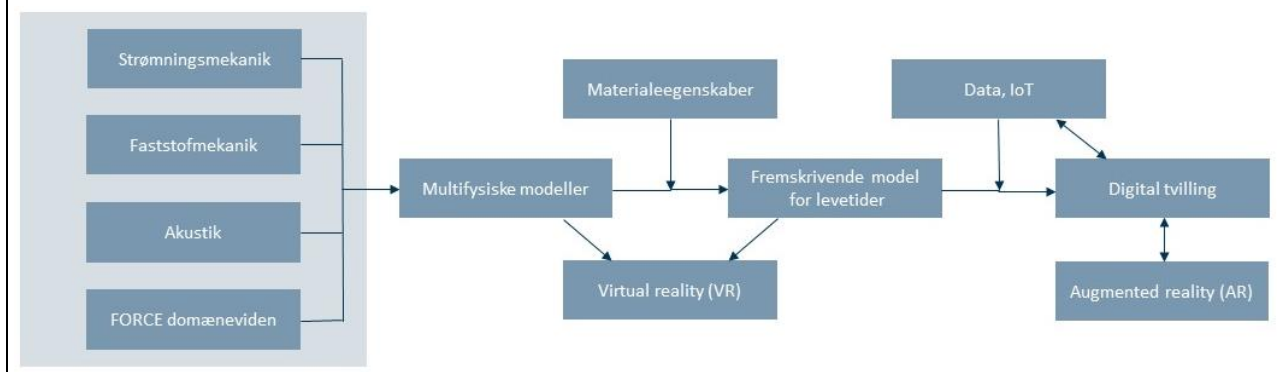
Som et resultat af den igangværende 4. industrielle revolution (i4.0) skabes der nye muligheder indenfor digitale metoder, simuleringer og løsninger til produktinnovation. Med disse kan der spares tid og penge i udviklingsstadiet, sikres bedre performance og dermed styrke konkurrenceevnen for dansk fremstillingsindustri. FORCE Technology (FORCE) med Alexandra Instituttet (AI) i en understøttende funktion ønsker med denne aktivitetsplan at tilbyde dansk industri produktinnovation via multifysiske digitale simuleringsværktøjer.

Ved **multifysisk** forstås, at alle relevante fysiske egenskaber inkluderes i samspil med hinanden, fx egenskaber indenfor det faststofmekaniske, fluidmekaniske og akustiske. Vi ønsker desuden, sammen med målgruppen, at afsøge nye forretningspotentialer ved at anvende digitale tvillinger med afsæt i de multifysiske simuleringsværktøjer og i særlig grad på designstadiet.

Ved begrebet en **digital tvilling (DT)** forstås en unik multifysisk digital repræsentation, der er tilknyttet et tilsvarende unikt produkt i designfasen eller i drift hos en kunde eller operatør. Ved brug af digitale tvillinger og med afsæt i de multifysiske simuleringsværktøjer skabes nye muligheder for at forudsige den fremadrettede drift og tilstand af den fysiske tvilling. FORCE vil med denne aktivitet:

- Give producenter og operatører adgang til services indenfor produktinnovation og driftsoptimering baseret på multifysiske modeller og simuleringsværktøjer.
- Give producenter og operatører adgang til services, der sikrer, at de kan udnytte det fulde potentiale i digitale tvillinger både i udviklings- og driftsfase.

Se endvidere Figur 1:



Figur 1: Grafisk illustration af aktivitetens delelementer, sammensætningen og ydelsesniveau efter endt aktivitet.

FORCE har stærke kompetencer indenfor fluid- og faststofsimering, materialer, skader, levetidsbestemmelse og -produktforbedring. Herudover har FORCE veletablerede relationer til målgruppen og nye kompetencer indenfor akustik fra fusionen med DELTA. Ved at kombinere disse kompetencer og relationer i nye multifysiske simuleringsværktøjer og digitale tvillinger, skabes en unik mulighed for, at FORCE kan hjælpe de danske virksomheder med nye state-of-the-art design og produktinnovationsværktøjer.

De nye ydelser henvender sig til fremstillingsindustrien med virksomheder indenfor produktudvikling og produktion, og i særlig grad indenfor **fødevarer-, cleantech- og procesindustrien**.

Med anvendelse af multifysiske modeller og simuleringer i digitale tvillinger, skabes på sigt nye forretningsmuligheder for virksomhederne, idet virksomhederne vil få en unik indsigt i produktets tilstand og udvikling over tid. Fx muligheden for serviceydelser indenfor vedligehold, jf. FORSK2025 og kommentarer på Bedreinnovation.dk. Dette, samt verifikation af udviklingsaktiviteterne, undersøges gennem inddragelse af målgruppen i demonstrationscases.

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

På tværs af brancher er der pga. stigende globalisering fokus på differentiering og forbedret konkurrenceevne. Samtidig har samfundet et behov for at reducere det samlede ressourceforbrug og de miljømæssige belastninger. Virtuelle og digitale design- og testmetoder er en central katalysator til netop at udvikle mere effektive produkter og forkorte 'time-to-market'. En stærk driver for dette er i4.0. FORSK2025 peger på disse faktorer med ønsket om udvikling af nye teknologier og løsninger indenfor digitalisering, grøn vækst og materialer.

Digitale design- og simuleringsværktøjer anvendes allerede bredt i danske virksomheder. Men Danmark er bagud sammenlignet med fx Tyskland indenfor brugen af i4.0 teknologier. Barrieren i Danmark er ifølge BCG<sup>1</sup>: "manglende viden, evner og finansiering", hvilket specielt udfordrer de danske SMV'er. Der er derfor, som beskrevet i FORSK2025<sup>2</sup>: "*behov for udvikling af generisk viden på det digitale område, som kan udgøre et fundament for nye opdagelser og løsninger indenfor mange forskellige sektorer*" samt "*digital (virtuel) produktudvikling*" (side 39). Samtidig peger BCG på simulering som en af ni drivere indenfor i4.0, mens Gartner<sup>3</sup> peger på digitale tvillinger som en ud af ti vigtige teknologiske trends i 2018 indenfor nye forretningsmodeller.

FORCE og AI, med AI i en primært understøttende funktion, ønsker med nærværende aktivitet at sikre, at dansk industri og særligt SMV'erne har adgang til de nødvendige digitale metoder og værktøjer, der kan understøtte produktinnovation med det specifikke fokus på adgang til multifysiske simuleringsværktøjer og implementering af digitale tvillinger.

Ved **multifysisk** forstås, at alle relevante fysiske egenskaber inkluderes i simulerings- eller designmodellen i samspil med hinanden, f.eks. egenskaber indenfor det faststofmekaniske, fluidmekaniske og akustiske.

Ved begrebet **digital tvilling (DT)** forstås en unik multifysisk digital repræsentation af et tilsvarende unikt fysisk produkt i designfasen eller i drift hos en kunde eller operatør. Afhængig af hvor i produktets livscyklus begrebet anvendes, benyttes to underliggende begreber: **Digital tvilling prototype (DTP)** anvendes om produktet i design- og udviklingsfasen og besidder produktets generiske fysiske egenskaber.

<sup>1</sup> <https://innovationsfonden.dk/sites/default/files/bcg-winning-the-industry-40-race-dec-2016.pdf>

<sup>2</sup> <https://ufm.dk/publikationer/2017/FORSK2025-fremtidens-lofterige-forskningsomrader>

<sup>3</sup> <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>

**Digital tvilling instans (DTI)** er en digital tvilling, der via sensorer og dataindsamling er koblet direkte til en fysisk tvilling, der er i drift hos kunde eller operatør. En DTI nedarver hermed viden om de påvirkninger, som den fysiske tvilling oplever, og ændringer via slid og andre påvirkninger fra det fysiske miljø og brug.

Med forslaget 37 konstruktive kommentarer og gode respons blandt de danske virksomheder på Bedreinnovation.dk understøttes dette, fx:

*” I ReliBond mener vi, at en sådan aktivitet i høj grad er med til at forme fremtiden. Det er af afgørende værdi og meget tidsbesparende for virksomheder, der udvikler komplicerede produkter, at de første prototyper og proces teknologiers indvirkning kan simuleres og undersøges, før den omkostningstunge del af udviklingen hvor prototypen bygges fysisk igangsættes ...*

*Efter vores overbevisning ligger der et stort potentiale, som kan understøttes af forskellige business cases, som endnu er ukendt.”, Martin Sander Nielsen, Medejjer i ReliBond*

Ligeledes understøttes forslaget på Bedreinnovation.dk af ledende innovationsnetværk og institutioner som Inno-MT, MADE og DTU.

Målgruppen er dansk industri på tværs af virksomheder med særlig fokus på fremstillingsindustrien. McKinsey & Company<sup>4</sup> opgør denne industri til 7.700 virksomheder med en årlig omsætning på 230 mia. kr. og højeste eksport andel af alle sektorer. BCG skriver om denne, at vi ”*desperat behøver vores fremstillingsindustri*”, som her opgøres til 10 % af Danmarks arbejdsstyrke, men samtidig står for 60 % af vores eksporterede varer og 70 % af produktiviteten i den private sektor. McKinsey & Company fastslår desuden, at virksomheder med høje udgifter til R&D er omkring 25 % mere rentable end virksomheder med lave udgifter.

I aktivitetsplanens gennemførelse er der et særligt fokus på tre danske industrielle styrkepositioner indenfor målgruppen, nemlig udviklere og producenter af udstyr til: **Fødevare-, Cleantech-** og **Procesindustrien**. Her er der identificeret 943 virksomheder, hvoraf ca. 60 % er SMV’er og ca. 35 % er i dag eksisterende kunder hos FORCE.

Der er i relation til den primære målgruppe en stor sekundær målgruppe i form af slutbrugere af produkterne, der vil drage nytte af aktiviteten i form af højere opetid, større effektivitet og mindre vedligeholdelsesomkostninger.

Målgruppens bredde afspejles også i diversiteten af interessenter, der har bidraget med mange kommentarer til forslaget på Bedreinnovation.dk.

Potentialet er stort både for målgruppen som helhed, producenten af udstyr og hos slutbrugeren, hvor udstyret sættes i drift. Som eksempel vil fødevarerbranchen, med multifysiske modeller og simuleringer via DTP, kunne udvikle produktionsudstyr og processer med mindre energiforbrug i mere kompakte materialebesparende og pålidelige designs. Eksempelvis kan det være en udfordring ved design af industrioivne at opnå høje temperaturer uden deformation af lågen. Her vil simuleringer med multifysiske modeller af ovnen i drift kunne forudsige deformationer som funktion af termiske spændinger i ovnens materialer inden endelig produktion. Nye løsninger kan herved hurtigt testes med højere viden omkring slutproduktets kvalitet og performance. Hertil kommer muligheden for virksomheder med brugen af Virtual Reality (VR), at teste med og træne installatører og operatører, inden produktet installeres i

<sup>4</sup> McKinsey & Company, AARHUS BSS: Den danske fremstillingsindustri – Vejen til succes i det næste årti

produktionen, hvilket udnyttes i bilindustrien, samt en stærk platform for sparring mellem FORCE og produktleverandør.

I kombination med en DTI vil operatøren (slutbrugeren) have bedre mulighed for at opretholde en mere stabil produktion og via multifysisk simulering have mulighed for at forudsige kritiske nedbrud. Producenten af maskinen vil ligeledes også få øget indblik i faktisk performance og brug over tid gennem opsamling af data, hvilket kan udnyttes til at bedre produkter. Gennem Augmented Reality (AR) interaktion mellem bruger og produkt øges værdiskabelse af DTI'er yderligere.

Der har allerede været dialog med målgruppen og virksomheder for fokusering af ansøgningen som Alfa Laval, Hounö, Sanovo, Enerdry, GEA og Chr. Hansen.

#### **4) Videnspredning og inddragelse**

##### **Inddragelse**

Dette er centralt for succesen af aktiviteten med både tidlig og kontinuerlig inddragelse af målgruppe. Dette sker bl.a. igennem udvælgelse og gennemførelse af demonstrationscases. Hermed sikres både relevans og fokus for aktiviteterne gennem afpasning i teknologisk niveau mod efterspurgte ydelser. Gennem valg af generiske løsninger, sikres de færdige ydelsers værdi for hele målgruppen. Dertil kommer mulighed for løbende videnspredning pga. inddragelsen og mulighed for FORCE og AI at teste de udviklede ydelser. Se endvidere afsnit 5.

Der oprettes en følgegruppe for yderligere sikring og fokus ift. identificering af relevante problemstillinger og behov indenfor simulering og digitalisering, implementering, og forretningsdannelse indenfor målgruppen. Følgegruppen søges dannet af virksomheder fra udvalgte demonstrationscases, ledende dansk(e) virksomhed indenfor DT'er, DTU og AU. Der afholdes halvårlige møder.

##### **Samarbejde**

Der vil være samarbejde mellem FORCE og AI omkring etableringen af den tekniske platform for digitale tvillinger. FORCEs aktiviteter fokuserer primært på fysikken og levetiden i produkterne, mens AI fokuserer på interaktionen mellem produkt og bruger, samt den underliggende softwareplatform. Ydermere er hovedfokus for denne aktivitet på produktets første stadie af livscyklussen i form af digitale tvilling prototyper (DTP), mens AI's fokus primært er på produkter i brug i form af en digital tvilling instans (DTI). Der samarbejdes med videnspredning under udvalgt case(s) og i styregrupperne.

##### **Videnspredning**

På baggrund af resultaterne fra demonstrationscases, udgives to fagartikler og to konferenceindlæg. Desuden formidles resultaterne via to præsentationer i relevante fagnetværk som fx DANSIS, MADE og Inno-MT, ATV-Semapp eller det internationale korrosionsnetværk NACE.

I samarbejde med DTU gennemføres to specialeprojekter med brede tværfaglige profiler indenfor multifysik og digitale tvillinger.

#### **5) Konkrete aktiviteter**

##### **AP1: Inddragelse og fokusering**

##### **Analyse og dokumentation af branchespecifikke behov**

Der foretages en endelig analyse omkring behov af multifysiske digitale designmetoder og tvillinger i målgruppen med specielt fokus på anvendelse hos SMV'erne. I analysen skal dette sættes i relation til branchernes aktuelle digitale barriere, erfaringer fra større virksomheder, forretningsmodeller og

potentiale. Der identificeres desuden specifikke områder og behov indenfor levetidsmodeller, hvor eksisterende ydelser og testfaciliteter kan understøtte digitale modeller. Dette foretages bl.a. i samarbejde med følgegruppen, MADE og Dansk Industri.

### **Konceptbeskrivelse og udarbejdelse af *frame work* for tvillingeydelsen**

Valg af teknologiske løsninger og platforme skal sigte mod anvendelse i både en DTP og DTI.

Følgegruppen og styregruppen involveres for input til beskrivelse og afgrænsning af rammer for det fysiske og digitale set-up og koncept, der skal bruges for at tilbyde en DT med multifysiske modeller i målrettet teknologisk service. Konceptet for DTP implementeres via demonstrationscases. AI vil deltage i etablering af det tekniske framework for tvillingeydelsen.

### **AP2: Demonstration og inddragelse gennem casestudier**

Gennem demonstrationscases inddrages målgruppen, og de udviklede services implementeres og verificeres. Der udvælges på baggrund af feedback fra Bedreinnovation.dk, konkrete virksomhedsbesøg og brancheanalysen (AP1) 4 virksomheder til casestudier. De forskellige cases skal afspejle forskellige brancher i målgruppen, digitale niveauer og værktøjer samt digital parathed. Der er allerede skaffet positiv feedback og ønske om samarbejde fra følgende virksomheder med tilhørende cases:

- HOUNÔ A/S – Innovation af professionelle bageovne (Produktleverandør, Fødevarer)
- PureteQ – Forbedret levetid og up-scaling af scrubber technology (Produktleverandør, Cleantech)
- Howden – Levetidsforlængelse af blæsere (Produktleverandør, blandet industrier)
- Iron Pump – Effektivitet og levetidsforlængelse af vandpumper (Produktleverandør, marine- og energibranchen)
- Turbovox – Performance og materialeforbedring af ventilationsenheder med varmegenindvending og implementering af DT (Produktleverandør til private hjem og kontormiljøer, Cleantech)

Det er også tiltænkt at benytte én af FORCEs teststande. FACT-Lab testfaciliteter benyttes til demonstrationscases for en DT ved, at simuleringen af produktets egenskaber sammenholdes med fysiske test af egenskaberne i FACT-Lab. Med sådan en case forbedres muligheden for verificering af de multifysiske modeller gennem kontrollerede miljøer og dataopsamling.

Endeligt gennemføres 1+ fælles case mellem FORCE og AI. Casen udvælges i samarbejde mellem institutterne, og i koordination med aktiviteten *A02 Økosystem for IoT-udvikling og -test i Danmark*, for at sikre størst muligt udbytte for begge aktiviteter.

### **AP3: Udvikling af unikke multifysiske simuleringsmodeller for produktoptimering i DT'er**

#### **Videnhjemtagning**

Den nyeste state-of-the-art viden indenfor multifysisk simulering, levetidsmodellering og digitale tvillinger indhentes fra nationale og internationale erfaringer gennem deltagelse i seminarer, konferencer, møder med ledende virksomheder og videninstitutioner samt litteraturen (se afsnit 7).

#### **Multifysik**

Det vil i stor udstrækning være de dokumenterede behov i målgruppen, der vil være retningsgivende for udvikling af de multifysiske modeller. Den endelige serviceudvikling vil have stor fokus på generiske modeller for bred anvendelse i målgruppen ud over de valgte demonstrationscases. FORCE besidder allerede i dag stærke kompetencer indenfor numeriske analyser af styrke, akustiske og strømningsmekaniske problemstillinger. Der vil i denne aktivitet være fokus på implementering og test af den multifysiske sammenkobling mellem de i dag enkeltstående metoder. Eksempelvis vil metoder og viden om fluid-struktur-interaktion, FSI, der sammenkobler strukturanalyse og strømningsberegninger,

opbygges som nye generiske kompetencer og templates. Anvendes FSI til simulering af termisk deformation af en ovnlåge, vil denne viden og sammensætning af analytiske værktøjer anvendes på andre problemstillinger, hvor termiske deformationer er en udfordring. Multifysisk analyse åbner for at foretage designoptimering på et mere komplet grundlag. Der opbygges derfor i samarbejde med DTU-MEK kompetencer indenfor topologioptimering. Ved topologioptimeringer forstås en fastholdelse og/eller forbedring af et produkts funktionalitet, styrke og materialeforbrug gennem intelligente ændringer af produktets geometriske udformning.

#### **Modeller for levetid**

FORCE-materialeviden ønskes digitaliseret med henblik på anvendelse af nye og bedre prædiktive modeller og simuleringer for levetid og produkteffektivitet i digitale miljøer som VR, AR og digitale tvillinger. Dette gøres mere specifikt ved at kombinere vores materialeviden med simuleringskompetencerne indenfor fluid-og faststofmekanik i et setup, der kan anvendes generisk og digitalt. Udover analysen af branchen og valg af demonstrationscases, vil der tages udgangspunkt i følgende problemstillinger: Korrosion af materialer; Påvirkninger fra termiske spændinger i materialer/konstruktioner; Dimensionering og materialevalg; Erosion af materialer.

#### **AP4: Digitale tvillinger**

##### **Virksomhedsspecifik sparring baseret på VR og AR**

FORCE ønsker, som GTS og formidler af højteknologisk viden, at opbygge kompetencer indenfor visuel kommunikation af avancerede multifysiske systemer og simuleringer. Specielt VR er oplagt at kombinere med en DTP og AR med en DTI. Her er AI på forkant via tidligere aktivitetsplaner, hvorfor disse kompetencer inddrages.

##### **IoT og cloud computing**

En DTI fordrer brug af online data og processering. Der opbygges viden indenfor dette felt i specifik relation til de multifysiske modeller og levetidsmodellerne bl.a. i samarbejde med AI. FORCE besidder også viden indenfor feltet, som også ventes udbygget med EUDP-projektet RELIABLADE.

#### **6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau**

Der er i dag stor fokus på digitale tvillinger og simuleringer i forbindelse med igangværende i4.0 og med Tyskland som foregangsland. Et særligt fokus indenfor DT har været produktion og den smarte fabrik med logistik og robotter, og i mindre grad på selve produktet.

FORCE og AI i en understøttende funktion, vil med udgangen af denne aktivitet:

- Give producenter og operatører adgang til services indenfor produktinnovation og driftsoptimering baseret på multifysiske modeller og simuleringstvillinger.
- Give producenter og operatører adgang til services, der sikrer, at de kan udnytte det fulde potentiale i digitale tvillinger både i udviklings- og driftsfase.

Denne nye service indenfor specielt multifysiske simuleringer og DTP'er til produktinnovation, forankres i vores store industrielle domæneviden, mange testfaciliteter, specialister indenfor materialer og numeriske beregninger. Afsættet heri muliggør, at FORCE kan tilbyde en unik service og nye muligheder indenfor produktinnovation for de danske SMV'er.

*”Udviklingsarbejde efter trial and error metoden hører fortiden til. Denne ”analoge” måde at udvikle på er for langsom og er ikke præcis nok... Vi kan løse udfordringerne ved at indføre virtuelle værktøjer, som er hurtigere, bedre og mere præcise at arbejde med, altså digitalisere*

*udviklingsprocessen endnu mere end vi allerede har gjort. "Produktinnovation med virtuelle tvillinger" er et perfekt bud på sådanne værktøjer. Udover at give os mere pålidelige, præcise og hurtigere resultater, vil vi også kunne få meget større indblik i, hvordan vores produkter fungerer, og det vil give et meget mere detaljeret grundlag for at optimere/udvikle vores produkter."*, **Thomas Krogh Hansen, Udviklingschef, Turbovex**

Multifysiske simuleringsværktøjer og DTP'er forventes salgsklar som serviceydelse et år efter aktivitetens afslutning. Efterspørgslen efter disse ydelser kommer allerede nu fra de danske virksomheder, jf. afsnit 3 og ovenstående citat, og forventes kun at blive større i takt med større parathed, mod og indpas af i4.0.

Med multifysiske DTI'er frembringes nye muligheder for aktivt at forudsige den fremadrettede drift og tilstand af den fysiske tvilling, fremfor en reaktiv tilgang til produktets aktuelle tilstand. Hermed kan drift og vedligehold effektivt planlægges. De indsamlede data, sammen med indsigten fra multifysiske DT'er og dertilhørende mulighed for dybere *root cause analysis*, giver også mulighed for at udvikle bedre, mere effektive og konkurrencedygtige produkter. Samlet set åbnes der mulighed for, at producenten af udstyr skaber nye konkurrencedygtige produkter og forretningsmodeller og kan dele værdi med operatøren af udstyret.

Som følge af fusionen med DELTA og adgang til viden indenfor product compliance af elektroniske produkter, IoT-services og akustik, står FORCE i dag endnu stærkere til at kunne tilbyde DT-løsninger i direkte samspil med de danske produktvirksomheder. Specielt SMV'erne vil få umådelig svært ved at skaffe de faglige ressourcer og kombinere dem til først en DTP og dernæst DTI grundet den høje tværfaglighed og ikke mindst den indbyggede specialistviden.

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

En tæt målgruppeinddragelse er centralt for en succesfuld gennemførelse af aktiviteten, dels for at sikre rette teknologiske fokus, niveau og retning, og dels for at sikre rette tilpasning, implementering, afprøvning og verifikation af de metoder, der udvikles. Manglende viden hertil indhentes gennem:

Samarbejde med leverandører til proces- og fødevarerindustrien om levetidsmodeller af overflader og materialer. Indenfor cleantech og procesindustrien samarbejdes der med leverandører af udstyr om styrkerelaterede levetidsmodeller, samt driftsomkostninger og effektivitet.

Tæt samarbejde med AI omkring VR, AR, digital tvillingearkitektur, IoT og datainteraktion.

FORCE vil i perioden 2019-20 danne en paraply for resultatkontraktaktiviteter hos alle GTS'er, der inddrager digitale tvillinger, og understøtte vidensamarbejde bl.a. via et GTS-ERFA arrangement.

Hos DTU-MEK, som er verdensførende indenfor bl.a. topologioptimering, søges et samarbejde indenfor automatiske designoptimeringer. Dette forankres i samarbejde gennem to specialeprojekter. Samarbejdet med DTU-MEK udnyttes desuden til at opbygge kanaler for international videnhjemtagning med specielt fokus på Tyskland, der er førende indenfor DT.

FORCE vil desuden forsøge at udnytte den viden, der er genereret i EUDP RELIABLAGE-projektet med DTU. Her tænkes specielt indenfor setup og struktur omkring DT'er.

Førende softwareleverandører som Siemens PLM, COMSOL og ANSYS involveres for viden og valg af state-of-the-art kommercielt tilgængeligt software for multifysik og DT'er både i form af DTP og DTI.

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

Denne aktivitet adresserer primært kundernes værdikæde indenfor *Design & Udvikling* med fokus på DTP'er og *Drift & Vedligehold* som vigtigt sekundært område med DTI'er.

Aktivitetsplanen understøtter temaet *Digitalisering 2.0*, bl.a. med afsæt i FORCEs unikke viden og domænekendskab indenfor materialer, fysiske test og levetidsbestemmelser og et ønske om at stille denne viden til rådighed via digitale multifysiske DTP'er med prædiktive modeller og levetidsbestemmelser. *Digitalisering 2.0* understøttes også med formidling af viden og resultater via VR- og AR-løsninger.

Ved at udnytte og kombinere komplementerende og eksisterende viden hos hhv. AI om AR og VR og hhv. viden hos FORCE om processimulering understøtter aktiviteten temaet *Samarbejde 2.0*. Aktiviteten har via digitale tvillinger en tematisk relation til TI's aktivitet *DOI Industrielle, data-drevne produktionssystemer*, og det er aftalt med TI at sikre en løbende koordinering f.eks. i regi af MADE innovationsnetværket.

Aktiviteten har sammenhæng med FORCE aktivitetsplanen *Intelligent monitoring af funktionskritiske stålkonstruktioner*, idet der opbygges kompetencer i denne indenfor dataopsamling af tykkelsesmålinger samt strain og accelerationsmålinger. Dette kan benyttes i skridtet fra multifysiske modeller med levetidsbestemmelser i en DTP mod en DTI.

## 9) Tidsplan og milepæle

### År 1

#### Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning

Med temaet identifikation af branchespecifikke behov og barriere indenfor digital produktinnovation, afholdes et seminar med AI, DTU, ledende tysk videninstitution hvor danske virksomheder inddrages.

- 1.1 Udvalgelse og opstart af demonstrationscases. Heraf 1 intern case for digital tvilling af teststand og 1+ case med Alexandra Instituttet i koordination med *Økosystem for IoT-udvikling og -test i Danmark*.
- 1.2 Valg af teknologisk platform i samarbejde med AI.
- 1.3 Inddragelse af og besøg hos videninstitutioner og samarbejdspartnere.
- 1.4 Koordinering med TI.

#### Udvikling af teknologisk service

- 1.5 *Proof-of-concept* case gennemført for teknologisk platform til DTP, med integrering af multifysiske simuleringværktøjer, datahåndtering, VR og AR.
- 1.6 Koncept, projektbeskrivelse og frame work på plads for hver demonstrationscase.
- 1.7 Kortlægning af muligheden for anvendelse af DTP- og/eller DTI-løsninger, herunder VR og AR på valgte cases. Dette foretages sammen AI.

#### Videnspredningsaktiviteter

- 1.8 1 Videnspredningsarrangement (fx i samarbejde med AI) baseret på state-of-the-art og cases om best-practice til en større kreds af virksomheder i målgruppen og øvrige interessenter.
- 1.9 2 følgegruppemøder afholdes.
- 1.10 Afgangsspeciale indenfor multifysiske simuleringer med DTU.

### År 2

#### Vidensamarbejde- hjemtagning og kompetenceopbygning

- 2.1 ERFA-arrangement om digitale tvillinger på tværs af relevante GTS-institutter.

2.2 Koordinering med TI.

### **Udvikling af teknologisk service**

- 2.3 Udvalgte teknologiske specialist ydelser fra FORCE digitaliseret og implementeret i DT'er.
- 2.4 4 demonstrationscases med multifysiske modeller gennemført og mulighed for DT'er afprøvet.
- 2.5 Eksisterende FORCE teststand anvendes for udvikling af DT.
- 2.6 Case med AI i koordination med *Økosystem for IoT-udvikling og -test i Danmark*.

### **Vidensspredningsaktiviteter**

- 2.7 2 følgegruppemøder er afholdt.
- 2.8 2 artikler udgivet i fagskrifter.
- 2.9 2 indlæg på konferencer, temadage eller lignende.
- 2.10 DT'er præsenteret på FORCE hjemmeside og LinkedIn som ydelse.
- 2.11 Vidensspredningsarrangement fælles med AI, baseret på state-of-the-art og cases om best-practice til en større kreds af virksomheder i målgruppen og øvrige interessenter.
- 2.12 Afgangsspeciale indenfor multifysiske simuleringer med DTU.