

Institutt(er): FORCE Technology	Aktivitetsplan (titel): Overflader og grænseflader i industrielle produkter (OFGRIP) Idéforslags titel på bedreinnovation.dk: Overflader og grænseflader i industrielle produkter (OFGRIP)	Aktivitetsplan nr.: A17	Infrastruktur
---	---	--------------------------------	---------------

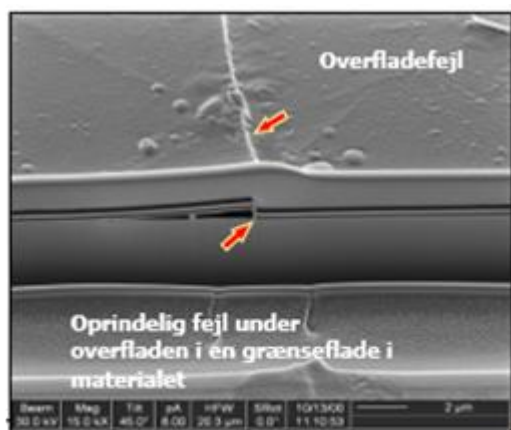
1) Manchettekst (kort resumé)

Med karakterisering af materialer ned på mikro- og nanoniveau kan vi udnytte en verden af nye muligheder for design og modificering af overflader og grænseflader. Udvikling af nye karakteriseringsværktøjer skal bane vejen.

2) Aktiviteten kort (resumé)

Fremtidens materialer og produkter bliver stadig mere avancerede og komplekse. Det skaber behov for ny viden og nye avancerede analyse- og karakteriseringsmetoder til at forstå materialeoverflader og grænseflader/interfaces i industrielle produkter og produktionssystemer og sammenhængen med deres performance i specifikke anvendelser. Med grænseflader menes den nano- til mikrometer tynde grænseflade imellem kemiske eller fysiske faser i et materiale/produkt (som eksempelvis korngrænsen i en metallegering, grænselaget imellem et substrat og en coating, grænselaget imellem fibre og resin i et kompositmateriale, eller den smørende fase i tribologiske systemer eller belægninger).

Karakteriseringsydelser er efterspurgt af et bredt udsnit af industrien i forbindelse med skadesopklaring, problemløsning, kvalitetssikring, produktudvikling mv. men mere præcise metoder til karakterisering ned på mikro- og nanoniveau kan bidrage med ny og værdifuld viden. De kan bidrage med en helt anden *grundlæggende forståelse* af materialers funktionelle egenskaber og de mekanismer, der fører til nedbrydning og fejl eller har betydning for materialernes holdbarhed og levetid.



Figur 1: Et laminat, hvor en synlig overfladefejl skyldes en fejl i et grænselag i det underliggende substrat.

De primære målgrupper for aktivitetsforslaget er:

- *Medico/pharmaindustrien*, der er kendetegnet ved høje krav til sikkerhed og kvalitet, hvor evnen til at kunne karakterisere materialer på mikro- og nanoniveau har afgørende betydning både ift. produktudvikling og produktion.
- *Virksomheder, der leverer produkter og løsninger til overfladebehandling*, hvor selve overfladen og interaktionen med det tilgrænsende materiale har afgørende betydning for produktets egenskaber og funktionalitet.

Med aktiviteten vil vi udvikle nye materialekompetencer, karakteriseringsværktøjer og rådgivningsydelser ift. at forstå og beskrive overflader og grænseflader ned på mikro- og nanoniveau med særlig fokus på egenskaber ift. slidbestandighed, friktion, vedhæftning, partikeldannelse samt støj- og vibrationsdæmpning. Disse områder er, som påpeget i kommentarerne på Bedreinnovation.dk, særligt

vigtige i industrielle sammenhænge, fordi materialernes overflader og grænseflader har afgørende betydning både for materialernes funktionelle egenskaber, holdbarhed og levetid.

3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer

Forskning og udvikling i nye og forbedrede materialer har afgørende betydning for danske virksomheders vækst og konkurrenceevne. EU skønner at op imod 70 % af produktinnovation i dag er baseret på materialer med nye eller forbedrede egenskaber¹, og det at kunne analysere og forstå materialer og deres egenskaber er en grundlæggende forudsætning for udviklingsprocessen².

Karakterisering er derfor også udpeget som et af flere centrale fokusområder i FORSK2025 på tværs af alle materialetyper (hårde, bløde, kompositter m.fl.). Der peges i den forbindelse specifikt på behovet for forskning i materialer med høje performanceegenskaber såsom levetid og styrke, men også behovet for at kunne forudsige og karakterisere fejlmekanismer og restlevetider, der kan sikre en nemmere og hurtigere industriel implementering af nye materialer og teknologier³.

Som afsæt for aktiviteten, har vi været i dialog med en række virksomheder via temadage, ATV-SEMAPP og IDAs fagtekniske styregrupper, innovationsnetværk samt via bilaterale møder. En del af disse virksomheder har også tilkendegivet deres interesse på bedreinnovation.dk. Formålet har været at få indblik i industriens behov for karakterisering ifm. produktionskritiske materialer og materialer til overfladebehandling. Dialogen har peget på behov for udvikling af nye karakteriseringsmetoder og materialeforståelse på mikro- og nanoniveau mhp. at forstå, hvordan strukturelle, kemiske og fysiske grænseflader/ interfaces påvirker produktets egenskaber og levetid. Det gælder særligt ift. vedhæftning, friktion, slidbestandighed, partikeldannelse samt støj- og vibrationsdæmpning.

Adgang til karakteriseringsydelser og faciliteter har stor betydning for både store og særligt mindre SMV'er. Som det udtrykkes af Farvefabrikken Skovgaard og Frydensberg på bedreinnovation.dk er *”Dyr” R&D der gøres tilgængelig (...) guld værd for mindre virksomheder som vores, der ikke selv har råd til at købe så avanceret udstyr som vi kunne have lyst til.*”, **Andreas Lorenzen, kemiker**

Den primære målgruppe er opdelt i henholdsvis:

1) *Medico- og pharmaindustrien, hvor materialeoverflader har kritisk betydning ift. det færdige produkt* Disse industrier har strenge krav til renhed i produktionen. Medicoindustriens ca. 900 virksomheder dækker over en bred vifte af primært SMV'er (ca. 95 %) indenfor medicinsk udstyr⁴.

Pharma/lægemedelindustrien er, med en eksport på 92,7 mia. kr. og 90.000 arbejdspladser, Danmarks største eksportbranche⁵. Som det fremhæves af bl.a. AJ Vaccines, ALK-Abelló og Novo Nordisk på bedreinnovation.dk, har partikeldannelse/forureningskilder, friktion, slid, vedhæftning mv. særligt virksomhedernes interesse. Novo Nordisk tilkendegiver eksempelvis på bedreinnovation.dk, at *”Overflader og coatings har afgørende betydning for funktion og kvalitet af medicinsk udstyr og primær emballage (...) Forbedrede og nye karakteriseringsværktøjer og metoder til at skabe øget forståelse for sådanne egenskaber af overflader og coatings gennem produktets levetid åbner muligheder for nye innovative løsninger (...)”*, **Nicolai Schmidt, Materialespecialist**

¹ The Next Product Revolution. Implications for governments and Business, OECD 2017 (http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/promotional-material_en.html)

² I EU er avancerede materialer og fremstillingsprocesser udpeget som en [Key Enabling Technology](#) (KET) ift. opretholdelse af europæiske virksomheders konkurrencedygtighed

³ FORSK2025, s. 55-56

⁴ Medicobranchen i tal 2017, Medicoindustrien

⁵ Lægemedelindustrien i Danmark, Industriens nøgletal, LIF

2) Virksomheder, der leverer produkter og løsninger til overfladebehandling

Denne gruppe omfatter over 400 danske SMV'er, der leverer overfladeløsninger samt ca. 30 virksomheder inden for farve/maling/lim-industrien⁶. Derudover en voksende underskov af innovative mindre virksomheder⁷, der arbejder med udvikling og design af nye produkter, hvor materialers overflade- og grænseflade har afgørende betydning for funktionaliteten. Nogle af de udfordringer industrien her står overfor er karakterisering indenfor overfladeaktivering, vedhæftning og slidstyrke. Det gælder eksempelvis SMV'en SiOx, der udvikler tynde (<1µm) keramiske coatings til metaloverflader. ”Vores forretningsområde er fokuseret på anti-fouling coatings til f.eks. varmevekslere, som bl.a. bruges indenfor fødevarer- og Medicoindustrien. Kritiske parametre for disse coatings er bl.a. overfladeruhed, slidstyrke, tykkelse og vedhæftning. Mange metoder til måling af disse egenskaber kommer til kort ved meget tynde coatings, og der er brug for nye standarder for karakteriseringsmetoder og kvalitetskontrol. Forslaget rammer således mange af vores udfordringer (...)”, **Alexander Bruun Christiansen, Teknisk Direktør**

Når vi har valgt de to ovenstående målgrupper hænger det sammen med, at de står overfor særlige udfordringer ift. dokumentation af deres produkters overflader og grænseflader. For begge målgrupper gælder, at deres produkter og konkurrenceevne er knyttet til strenge kunde- og myndighedskrav til funktionalitet og renhed af overflader, hvilket udfordrer den nuværende palette af karakteriseringsyndelser. Viden, erfaringer og metodeudvikling med afsæt i de primære målgrupper, der har de største udfordringer, vil kunne overføres til en række andre industrier, der har problemstillinger knyttet til karakterisering og optimering af interfaces på mikro- nanoniveau mhp. levetidsforlængelse og opnåelse af ønskede produkt egenskaber. Eksempler på sekundære målgrupper er vind-, offshore-, transport-, komposit- og plastbranchen. Dette er understøttet af et bredt udsnit af de virksomheder, der har bakket op om aktiviteten på Bedreinnovation.dk.

4) Vidensspredning og inddragelse

Som grundlag for aktivitetsplanen har vi været i dialog med en lang række industrivirksomheder, der alle har udtrykt både generelle og specifikke behov for ny viden på en række udvalgte områder og som meget gerne vil involveres i aktiviteterne. Virksomhederne vil blive inddraget både direkte ifm. gennemførelse af kompetenceopbyggende cases (demonstrationsprojekter), der defineres ift. specifikke udfordringer og mere generelt ifm. karakteriseringsbehov og vidensspredning. Inddragelse af virksomheder vil ske med følgende udfordringer som omdrejningspunkt:

- **Vedhæftning** hvor bl.a. ROCKWOOL og SMV'erne RadiSurf, SiOx m.fl. har tilkendegivet, at de gerne vil inddrages i aktiviteterne: ”Overfladevedhæftningen mellem binder og fiber er helt essentiel i defineringen af den endelige ulds mekaniske egenskaber, navnlig under ældning. En god forståelse af overflader, overfladevedhæftning og grænseflade er derfor helt essentielt (...)”, **Anders Back, Ph.d. Udviklingsingeniør, ROCKWOOL, Bedreinnovation.dk**
- **Mekanisk slidbestandighed** hvor bl.a. Siemens Gamesa og Elektro-isola A/S m.fl. har specifikke udfordringer relateret til dette område: ”Med de udfordringer vi i vindmøllebranchen oplever med slid på vores vindmøllevinger, er det essentielt at forstå hvilke mekanismer, der spiller ind på den overflade der ligger på vingen for at beskytte mod slid. Dette gælder både for at forstå de mekanismer der spiller ind ved fejlanalyse, samt til udvikling af nye bedre løsninger. (...)”, **Kasper Bondo Hansen, Afdelingsleder, Siemens Gamesa, Bedreinnovation.dk**

⁶ https://dfl.di.dk/Om_DFL/Pages/DFL'smedlemmer.aspx

⁷ Gruppen er svær at kvantificere. Indeholder højteknologiske spinoff virksomheder bl.a. fra universiteterne, der leverer overflade-/grænseflade-relaterede løsninger

- **Friktionsegenskaber** hvor bl.a. Novo Nordisk har ytret, at de ønsker at blive inddraget ” (...) med hensyn til en række egenskaber som friktion og slid mellem overflader, vedhæftning til andre materialer, antikorrosion, biokompatibilitet, adsorption og grænselag for transportprocesser mm (...)”, **Nicolai Schmidt, Materialespecialist, Bedreinnovation.dk**
- **Forureninger/partikeldannelse** hvor bl.a. AJ Vaccines og ALK-Abelló har udtrykt stor interesse for især denne aktivitet: ”Dette projekt har interesse for vores virksomhed, og medico- og pharmaindustrien generelt, da det kan føre til hurtigere, nemmere og mere præcis identifikation og karakterisering, da materialekarakterisering bliver anvendt til bestemmelse af forureningskilder i fx sterilproduktion.”, **Christina Malling, Global Category Manager, ALK-Abelló, Bedreinnovation.dk**
- **Støj- og vibrationsdæmpning**, fx ved struktur og densitetsreducerende modificeringer af en overflade (som fx æggebakkeskums gode lydæmpende effekt). Vi har bl.a. har været i dialog med virksomheder, der fremstiller lette kompositkonstruktioner, fordi det ift. design og energiforbrug er en fordel, men hvor støj og vibrationer så pludselig bliver et problem. Det gælder både inde for bådebyggeri, transport- og vindmøllebranchen. Grundlæggende mangel hos SMV’erne er særligt viden om de designkrav, som de skal opstille for at undgå udbredelse af støj og vibrationer i nye lette konstruktionsmaterialer.

I stedet for at oprette en ny følgegruppe vil vi udnytte de eksisterende materiale- og karakteriseringsrelaterede netværk, som vi allerede sidder i, som dialog/følgegrupper (Fast Track materials network groups⁸, ATV-SEMAPP, IDA Polymer, DMN, m.fl.). Det giver mulighed for input, sparring og videndeling på styregruppemøder, i ekspertpaneler og ifm. faglige arrangementer og temadage. Derudover vil vi deltage i halvårlige koordineringsmøder ifm. DFMs aktivitetsforslag ”Måleteknologi til deep tech og fremtidens produktion”, hvilket giver mulighed for at dele viden og drøfte problematikker knyttet til høj præcision og sporbarhed med deres følgegruppe.

Hvis de deltagende virksomheder og videninstitutioner på tværs af netværk ser et behov for dannelse af en Erfa-gruppe indenfor avanceret materiale-karakterisering (der også kan fortsætte efter aktivitetsplanen afsluttes), vil vi oprette en Erfa-gruppe med afholdelse af årlige møder, hvor karakteriseringsmæssige udfordringer/problemstillinger kan blive diskuteret.

Som det fremhæves i en støtteerklæring fra samfundspartnerskabet LINX er det af ”*afgørende betydning, at vi får formidlet og anvendt ny materialeviden og karakteriseringsværktøjer meget bredt i danske virksomheder..(...).så virksomheder kan anvende [den] hands-on i deres produkter og services.*”, **CEO, Jimmy Binderup Andersen, LINX**

Vidensspredning vil blive gennemført i samarbejde med:

- Relevante Innovationsnetværk (eksempelvis Dansk Materialenetværk (DMN), Offshoreenergy.dk, Danish Healthtech mv.) via oplæg på seminarer og temadage.
- ATV-SEMAPP (overflade og plastgruppen) via deltagelse i styregruppemøder og ved afholdelse eller deltagelse i temadage.
- IDAs fagtekniske selskaber/netværk (bl.a. IDA Polymer og IDA Materialeteknologi)⁹.

⁸ Fasttrack netværksgrupper <http://www.fast-track.nu/materials-specialist-network/>, specielt netværksgruppen ”Failure analysis, characterisation and testing”

⁹ [Dis Netværk for overflader](#), [Overfladegruppen-ATV-SEMAPP](#), [Plastgruppen-ATV SEMAPP](#), [IDA-Polymer](#), [IDA-Materialeteknologi](#) mv.

- Samfundspartnerskabet Fast Track via deltagelse i ekspertpanelet, tilknyttede materialenetværksgrupper mv.
- FORCE har tidligere¹⁰, sammen med DFM, etableret grundlaget for en national testfacilitet, hvor industriens materialer, produkter og værktøjer kan testes. De nye udviklede ydelser vil også blive promoveret/markedsført igennem den nationale testfacilitet 'National testfacilitet for mikro- og nanostrukturerede produkter' mhp. at udnytte bredden i den nationale materialetekniske infrastruktur. Videnspredning om disse nye ydelser vil foregå i samarbejde med aktiviteterne i DFM's nye aktivitetsforslag 'Måleteknologi til deep tech'¹¹ og fremtidens produktion'.
- Via FORCEs hjemmeside og løbende LinkedIn-opslag om aktuelle aktiviteter og resultater.
- Herudover vil det også være et mål at udbrede resultaterne af aktiviteten i MADE (Manufacturing Academy of Denmark), igennem oplæg på relevante arrangementer.

5) Konkrete aktiviteter

Indenfor aktiviteten vil vi udvikle nye analyse- og karakteriseringsmetoder, der kan bidrage til at forstå sammenhængen mellem materialernes kemi, morfologi, overflade- og grænsefladeegenskaber med fokus på nedenstående fem hovedtemaer. Udviklingen af nye metoder vil tage afsæt i kompetenceopbyggende cases (demonstrationsprojekter) i samarbejde med virksomheder i målgruppen, der har konkrete udfordringer og ønsker ift. funktionalitet og levetidsforlængelse indenfor de angivne temaer:

Mekanisk slidbestandighed - aktiviteter

- Udvælge en komplekst opbygget (metallisk eller organisk) overflade, med nm til μm tynde belægninger pålagt ved en industriel proces.
- Identificere og beskrive egnede karakteriseringsmetoder til fastlæggelse af de kemiske strukturer/faser og belægningernes tykkelser. Både destruktive og ikke-destruktive metoder beskrives.
- Teste og validere mindst en karakteriseringsmetode.
- Opbygge og afprøve en slidtest, der kan simulere nogle for belægningen realistiske betingelser.
- Kortlægge sammenhængen imellem overfladens karakteristika og slidbestandigheden.
- Formidle resultaterne i en fagteknisk artikel, på LinkedIn og i et oplæg på et fagligt arrangement.

Friktionsegenskaber - aktiviteter

- Udvælge en organisk polymerbaseret overflade (fx plast, komposit, coating), hvor overfladens friktionsegenskaber er afgørende for overfladens funktion.
- Identificere og beskrive en egnet karakteriseringsmetode til den smørende overflade.
- Teste og validere karakteriseringsmetoden.
- Afprøve en friktionstest, der kan simulere nogle for overfladen realistiske betingelser.
- Kortlægge sammenhængen imellem overfladens karakteristika og friktionsegenskaber.
- Formidle resultaterne i en fagteknisk artikel, på LinkedIn og i et oplæg på et fagligt arrangement.

¹⁰ Ifm. Resultatkontrakt 2013-15 *Dokumentation af mikro- og nanostrukturerede produkter* og Resultatkontrakt 2017-18 *NanoPræp*

¹¹ "Deep tech" virksomheder er baseret på en videnskabelig opdagelse eller grundlæggende teknisk innovation og er afgørende for implementering af ny teknologi, der forbedrer levestandard og livskvalitet samt bidrager til at løse væsentlige samfundsudfordringer.

Vedhæftning - aktiviteter

- Udvælge et fasesammensat materiale, hvor vedhæftning imellem nogle forskellige materialefaser er afgørende for produktets performance (fx vedhæftning imellem forskellige metalfaser i en uorganisk belægning eller vedhæftningen imellem en glas/kulfiber og resin i en plastkomposit).
- Identificere og beskrive en egnet karakteriseringsmetode til beskrivelse af grænselaget imellem de forskellige materiale-faser.
- Teste og validere karakteriseringsmetoden.
- Afprøve en vedhæftningstest, der kan simulere nogle for overfladen realistiske betingelser.
- Kortlægge sammenhængen imellem overfladens karakteristika og vedhæftningen.
- Formidle resultaterne i en fagteknisk artikel, på LinkedIn og i et oplæg på et fagligt arrangement.

Forureninger/partikeldannelse - aktiviteter

- Udvælge et materiale eller en belægning i et industrielt miljø, hvor partikler eller andre forureninger i produktionssystemet er kritiske for det endelige produkt - fx i et Medico- eller farmaceutisk produkt.
- Identificere og beskrive en mulig nedbrydningsmekanisme, der kan resultere i partikler, nedbrydningsprodukter eller andre forureninger. Finde en egnet karakteriseringsmetode til identificering af partikler eller nedbrydningsprodukter, der vanskeligt lader sig identificere, enten pga. deres størrelse, kemiske kompleksitet, eller absorberende farve (sorte partikler eller nedbrydningsprodukter er pga. deres absorberende natur meget vanskelige at identificere).
- Teste og validere karakteriseringsmetoden.
- Udvikle en model for en hurtig kemisk risikovurdering af partiklen/nedbrydningsproduktet, baseret på mængde og nedbrydningsprodukt.
- Udvikle et system (fx en database), der løbende opsamler analyseresultater fra referencestoffer og/eller kendte materialetyper, som kan anvendes til hurtig kildesporing af forureninger.
- Kortlægge sammenhængen imellem overfladens karakteristika og nedbrydningen af materialet. Identificere en mulig løsning til minimering af partikel/forureningsdannelsen.
- Formidle resultaterne i en fagteknisk artikel, på LinkedIn og i et oplæg på et fagligt arrangement.

Støj- og vibrationsdæmpning - aktiviteter

- Udvælge et letvægtsmateriale, fx en komposit, hvor grænsefladen fx lim, skum eller anden struktur imellem de forskellige faser, har betydning for materialets performance ift. støj- eller vibrationsudbredelse.
- Identificere en egnet karakteriseringsmetode, der kan anvendes til måling af støj- og/eller vibrationer på komponentniveau (modelsystem).
- Design af forskellige kompositkonstruktioner (modelniveau) med henblik på minimering af støj-udbredelse og vibrationer.
- Fremstilling af kompositmodeller i forskellige designs.
- Teste mindst en karakteriseringsmetode af støj eller vibration.
- Test og vurdering af forskellige kompositdesigns ift. støj og vibrationsudbredelse.
- Udarbejde en designguide, der kan vejlede designere/ingeniører mv. i at designe og fremstille produkter med forbedrede støj og vibrationssegenskaber.
- Formidle resultaterne i en fagteknisk artikel, på LinkedIn og i et oplæg på et fagligt arrangement.

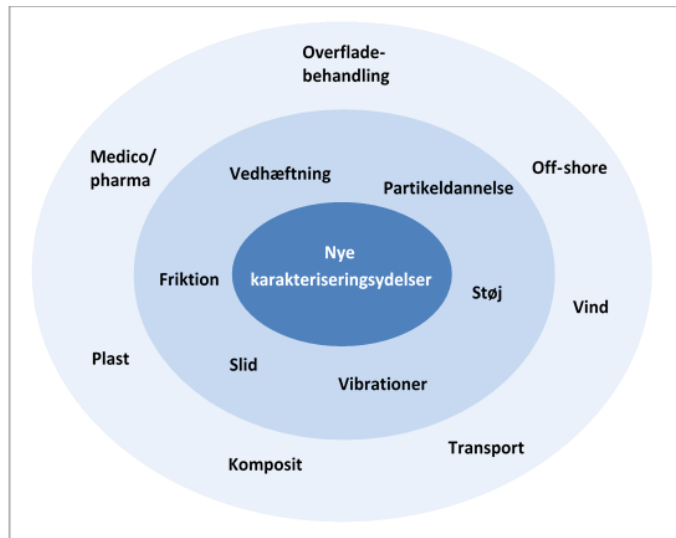
De karakteriseringsydelser, der skal udvikles under denne aktivitet med henblik på at kortlægge og analysere fremtidens materialer, er helt nye. Der vil derfor altid være en vis usikkerhed forbundet med den

manglende praktiske erfaring med prøveforberedelse, håndtering, fortolkning af data mv. Dette forventes imidlertid kun at være en risikofaktor ift. tidshorizonten for, hvornår ydelserne kan leveres til markedet.

6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Som illustreret i Figur 2 vil vi med aktivitetsplanen udvikle nye karakteriseringsydelser og dertil hørende materialekompetencer og rådgivningsydelser til at forstå overflader og grænseflader helt ned på mikro- og nanoniveau.

I fokus er nye metoder til at analysere, forstå og optimere funktionelle egenskaber i forhold til slid, friktion, vedhæftning, partikeldannelse, støj og vibrationer. Egenskaber, der har stor betydning for en række industrier, herunder medico/pharma, overfladebehandling, offshore, vind m.fl.



Figur 2: Udvikling af nye karakteriseringsydelser med fokus på specifikke egenskaber, der har relevans for en række industrier.

Aktiviteten bygger videre på materialeviden og -forståelse indenfor kompositter og overfladebehandlingsmetoder fra *Industriens Kompositlaboratorium IKL 2016-18*), AM producerede materialer/komponenter/overfladebelægninger indenfor *Forbrugerprodukter med avancerede materialer (PROMAT 2016-18)* samt industrielle materialerrelaterede aktiviteter indenfor Fast Track samfundspartnerskabet *Avancerede materialer*, under deltagelse af følgende industrielle partnere: Siemens, Hempel, Terma, Elplatek og videnpartnere DTU, AAU, FORCE og Teknologisk Institut.

Hvor ovenstående aktiviteter har haft fokus på implementering af nye, og for mange SMV'er ukendte, materialer og løsninger, har denne aktivitetsplan fokus på udvikling af nye metoder til at analysere og forstå *sammenhænge* imellem materialernes grundlæggende kemi og struktur i overflader og grænseflader og deres performance i specifikke anvendelser. En viden, som virksomhederne tilkendegiver har stor betydning både ifm. fejlmekanismer og restlevetider, men også ift. at finde de optimale løsninger. På det måletekniske område bygger aktiviteten videre på samarbejdet med Dansk Fundamental Metrologi indenfor *Dokumentation af mikro- og nanostrukturerede produkter (Resultatkontrakt 2013-15)* og prøvepræparationsteknikker indenfor *Nanostrukturerede overflader - præparation og avanceret karakterisering (Nano-Præp) (Resultatkontrakttillæg 2017-2018)* i samarbejde med DFM og KU.

Hvor tidligere aktiviteter fokuserede på at opbygge en ny infrastruktur til karakteriseringsteknikker, vil nærværende aktivitet i højere grad udnytte potentialet i faciliteterne og skabe nye karakteriseringsydelser. Dette vil ske med et fokus på at kunne sammenkoble nye *karakteriseringsresultater* med materialernes/overfladernes *industrielle performances* i relation til slidbestandighed, vedhæftning mv.

Udviklingen kræver en dyb og tværfaglig viden omkring materialer og deres egenskaber, kombineret med adgang til avanceret og dyrt karakteriseringsudstyr. Som påpeget i FORSK2025 er materialekarakterisering derfor også en opgave, der med fordel kan forankres i GTS systemet, der har erfaring med implementering af ny teknologi, udvikling af nye målemetoder og et godt kendskab til industriens behov. FORCE har et stærkt fagligt miljø indenfor materialeteknologi, et stort netværk med andre universiteter og

videninstitutioner og en omfattende udstyrspakke, der kan løfte denne opgave. Det gælder særligt i forhold til servicering af SMV-segmentet der har behov for adgang til teknologisk infrastruktur, herunder faciliteter og materialespecialister, for at kunne udvikle innovative materialeløsninger¹². FORCE har inden for det sidste år foretaget betydelige investeringer indenfor karakteriseringsområdet, herunder bl.a. en omfattende opgradering af detektorsystemerne på vores skanning elektron mikroskoper.

Som bl.a. kommentarerne på bedreinnovation.dk vidner om, er de planlagte ydelser allerede nu efterspurgt af industrien. Ydelserne vil blive udbudt løbende, efterhånden som de bliver udviklede og validerede, og vi forventer, at de vil kunne udbydes i umiddelbar forlængelse af aktivitetens afslutning med mulighed for videreudvikling og minimering af usikkerheder i årene derefter.

7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Aktiviteten vil tage afsæt i nogle af de konkrete problemstillinger og udfordringer, som industrien står overfor. En række virksomheder har på ansøgningstidspunktet tilkendegivet interesse for at indgå i demonstrations-cases, og der vil være en tæt dialog med disse virksomheder (og virksomheder med lignende konkrete problemstillinger) under hele forløbet: Fra indkredsning og udvælgelse af de konkrete industrirelevante cases til udbuddet af udviklede kommercielle serviceydelser.

Vi har som udgangspunkt for aktiviteten allerede et tæt samarbejde med forskningsmiljøer på universiteterne (DTU, KU og AAU m.fl.) bl.a. igennem Samfundspartnerskabet Fast Track og igangværende Resultatkontraktaktiviteter og projekter¹³. Nationale forskningsmiljøer vil blive inddraget efter behov og udenlandske miljøer, som fx RISE (tidl. SP i Sverige) eller Fraunhofer-Gesellschaft, vil blive inddraget mhp. specifikke problemstillinger og videnhjemtagning, eller hvis de har faciliteter som FORCE ikke selv råder over.

FORCE og DFM har et mangeårigt samarbejde bl.a. indenfor NAKIM (2010-12), NanoPlast (2010-14) og FORCES Resultatkontraktaktiviteter *Dokumentation af mikro- og nanostrukturerede produkter* (2013-15) og *Nano-Præp* (2017-18) bl.a. gennem afholdelse af fælles temadage og gå-hjem-møder. Både DFM og FORCE har ydelser og kompetencer vedrørende overflader, der meget overordnet sigter på forbedret produktudvikling og produktion rettet mod danske SMV'er. Kompetencer og ydelser er imidlertid komplementære. FORCE har inden for overflader fokus på forbedring af materialeegenskaber og fejlfinding i produktionen, bl.a. hvor der er et behov for kompetencer indenfor materialeteknologi, design og fremstilling. DFM har generelt fokus på de områder, hvor der er behov for at dokumentere målingernes sporbarhed og måleusikkerhed på et højt nøjagtighedsniveau. DFM og FORCE har koordineret denne ansøgning (OFGRIP) med DFMs ansøgning *Måleteknologi til deep tech og fremtidens produktion*. FORCE og DFM vil mødes halvårligt for at sikre en løbende maksimal koordinering af de kompetencer og ydelser der udvikles, bl.a. ved at FORCE deltager i DFMs følgegruppe til *Måleteknologi til deep tech og fremtidens produktion*. Hvor det er relevant, vil FORCE og DFM kombinere og optimere nye ydelser ved at bruge af de samlede kompetencer og udstyr, som partnerne råder over og afholde en fælles temadag. For at styrke et fælles udbud af relevante ydelser, vil DFM bidrage til løsning af mindst en virksomheds-cases hos FORCE, og FORCE vil omvendt bidrage til løsningen af mindst en virksomheds-case hos DFM.

¹² [Materialeforskning som INNOVATIONS- OG VÆKSTMOTOR](#) og [Produktivitetseffekter af flere innovative virksomheder](#)

¹³ RK Industriens Kompositlaboratorie (DTU, AAU), RK Avancerede forbrugerprodukter i avancerede materialer, RK Nanopræp (DFM, KU), Samfundspartnerskabet Fasttrack (AAU, DTU, TI) og DMN (TI)

8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Materialer er et kerneområde i FORCE, hvor viden og kompetencer er opbygget over årtier med henblik på at understøtte industrien i udvikling og anvendelse af en bred vifte af materialetyper. I aktivitetsplanen har vi, med reference til FORCEs strategiplan vedr. *Målgrupper 2.0*, adresseret et af de stærkeste erhvervsområder i Danmark – Medico- og pharmaindustrien – i samspil med virksomheder, der leverer produkter og løsninger til overfladebehandling. Målgruppen er udvalgt, fordi de står overfor høje krav og særlige udfordringer ift. dokumentation og vil dermed være 'spydspids' for udvikling af nye karakteriseringsyndelser, der kan komme andre brancher til gode. Samarbejde med andre videncentermiljøer i ind- og udland er, i tråd med strategiplanen, en central del af aktiviteterne. Det gælder både ift. hjemtagning og udveksling af viden, men også mulighederne for at udnytte andre institutters udstyr og testfaciliteter (*Samarbejde 2.0*) mhp. at kunne levere services med afsæt i et langt bredere fundament (egne og andres faciliteter, *Teknologisk Service 2.0*). Ift. samarbejde med andre GTS'er har det været oplagt at koordinere med DFM, der har komplementære aktiviteter inden for området, mhp. at dele viden og drøfte problematikker knyttet til måleusikkerhed/præcision og sporbarhed. Med reference til FORCEs strategiplan, har aktivitetsplanen primært fokus på *Produktion & Implementering*.

9) Tidsplan og milepæle

År 1

Vidensamarbejde, -hjemtag og kompetenceopbygning

- 1.1 Afholdelse af halvårlige koordinerings-/følgegruppemøder og erfaringsudveksling imellem FORCE og DFM.
- 1.2 Slid-case opstartet og gennemført i samarbejde med mindst en virksomhed.
- 1.3 Friktons-case gennemført i samarbejde med mindst en virksomhed.

Udvikling af teknologisk service

- 1.4 Ny karakteriseringsmetode relateret til slid beskrevet, udviklet og afprøvet.
- 1.5 Ny karakteriseringsmetode relateret til friktion beskrevet, udviklet og afprøvet.

Inddragelse og videnspredning

- 1.6 Resultater fra slid og friktionscase beskrevet på LinkedIn, præsenteret på 1 temadag og 1 gå-hjem-møde eller andet fagligt arrangement i samarbejde med mindst et fagligt netværk/innovationsnetværk.

År 2

Vidensamarbejde, -hjemtag og kompetenceopbygning

- 2.1 Koordineringsmøde og erfaringsudveksling med DFM om relevante karakteriseringsmetoder.
- 2.2 Vedhæftnings-case opstartet og gennemført i samarbejde med mindst en virksomhed.
- 2.3 Partikel/forenings-case gennemført i samarbejde med mindst en virksomhed.
- 2.4 Støj/Vibrations-case gennemført i samarbejde med mindst en virksomhed.

Udvikling af teknologisk service

- 2.5 Ny karakteriseringsmetode relateret til vedhæftning beskrevet, udviklet og afprøvet.
- 2.6 Ny karakteriseringsmetode relateret til partikel/forening beskrevet, udviklet og afprøvet.
- 2.7 Ny karakteriseringsmetode relateret til støj/vibrationer identificeret og beskrevet.

Inddragelse og videnspredning

- 2.8 Resultater fra gennemførte cases beskrevet på LinkedIn, præsenteret på 1 temadag og 1 gå-hjem møde eller andet fagligt arrangement i samarbejde med mindst et fagligt netværk/innovationsnetværk.
- 2.9 Afholdelse af temadag eller seminar på FORCE eller DFM hvor begge parter bidrager med præsentationer.
- 2.10 Inddragelse af DFM i en virksomhedscase, hvor DFM's kompetencer om fx sporbarhed og måleusikkerhed har bidraget til en forbedret løsning.
- 2.11 Aktivitetens resultater er beskrevet i mindst 1-2 fagtekniske tidsskrifter/medier, der er relevante for målgruppen.