

<b>Institut(ter):</b> <b>Teknologisk Institut</b> <b>FORCE</b> <b>Technology</b> <b>Bioneer</b> <b>Alexandra</b> <b>Instituttet</b>	<b>Aktivitetsplan (titel):</b> <b>Industriel mediator til neutron- og røntgenanalyser på Big Science faciliteter</b>  <b>Idéforslags titel på bedreinnovation.dk:</b> <b>Industriel mediator til neutron- og røntgenanalyser på Big Science faciliteter</b>	<b>Aktivitetsplan nr.:</b> <b>B5</b>	<b>Særlig indsats</b>
<b>1) Manchettekst (kort resumé)</b>			
Industriel adgang til verdens kraftigste mikroskoper skabes gennem en koordineret bred GTS indsats som opbygger røntgen- og neutronanalyseservices inden for materialer og life science.			
<b>2) Aktiviteten kort (resumé)</b>			
<p>Med etableringen af verdens førende neutron- og røntgenkilder i Lund (ESS og MAX-IV) og Hamburg (DESY og European-XFEL), står danske virksomheder med en enestående mulighed for at anvende nye analyseværktøjer i deres udvikling af produkter og processer. Faciliteternes primære sigte er forskning, men industrien kan i høj grad drage fordel af de nye analysemuligheder til at skabe innovation – hvis de får den rette hjælp.</p> <p>Kendskabet til teknikkernes industrielle nyttevirkninger er stadig lavt pga. deres kompleksitet hvorfor denne aktivitetsplan skal øge virksomhedernes forståelse for den nytte de kan få ud af neutron- og røntgenanalyser (n/x analyser). Aktivitetsplanen ”Danmarks Industrielle Neutronlab” (2017-18) har gennem industricaser dokumenteret, at på flere områder kan teknikkerne danne basis for kommercielle services for en stribe forskellige målgrupper, fx inden for:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Måling af rest-spændinger med neutroner for den danske vindmølleindustri med det formål at reducere materialeomkostninger ved at skrue ned for konservative sikkerhedsfaktorer.</li> <li>• Bestemmelse af molekulære interaktioner mellem fedt, protein og stivelse til optimering af -produkter og processer i fødevarerindustrien.</li> <li>• Undersøgelse af materiale- og grænseflade-defekter i plast/metal komponenter for produktionsoptimering i fremstillingsindustrien.</li> </ul> <p>Vi vil fortsætte udviklingen af teknisk specifikke analyseydelse, som de ovenstående, i tæt samarbejde med de virksomheder, der repræsenterer den fremtidige målgruppe for ydelserne, nemlig innovative virksomheder inden for plast/metal fremstillingsindustrien (herunder producenter til aerospace, offshore og vindmølleindustrien), maling/lak producenter, fødevarerproducenter og medico/pharma industrien. For at opbygge den nødvendige erfaring og kapaciteten før ESS åbner i 2025, anvendes i mellemtiden lignende faciliteter rundt om i Europa.</p> <p>At realisere det maksimale industrielle udbytte af n/x faciliteterne fordrer desuden etablering af en ny type servicefunktion bygget på stærk teknisk specialistviden koblet med forretningsmæssig forståelse for værdiskabelse og prioriteringer hos virksomhederne. Denne service løftes af en meget snæver, men voksende gruppe virksomheder som i Europæisk sammenhæng kaldes mediator eller intermediary virksomheder, som lever af at tage virksomhedernes problemer hele vejen fra problemdefinition og identifikation af de rette værktøjer (herunder n/x analyser) og få gennemført og analyseret komplekse målinger ved Big Science faciliteter. Teknologisk Institut, Bioneer og FORCE Technology vil på deres fagtekniske område opbygge denne mediator-funktion, mens Alexandra Instituttet vil udvikle generiske løsninger til databehandling og analyser på tværs af aktivitetens fagtekniske områder.</p>			
<b>3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer</b>			
Storskalafaciliteter såsom røntgen og neutronkilder giver en unik indsigt ved at koble vekselvirkninger på atomart niveau med multiskala materialeegenskaber fra nano- til makrostørrelse. Danmark investerer i disse år ca. 1,75 mia. kr. i etablering af verdens kraftigste ”mikroskop”, neutronkilden European Spallation Source (ESS), i Lund. Styrelsen for Forskning og Innovation har konkretiseret de samfundsmæssige			

fordele og potentialer ved ESS og defineret en national strategi for området i rapporten "ESS som drivkraft for fremtidens vækst. Strategi for den danske ESS-indsats", nov. 2015.

De nye analysemuligheder på ESS vil supplere andre verdensklasse Big Science faciliteter i nærområdet: røntgenkilderne European-XFEL og DESY i Hamburg og MAX IV i Lund.

Flere større danske virksomheder, fx Novo Nordisk og Haldor Topsøe, benytter sig allerede rutinemæssigt af neutron og røntgen-synkrotron (n/x) anvendelsesmuligheder. Set i en global sammenhæng har flere og flere virksomheder desuden fået øjnene op for de industrielle mulighederne, fx:

- Toyota har købt deres egen eksperiment-beamline på synkrotron-faciliteten Spring-8 i Japan.
- Neutron-instrumentet Engine-X på ISIS i England kan belægges fuldt af industrielle rest-spændings målinger (se video af ISIS/Teknologisk Institut om anvendelsen af neutroner til at udvikle 3D metalprint: [https://www.kultura.com/index.php/extwidget/preview/partner\\_id/2043361/uiconf\\_id/41793021/entry\\_id/1\\_ob3gnew6/embed/dynamic](https://www.kultura.com/index.php/extwidget/preview/partner_id/2043361/uiconf_id/41793021/entry_id/1_ob3gnew6/embed/dynamic))
- I Europa er der opstået 4-5 små såkaldte mediator-virksomheder, der lever af at servicere firmaer med synkrotronmålinger især på medico-området med analyser af molekyler krystallografi.

Igennem Teknologisk Instituts pilotinitiativ på området, Resultatkontrakt B3 "Danmarks Industrielle Neutronlab" (2017-2018) har mere end 60 danske virksomheder, heraf halvdelen SMV, udtrykt interesse for industrielle n/x anvendelser. Flere af dem har gennemført eller er i gang med cases, hvor n/x-teknikkerne anvendes til at belyse deres konkrete problemstillinger.

Behovet understøttes af analyserapporten "Højteknologi skaber værdi for danske virksomheders materialer" (Teknologisk Institut, 2018), hvor hver tredje af de over 500 adspurgte SMV anvender avancerede metoder til at karakterisere deres materialer. I samme rapport peger endvidere 66% af de innovative virksomheder, som har udviklet et nyt produkt inden for de seneste to år, på, at dokumentation af materialeegenskaber er vigtige for dem. En dokumentation som i flere tilfælde vil kunne opnås ved brug af avanceret karakterisering på storskalafaciliteter.

Ca. 25 virksomheder og virksomhedsnetværk har desuden kvalitativt tilkendegivet støtte og kommenteret forslaget via BedreInnovation, fx:

- "Glimrende med en "single point of contact" og muligheden for hurtig afklaring af potentiale/muligheder for virksomheder", *Thomas Steenberg (CTO, Danish Power Systems)*.
- "Vi støtter dette initiativ, da denne særlige disciplin vil være med til at løfte kvaliteten i produkter og services inden for defence, space & security, hvor kvalitet er en altafgørende parameter, som virksomhederne og slutbrugerne hele tiden efterspørger", *Klaus Bolving (Direktør & Netværksleder, CenSec)*.
- "Dette initiativ kan give stor værdi for Liqtech International, idet det må forventes at lette adgangen til denne type komplekse analyser samt supplere med ekspertise der måske mangler internt i virksomheden", *Karsten Klemens Hansen (CTO, Liqtech International)*.

Aktivitetsplan B3 (2017-18) har dog også peget på flere barrierer, som der er behov for at tackle for at virksomhederne kan få maksimalt udbytte af n/x metoderne, herunder:

- Manglende viden hos virksomhederne om hvilke svar n/x teknikkerne kan give.
- Komplicerede adgangsforhold og lange tidshorisoner til faciliteter er svære at planlægge efter.
- Utilstrækkelig support/service til databehandling og fortolkning.
- Utilstrækkelig kvalitetssikring og anerkendte måleprocedurer.

Flere af barriererne kan reduceres ved at etablere GTS som "service providers" for industrielle n/x analyser inspireret af forretningsmodellen for de udenlandske mediator-virksomheder. En analyse foretaget i regi af ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures Scripta Volume 2: "Long-Term Sustainability of Research Infrastructures", 2017, side 45-46) peger på, at en stærkere mediator-funktion er en del af løsningen på problemet med den høje barriere mellem den akademiske verden og industrien. Aktivitetsplanen skal derfor opbygge et effektivt og målrettet industrielt servicesystem suppleret af en

stærk kommunikations- og vidensprednings-indsats for at vise virksomhederne, hvilke konkrete nytteværdier de kan få ud af de nye målemetoder. For at kunne realisere det samlede markedspotentiale og derigennem få det maksimale industrielle udbytte af n/x faciliteterne skal mediator-funktionen koble teknisk specialistviden med forståelse for værdiskabelsen og prioriteringer hos virksomhederne.

Målgruppen dækker både store virksomheder og SMV og spænder fagmæssigt bredt inden for fremstillingsindustrien. Der findes ca. 3.300 virksomheder i Danmark i fremstillingsindustrien med over 10 ansatte. Da ca. 1/3 som angivet ovenfor anvender avancerede karakteriseringsværktøjer defineres disse 1.100 virksomheder som den primære målgruppe. I regi af aktivitetsplan B3 har Teknologisk Institut i 2017-18 haft samarbejder med virksomheder inden for fødevarer, maling, lak og coatings, plast-, metal- og vindmølleindustrien, og disse vil fortsat være målgruppe i den nye aktivitetsplan. Med inklusionen af FORCE Technology og Bioneer vil indsatsen blive særlig styrket i forhold til offshore- og pharma/medico-industrien, mens Alexandra Instituttet vil udvikle generiske løsninger til databehandling og analyser på tværs af aktivitetens fagtekniske områder. Den fagspecifikke udvikling er nærmere defineret i delaktiviteterne 2.1-2.6 (se afsnit 5). I aktiviteten vil der være fokus på at opbygge fagspecifikke analyseværktøjer og tværfaglige kompetencer inden for databehandling og -kvalitet som henvender sig til virksomheder, der arbejder med produktudvikling (innovative virksomheder).

#### 4) Videnspredning og inddragelse

Et centralt element i Aktivitetsplanen er deling af viden om analysemulighederne med virksomheder inden for forskellige brancher, som udgør det fremtidige kundegrundlag for den nye service. Kommunikation og engagement med målgruppen har derfor fået sin egen delaktivitet (Aktivitet 1, se afsnit 5). Indsatsen bliver løbende koordineret med LINX projektet (Innovationsfonden Samfundspartnerskab), som har samlet de relevante danske universitetsgrupper på området.

Ambitionen er at virksomhederne gennem cases og diskussioner med eksperter opnår indsigt i, hvilken værdier neutron/synkrotron-teknikker kan give dem. Erfaringer med værdiskabelsen på tværs af GTS partnerne føres ind i Aktivitet 3, der handler om opsætning af de fremtidige services på området.

Et parallelt mål er at virksomhedernes interne specialister skal klædes på til at vurdere, hvad virksomhederne kan få ud af at anvende n/x analyser. Det er en balancegang at definere hvad der er "need to know" for specialisterne. Det centrale er at de forstår anvendelsesmulighederne og værdien for virksomhederne frem for at forstå neutron/synkrotron-teknikkerne i detaljer.

Målgruppen engageres både via 1:1-møder og ved at bruge eksisterende innovationsinfrastrukturer som platform for at udbrede kendskabet. Der påtænkes fællesarrangementer med: Dansk Materiale Netværk, DI-Industrisamarbejdet, Inno-Sec/Censec, FoodNetwork, BioPeople, InfinIt, MADE, Vindmølleindustrien, ATV-SEMAPP/DanCorr, Offshoreenergy.dk, Drag Research Academy (DRA), samfundspartnerskabet FastTrack samt følgegrupper på diverse andre Resultatkontrakter, fx "Materialer i barske miljøer (MIBAM)" (FORCE Technology) og "Metal 3D-print til industriel produktion" (Teknologisk Institut).

Gennem events og outreach-aktiviteter forventes viden om teknikkerne formidlet til 150 virksomheder fra målgruppen. Heraf forventes afholdt 40 1:1-møder mellem aktivitetsplanens deltagere og enkeltvirksomheder, hvor virksomhedernes potentielle n/x anvendelser i forhold til den enkelte virksomheds udfordringer diskuteres.

For særligt motiverede virksomheder inden for fx måling af rest-spændinger eller analyser af funktionelle partikler, vil vi etablere industrispecifikke følgegrupper som mødes 1-2 gange årligt og diskuterer analyse og service behov, standardisering og lignende. Følgegrupperne skal kobles sammen med bestemte teknikker eller ESS-instrumenter og søges etableres i samarbejde med fx ESS, RISE (Sverige) og LINX.

Den danske værtsrolle for neutron-faciliteten ESS har medført en række nationale initiativer for at maksimere udbyttet for de akademiske og industrielle miljøer. Aktivitetsplanens partnere vil samarbejde

med og give indspil til alle disse initiativer, herunder den nationale ESS strategi, FORSK2025, de danske ESS-fyrtårnsmiljøer og særlige indsatser i regi af Innovationsfonden, fx LINX samfundspartnerskabet.

Uddannelsesaspektet koordineres af LINX-projektet, hvor undervisningen typisk leveres af universitetssamarbejdspartnerne fra AU, DTU og KU. GTS-partnerens bidrag til selve undervisningen vil være case-baserede eksempler hvor anvendelse af teknikkerne fører til værdi.

## 5) Konkrete aktiviteter

Aktivitetsplanen er struktureret i tre hovedaktiviteter, der tilsammen etablerer en basis for den fremtidige mediator service og adresserer de væsentligste barrierer.

Aktivitet 1 inkluderer vidensspredning, som er nødvendig for at en bredere kreds af virksomheder skal forstå, hvad de kan bruge teknikkerne til, og hvilken service de kan opnå ved at benytte GTS-systemet på området. Selve GTS-kompetencerne udvikles-/videreudvikles i

Aktivitet 2, der rummer målrettet teknisk anvendelse af de mest lovende faglige områder i samarbejde med virksomhederne.

Aktivitet 3 definerer den fremadrettede ramme for den GTS-servicefunktion, aktivitetsplanen skal udvikle, herunder interaktion, partnerdannelse og påvirkning af selve n/x faciliteterne.

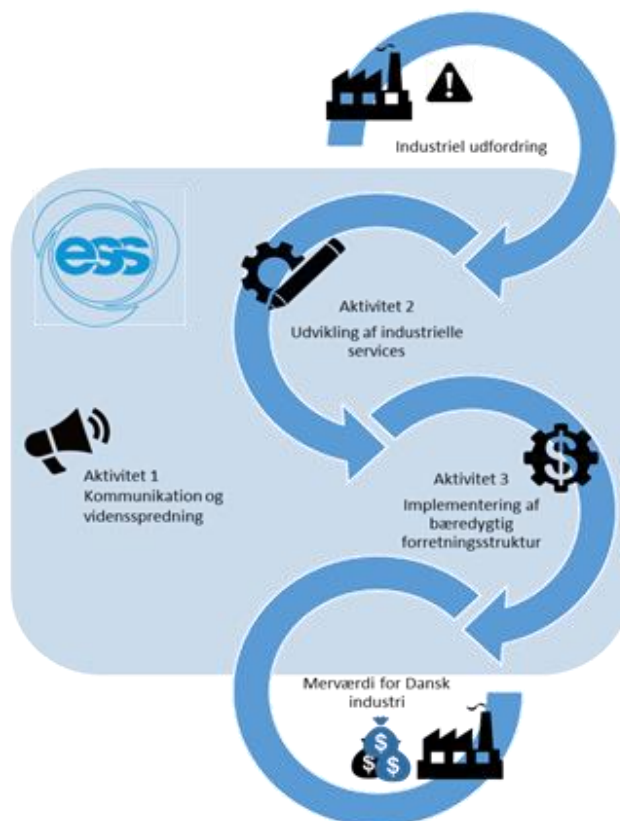
*Aktivitet 1: Kommunikation og vidensspredning (lead: Teknologisk Institut).*

En stærk kommunikationsindsats er central for aktiviteten, da manglende kendskab til n/x teknikkerne er identificeret som en væsentlig barriere for mere udbredt industriel anvendelse. Indsatsen omfatter en bred tilgang, hvor der skal udarbejdes letforståeligt kommunikationsmateriale (fx case-historier, videoer og generelle præsentationer), som formidles til et bredere publikum via sociale medier eller på virksomhedsrettede events. Fokus i materialet er at dokumentere den industrielle nytteværdi med konkrete eksempler fra virksomheder, der har draget fordel af analyserne. Desuden bliver der udarbejdet mere dybdegående, teknisk materiale i forbindelse med delaktiviteterne i Aktivitet 2, som kan formidles for en mere snæver kreds af virksomheder på målrettede møder.

*Aktivitet 2: Udvikling af industrielle services (lead: Teknologisk Institut).*

De deltagende GTS-partnere har identificeret en række delaktiviteter med det primære formål at udvikle specifikke fremtidige forretningsområder. Denne indsats målrettes udvalgte grupper af virksomheder og det tilstræbes, at delaktiviteterne leverer case-historier til kommunikationsindsatsen i Aktivitet 1. Samtidig etableres en studiegruppe på tværs af delaktiviteterne/GTS for at kunne udveksle erfaringer og diskutere løsning af tekniske eller praktiske udfordringer. Studiegruppen leverer desuden input til hvordan den fremtidige GTS-service/mediatorfunktion skal opbygges.

*2.1. Struktur- og defektanalyse i 3D (lead: Teknologisk Institut).* Mange virksomheder peger på muligheden for at danne 3D billeder af emner og afsløre skjulte fejl som en attraktiv anvendelse. Målinger kan også udføres på emner udsat for belastning fra fx miljø, tryk eller temperatur for at opnå viden om



initiering af fejl eller degradering af fx indre geometrier for komponenter af plast. Desuden er der mulighed for at udføre kvalitetskontrol på indlejrede plastkomponenter samt vakancer og vedhæftningsfejl i støbt plast. Teknikken komplementerer desuden CT og mikro-CT analyseteknikker på Teknologisk Institut. Delaktiviteten henvender sig til den store gruppe af teknologi- og komponentleverandører, hvor der er behov for kritiske analyser af indlejrede plastkomponenter eller af indvendige geometrier og til teknologileverandører, hvor der er behov for kvalitetskontrol af især indstøbt IKT-teknologi.

*2.2 Bestemmelse af strukturer og interaktioner i bløde materialer (lead: Teknologisk Institut).* Produkters makroskopiske egenskaber såsom smeltepunkt, viskositet og vedhæftning er afhængige af, hvordan komponenterne på mikroskopisk skala vekselvirker med hinanden under ydre påvirkninger af eksempelvis temperatur eller strain. En forståelse af denne kobling er en vigtig brik i virksomheders produktudvikling, og her kan n/x-baserede analyser, som små-vinkel spredning (SAN/XS) i kombination med fx reologiske- eller termiske gradient-forsøg og brug af billede dannelse i 2D og 3D give unik information. Der vil blive udviklet og udfoldet n/x-baserede analyseværktøjer til studier af strukturer og interaktioner i bløde materialer inden for bl.a. fødevarer- og farve/lak-industrien. Disse værktøjer kan eksempelvis anvendes til at udvikle og optimere bage-processer i fødevarerindustrien, og til at forstå interaktioner mellem bløde materialer og overflader som vedhæftning af vandbaserede coatings på en porøs overflade. Delaktiviteten vil endvidere udbrede avanceret karakterisering og søge at udvikle standardiserede metoder til belysning af konkrete udfordringer, bl.a. ved at udføre virksomhedsspecifikke cases. Teknologisk Institut har etableret et samarbejde med Prof. Poul Nissen, AU og Prof. Lise Arleth, KU som procesansvarlige for to ESS fyrtårne. Disse bliver søgt udvidet med konkrete virksomhedsrettede cases.

*2.3. Studier af strukturer og aktiveringsmekanismer af funktionelle nanopartikler (lead: Teknologisk Institut).* Teknologisk Institut udvikler og producerer nano-katalysmaterialer til brug i forskellige anvendelsesområder: udstødningssystemer til fx lastbiler, brændselsceller til trolleys i lufthavne, brændselsceller i høreapparater og elektrolysesystemer til fremstilling af kemiske kulforbindelser. Ved at anvende *in-situ* karakterisering på synkrotroner kan man opnå indsigt i hvordan nanopartiklerne bliver dannet ud fra udgangsstofferne i "real time" eller til at se strukturelle ændringer i materialet under fx redoxreaktioner. Nano-katalysmaterialerne benyttes til at fremstille brændselsceller som analyseres *in-operando* ved brug af neutron imaging. Metoden giver indsigt i selve katalyse-reaktionsmekanismen under virkelighedsnære arbejdsbetingelser. Virksomheder fra den danske kemiske industri og energisektoren inddrages i arbejdet med forskellige materialer, fx iridium til elektrolyse af vand og syntese af kemiske basisprodukter; organiske komponenter i vindmølle-vinger med fokus på recycling af resin og glas/carbon-fibre; og genvinding af batterimaterialer. Dele af aktiviteten, herunder en erhvervs-postdoc delvist finansieret af Innovationsfonden, foregår i samarbejde med det bevilgede ESS fyrtårn på Aarhus Universitet hos Prof. Bo Brummerstedt Iversen og der er i 2017 publiceret en video om samarbejdet: [https://www.youtube.com/watch?v=UDbgV2OvTus&list=PLi7CYI0TdLcVg08GXZtIPX2l\\_U5DN5dwW](https://www.youtube.com/watch?v=UDbgV2OvTus&list=PLi7CYI0TdLcVg08GXZtIPX2l_U5DN5dwW).

*2.4. Karakterisering af rest-spændinger i metalliske materialer (lead: Teknologisk Institut).* Rest-spændinger er definerende for metalleres styrke, korrosionsbestandighed og levetid. Disse er en udfordring for danske metalforarbejdende virksomheder. Neutroner og høj-energetisk røntgen er de eneste prøber, der kan trænge ind i metallerne og måle de elastiske deformationer, der kan omregnes til rest-spændinger. Med afsæt i erfaringerne fra aktivitetsplanen 2017-18 skal Teknologisk Institut udvikle standardiserede procedurer til prøveforberedelse, kalibrering, måling og dataanalyse, så n/x teknikkerne kan blive adopteret af industrien. Den nye service vil blive valideret med andre komplementære rest-spændingsmåleværktøjer (fx backscatter diffraction på SEM, røntgen diffraktion og hul-boringsteknikker). Teknologisk Institut har etableret samarbejde med Prof. Henning Friis Poulsen, DTU gennem et erhvervs-postdoc projekt støttet af Innovationsfonden omkring nye karakteriseringsteknikker til multiskala bestemmelse af rest-spændinger samt deltagelse i ESS fyrtårnet "SOLID" om hårde materialer. Delaktiviteten vil yderligere styrkes igennem projektsamarbejder om emnet med DTU-Mekanik (Prof. Marcel Somers), Siemens Gamesa, COWI, Ørsted og Grundfos. Delaktiviteten koordinerer løbende med 3D metalprint aktiviteter på Teknologisk Institut, da neutroner er et enestående værktøj til at evaluere restspændinger i 3D metalprint.

*2.5. Bestemmelse af overflade- og nedbrydningsmekanismer i coatings og hårde materialer (lead: FORCE Technology).* En generel udfordring for dansk industri er at opnå en større robusthed og forudsigelig

levetid af anlæg og maskiner og det skal afklares hvordan n/x metoderne kan skabe værdi inden for dette felt. Danske virksomheder er i front med produkter i aluminium, men udfasningen af hexavalent krom som konverteringsbelægning giver fx TERMA behov for at finde alternative korrosionsbestandige coatings. Høj-intensive n/x kilder kan give indblik i opbygningen og udviklingen af nye coatings. Nedbrydning af coatingen i korrosionsforsøg kan derudover studeres indgående ved n/x-baserede analyseværktøjer som SAXS, SANS og EXAFS. Robusthed handler også om at sikre sig imod pludselige havarier, hvilket er relevant for de mange danske virksomheder som anvender højstyrkebolte, fx inden for offshore-sektoren. Højstyrkebolte kan rammes af brintskørhed, som forårsager pludselige revner. Netop brint kan måles effektivt med neutroner og kombinationen af n/x analyser med laboratorieforsøg kan give en dybere forståelse af mekanismerne bag de kritisk hurtigt voksende revner, som kan opstå under brintdannende driftsforhold. Andre relevante nedbrydningsprocesser som kan blive evalueret inkluderer højtemperaturkorrosion i energiforsyningsanlæg og mikrobiel korrosion i vandforsyningssystemer.

*2.6 Analyse af struktur og interaktion i lægemiddelsystemer (lead: Bioneer).* Mange virksomheder udvikler peptid- eller protein-baserede lægemidler, men mangler de nødvendige værktøjer til at analysere stabiliteten og dermed effekten af lægemidlet på længere sigt. For eksempel kan protein-lægemiddelstoffet aggregere i formuleringen og derved miste sin aktivitet. Små-vinkel spredning med synkrotron røntgen (SAXS/sSAXS) og neutroner SANS/sSANS er meget følsomme analytiske værktøjer og kan hjælpe med at forstå mekanismen bag aggregering af proteiner og derved også medvirke til at forhindre det. Derudover administreres peptider og proteiner oralt i formuleringer med absorptions-fremmende hjælpestoffer, der kan danne komplekse kolloide strukturer med peptider og proteiner og samtidig fremme absorptionen. Denne interaktion kan kortlægges ved hjælp af sSAXS og sSANS. Et andet eksempel på kolloide systemer er lipid-baserede drug delivery systemer, hvor sSAXS kan anvendes til at karakterisere dannelsen af colloide strukturer under fordøjelsen, og deres betydning for absorption af lægemiddelstoffer. Derfor vil Bioneer:FARMA generere virksomhedsrelevante formuleringer, og karakterisere disse ved hjælp af sSAXS og sSANS, for således at øge absorptionen af peptider og proteiner efter oral administration.

*2.7. Databehandling og datakvalitet (lead: Alexandra Institutet).* Aktiviteten indgår som en tværgående aktivitet i aktiviteterne 2.1-2.6, hvor der med input fra konkrete cases arbejdes med brugervenlige metoder og software til håndtering af datamængder fra neutron- og røntgenforsøg, som gør det nemmere at formidle værdien af resultaterne for virksomheden. Med fokus på Alexandras ekspertviden inden for imaging, dataanalyse og visualisering, vil aktiviteten således styrke omsætningen af forskningssoftware til brugervenlige softwareløsninger, der kan anvendes af dansk erhvervsliv i udnyttelsen af ESS og MAX IV. Alexandra vil i den forbindelse opbygge samarbejdsrelationer til ESS Data Management and Software Center (DMSC) og ESS fyrtårnsmiljøerne.

*Aktivitet 3: Implementering af bæredygtig fremtidig forretningsstruktur (lead: Teknologisk Institut).*

Modellen for en helt eller delvist virksomhedsfinansieret mediator-service skal defineres og udvikles på tværs af de industrielle services som udvikles i Aktivitet 2. Partnerne skal integrere n/x måleanalyser og databehandling i deres nuværende portefølje af industrielle services. Yderligere samarbejdes der mellem GTS om at etablere modeller for adgang til udvalgte faciliteter/beamlines og der arbejdes med outplacement scenarier til faciliteterne. Der laves endelig et koncept-design af en dedikeret industriel beamline på ESS helt eller delvist finansieret af industrien.

*3.1 Opbygning af et internationalt netværk af mediator-virksomheder.* Teknologisk Institut har taget initiativ til at samle en europæisk interessegruppe af mediatorvirksomheder, der foretager målinger for virksomheder på n/x faciliteter. I aktivitetsperioden skal denne gruppe etableres formelt og konsolideres om en stribe fælles mærkesager, som dernæst kan adresseres hos n/x faciliteterne.

*3.2 Samarbejder og partnerskaber med faciliteter.* Enkeltfaciliteter/beamlines udvælges baseret på deres evne og åbenhed for at facilitere industrianvendelser. Det tilstræbes at udvikle tætte partnerskaber og rammeaftaler med disse faciliteter for at opnå indgående indsigt i både tekniske og organisatoriske forhold på faciliteten med henblik på at effektivisere arbejdsgangene ifm. foretagelse af målinger.

3.3 *Forretningsmodeller for industrielle beamlines.* Der udføres feasibility studie af måder at drifte instrumenter/beamlines optimeret til industrielle anvendelser. Undersøgte modeller kan fx inkludere beamlines helt eller delvist drevet af GTS og kompakte neutrongeneratorer.

#### 6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Etableringen af en n/x mediator-service er unik i dansk sammenhæng og vil ikke være i konkurrence med private aktører fra DK. Mediator-servicen vil muliggøre industriens brug af avancerede analyseteknikker på storskalafaciliteter, som udvikles rettet mod industrielle brugere igennem de fagspecifikke ydelser. De konkrete services der etableres på baggrund af aktivitetsplanen udspringer af delaktiviteterne fra Aktivitet 2. Hver delaktivitet involverer specifik teknologisk udvikling og kompetenceopbygning samt interaktion med potentielle fremtidige kunder. Kort opsummeret vil der blive udviklet værktøjer og services inden for:

- Struktur- og defektanalyse i 3D
- Bestemmelse af strukturer og interaktioner i bløde materialer
- Strukturer og aktiveringsmekanismer af funktionelle nanopartikler
- Karakterisering af rest-spændinger i metalliske materialer
- Bestemmelse af overflade- og nedbrydningsmekanismer i hårde materialer
- Analyse af struktur og interaktioner i lægemiddelsystemer

Som regel står selve n/x analysen ikke alene og virksomhederne har behov for assistance igennem hele processen fra identifikation af mulige analysemetoder til at belyse deres udfordring, over prøveforberedelse, dataindsamling og analyse til fortolkning af resultater, for at de avancerede analysemetoder kan blive adopteret blandt danske virksomheder som en teknologisk serviceydelse.

Den estimerede tidshorisont for markedsintroduktion er 2-5 år, hvor de første direkte udbudte services forventes at være rest-spændingsmålinger og 3D strukturanalyse. Da ESS først åbner for brugere i 2025, vil denne service være bygget op omkring nuværende tilgængelige faciliteter.

I tillæg til de tværgående kompetencer og fagspecifikke ydelser er der behov for forståelse for værdiskabelsen og prioritering hos virksomhederne for at sikre at virksomhederne får værdi ud af at anvende de nye faciliteter, hvorfor mange specielt små og mellemstore virksomheder ikke selv har mulighed for at have den fornødne viden in house, hvilket bevirker at der i dag er et uudnyttet dansk marked for denne service.

En grundlæggende barriere hos virksomhederne er manglende kendskab til mulighederne med avancerede analysemetoder. Markedet skal derfor inddrages og udvikles parallelt. En stærk kommunikationsindsats er central i forhold til at sprede viden om mulighederne gennem virksomhedsnære cases. En anden væsentlig barriere er at sikre konkurrencedygtige adgangsforhold til storskalafaciliteterne både i forhold til tid og pris. Andre væsentlige barrierer er databehandling og kvalitetssikring, som særligt adresseres i den tværgående delaktivitet 2.7. Flere af barriererne går på tværs af markedet (virksomhederne), kompetencer (GTS) og faciliteter (ESS) og kræver en synergetisk udvikling for at realisere det industrielle potentiale for at udnytte de avancerede n/x analysemuligheder.

#### 7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Danmarks værtsrolle for neutron-faciliteten ESS har medført en række nationale initiativer for at maksimere udbyttet for de akademiske- og industrielle miljøer. Initiativer som den nationale ESS strategi, FORSK2025 og 2018-opslagene fra Innovationsfonden efterspørger kapacitetsopbygning i GTS-nettet og dette vil bl.a. blive realiseret igennem samarbejde med:

- Danske og udenlandske universiteter og LINX, herunder igangværende medfinansierede erhvervs-postdocs hos Aarhus Universitet og DTU.
- Big Science faciliteter – Etablering af samarbejdsaftaler mellem faciliteterne ESS, ILL, ESRF, European-XFEL, MAX IV, ISIS, DESY/HZG og PSI om industri adgang.
- Mediator-virksomheder – Vidensindsamling og samarbejde om at definere mediator-rolle ift. fx industriel adgang til storskalafaciliteter med fx CR Competence (Sverige) og RISE (Sverige)

- Vidensspredningspartnere – Fælles indsats med brancheforeninger og innovationsnetværk, fx DI, Dansk Farvelak og Dansk Materiale Netværk, for at udbrede kendskab til muligheder inden for brug af n/x igennem industri-cases, foredrag, og skriftlige indlæg

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

Mediator-funktionen for målinger med neutroner og synkrotronstråling passer godt med den danske GTS-rolle. Virksomheder opsøger i forvejen GTS for at få løst problemstillinger på en faglig kompetent og uvildig måde med professionel håndtering af pris, leveringstid og fortrolighed. Der skal i aktivitetsperioden arbejdes målrettet med at nedbryde barriererne for industrielle n/x anvendelser, så disse analyser kan forankres i GTS-nettets udbud af højt specialiserede services til gavn for danske virksomheder.

Teknologisk Institut har sat sig i spidsen for at sikre dansk industri optimal udnyttelse af de danske Big Science medlemskaber, herunder det danske værtskab for ESS. Instituttets strategiske områder omfatter både leverandørvirksomheder (BigScience.dk resultatkontrakt) og industrielle anvendelser inklusiv egne anvendelser, som beskrevet i notat sendt til SIU i juni 2016. Big Science området udgør desuden et eget kapitel i Teknologisk Instituts strategi for 2019-21.

Definitionen og opbygningen af en organiseret mediator-funktion med afsæt i det danske GTS-net har potentiale til at blive en europæisk styrkeposition, der kan forbedre konkurrenceevnen for danske virksomheder og tiltrække udviklingsafdelinger fra udenlandske virksomheder til at etablere sig i landet. Koblingen af geografisk nærhed til n/x faciliteter via ESS, MAX-IV, DESY og European-XFEL, stærke forskningsfaglige universitetsmiljøer på området og en stærk industriel servicesektor fra GTS nettet vil være et unikt set-up for industriel innovation.

### 9) Tidsplan og milepæle

**2018, december:** (Inddragelse og vidensspredning)

MP1.1: Etablering af kontakliste og oplæg til project governance og koordinering mellem partnerne.

MP1.2: Definition af samarbejde med LINX om fælles profilering, outreach og kurser (fortsættes i MP1.2, 2019).

**2019**

**Aktivitet 1 Kommunikation og vidensspredning:** (Inddragelse og vidensspredning)

MP1.1: Formidlingsmateriale, fx (elektronisk) hæfte med cases og hjemmeside, udarbejdet/opdateret (fortsættes i MP1.1, 2020).

MP1.2: LINX årsmøde afviklet i samarbejde med LINX projektet (fortsat fra MP1.2, 2018).

MP1.3: Minimum 6 indlæg på virksomhedsrettede events afholdt.

MP1.4: Minimum 2 artikler i fagtekniske udgivelser publiceret.

MP1.5: Minimum 20 1-1 møder med virksomheder fra målgruppen afholdt.

**Aktivitet 2 Udvikling af industrielle services:** (Udvikling af teknologisk service)

MP2.1: Definition, udvikling og gennemførelse af 4 cases med danske virksomheder, gerne SMV, fra forskellige målgrupper, fx offshore, aerospace, maling-/lak-industrien og plastfremstillingsindustrien.

MP2.2: 2 ESS-instrumenter med særlig industriel relevans er udvalgt af analyseret ift. etablering af fast samarbejde omkring industrielt relevante målinger (fortsættes i MP2.2, 2020).

MP2.3: (delaktivitet 2.3) Gennemførelse af in-operando neutron-imaging studie af metanol brændselsceller til høreapparater.

MP2.4: (delaktivitet 2.6) Analyse af protein-stabilitet og aggregering samt interaktion af protein med overfladeaktive stoffer.



MP2.5: (delaktivitet 2.7) Opstart på case samarbejde med øvrige GTS-partnere med fokus på udvikling og kvalitetssikring af software til imaging, analyse og visualisering (fortsættes i MP2.6, 2020).

MP2.6: (delaktivitet 2.7) Etablering af samarbejdsrelation til DMSC.

MP2.7: Præsentation på international konference om industrielle muligheder ved n/x i samarbejde med ESS fyrtårns processansvarlig.

**Aktivitet 3 Implementering af bæredygtig fremtidig forretningsstruktur:** (Udvikling af teknologisk service)

MP3.1: Internationalt møde mellem mediator-virksomheder i Europa afholdt (fortsættes i MP3.1, 2020).

MP3.2: RK-opstartsmøde om planlagte aktiviteter og fremtidig GTS mediator forretningsmodel afholdt.

MP3.3: Samarbejdsaftale med udvalgt Big Science facilitet etableret (fortsættes i MP3.3, 2020).

MP3.4: Koncept og feasibility studie for drift af industrielt rettet beamline udført.

## 2020

**Aktivitet 1 Kommunikation og vidensspredning** (Inddragelse og vidensspredning):

MP1.1: Case-katalog opdateret med resultater fra delaktiviteterne 2.1-2.7 (forsat fra MP1.1, 2019).

MP1.2: Webinar om fx neutroner og kvalitetskontrol afholdt.

MP1.3: Minimum 6 indlæg på virksomhedsrettede events afholdt.

MP1.4: 1 artikel og 2 videoer med bredere sigte udarbejdet.

MP1.5: Minimum 20 1-1 møder med virksomheder fra målgruppen afholdt.

MP1.6: Vidensspredningsarrangement om IT afholdt, fx i samarbejde med Infinet.

**Aktivitet 2 Udvikling af industrielle services:** (Udvikling af teknologisk service)

MP2.1: Definition, udvikling og gennemførelse af 4 cases med danske virksomheder, gerne SMV.

MP2.2: Etablering af industribruger-gruppe relateret til et ESS-instrument (fortsat fra MP2.1, 2019).

MP2.3: (delaktivitet 2.1) Udbud af måleservice på baggrund af cases om polymer-materialer.

MP2.4: (delaktivitet 2.3) In situ-studier af funktionelle nanomaterialer under oxiderende/reducerende betingelser.

MP2.5: (delaktivitet 2.6) Etablering af in-vitro fordøjelsesmodel i beamline for analyse af lægemiddelstof-solubilisering.

MP2.6: (delaktivitet 2.7) Software til analyse eller visualisering udviklet på prototypeniveau og afprøvet på 2 democases (fortsat fra MP2.5, 2019).

MP2.7: Udviklingssamarbejder etableret med 3 ESS fyrtårnsprocessansvarlige eller ESS/DMSC.

**Aktivitet 3 Implementering af bæredygtig fremtidig forretningsstruktur:** (Udvikling af teknologisk service)

MP3.1: Fælles rationale for mediator-aktører i Europa formuleret (fortsat fra MP3.1, 2019).

MP3.2: Workshop med deltagelse fra LINX, Big Science faciliteter og innovationsaktører om fremtidens mediatorfunktion afholdt (fortsat fra MP3.2, 2019).

MP3.3: Rameaftale med Big Science facilitet etableret (fortsat fra MP3.3, 2019).

MP3.4: Analyse af markedet for n/x ydelser og anbefaling til bæredygtig GTS mediator-forretning.

MP3.5: Langsigtet og forpligtende samarbejdsaftale mellem GTS og LINX udarbejdet.