

Skema A	Skema til beskrivelse af forsknings- og udviklingsaktiviteter											
Aktivitet	Materialer til en bæredygtig fremtid	Strategiområde Materialer og Produktion	Aktivitetsområde nr. B3									
Formål og målgruppe	En af de store udfordringer i årene fremover er at udvikle teknologiske løsninger, der kan understøtte en bæredygtig fremtid uafhængig af fossile råstoffer. Der sættes internationalt på udvikling af nye energiteknologier til bedre udnyttelse af vedvarende energikilder som fx sol, vind, bølger og biomasse samt på materialer til elektrolyse, brintsystemer og brintlagring. Hvorvidt denne transformation til bæredygtig energiproduktion vil lykkes, afhænger i høj grad af, om der kan skabes det nødvendige gennembrud inden for materialeforskningen. Behov og erhvervsmæssig relevans Som det påpeges af Dansk Energi på www.BedreInnovation.dk har Danmark en stor udfordring i at sikre, at de nationale forpligtelser om en 30%’s andel af vedvarende energikilder i energisystemet bliver opfyldt. Helt i tråd med denne målsætning har Energistyrelsen valgt at satse på aktiviteter omkring udvikling af materialer til brændselsceller samt katalytiske materialer til køretøjer, så anvendelsen af biobrændstoffer kan udbredes. Teknologisk Institut har et højt kompetenceniveau inden for udvikling og karakterisering af materialer, herunder løbende ph.d.-studier inden for energimaterialer i samarbejde med de førende videninstitutioner både nationalt og internationalt. Aktivitetsplanen har følgende relation til BedreInnovation.dk <table><tr><td rowspan="4">F</td><td rowspan="4">Energisystemer</td><td>Fremtidens energiteknologier</td></tr><tr><td>Integration af alternativ energi</td></tr><tr><td>Fremtidens brintteknologier</td></tr><tr><td>Fremtidens integrerede solenergisystemer</td></tr><tr><td>R</td><td>Produktionssystemer</td><td>Funktionelle materialer på nano- og mikroskala</td></tr></table> (F: Fokus R: Relation) Formål Formålet med aktivitetsplanen er at udvikle og implementere materialer, der kan bevirke et skift til energiproduktion baseret på fornybare og CO₂-neutrale ressourcer. Som eksempel kan nævnes materialer til brændselsceller, så disse kan køre langt mere energieffektivt og på andre brændstoffer. Af andre eksempler er separationsmaterialer til oprensning af biobrændstoffer, elektrokemiske materialer til energikonvertering samt katalytiske materialer til konvertering af brændstoffer. Målgruppe Målgruppen er energivirksomheder samt fremstillingsvirksomheder inden for et meget bredt industrisegment, idet både udviklingsvirksomheder samt virksomheder, der er orienteret mod fremstilling af komponenter til de vedvarende energiteknologier vil være naturlige aftagere af denne viden. Det globale marked for energiteknologi i form af produkter, systemløsninger og knowhow er i kraftig vækst, og Danmark har en meget fin position på fx SOFC-brændselsceller. Dansk erhvervsliv er derfor godt positioneret på det stærkt voksende internationale marked inden for vedvarende energiteknologier, og der			F	Energisystemer	Fremtidens energiteknologier	Integration af alternativ energi	Fremtidens brintteknologier	Fremtidens integrerede solenergisystemer	R	Produktionssystemer	Funktionelle materialer på nano- og mikroskala
F	Energisystemer	Fremtidens energiteknologier										
		Integration af alternativ energi										
		Fremtidens brintteknologier										
		Fremtidens integrerede solenergisystemer										
R	Produktionssystemer	Funktionelle materialer på nano- og mikroskala										

	er store forventninger til, at Danmark med en langvarig tradition inden for udvikling af energiteknologier vil kunne udbrede de bæredygtige teknologier globalt, samtidig med at der i Danmark kan skabes en bæredygtig udvikling og vækst. Udgangspunktet er således en solidt funderet materialeplatform. Der er dog ingen tvivl om, at konkurrencen på disse markeder vil blive yderligere skærpet de kommende år, hvilket øger kravene til innovation og effektivitet. På energiområdet er der en række store internationale virksomheder i Danmark, men målgruppen for denne aktivitetsbeskrivelse retter sig ligeledes mod de mindre udviklingsvirksomheder samt den store gruppe af danske SMV, der fungerer som underleverandører til de vedvarende energiteknologier. Forventet effekt Den forventede effekt hos målgruppen knytter sig først og fremmest til en forbedret konkurrenceevne på det internationale marked. Det forventes, at denne aktivitetsplan i høj grad kan bidrage til at fastholde de danske virksomheders konkurrencekraft inden for specifikke vedvarende energiteknologier, hvilket i sidste ende vil have en stor betydning for fastholdelse af danske industriarbejdspladser. Omfanget af det erhvervsmæssige potentiale i VE og energieffektive løsninger er naturligvis usikkert, og det vil afhænge af markedsintroduktionen i forskellige segmenter, men som eksempel vil vi inden for en tidshorisont på 3-5 år formentlig se brændselsceller inden for så forskellige områder som nødstrømsanlæg, opladning af el-trucks, hjælpestrømsforsyninger til skibe i havn og lastbiler på rastepladser samt brændselscelleværker i stedet for kraftvarmeværker.
Aktivitetsplanens indhold	Fokus i denne aktivitetsplan er udvikling af nye materialer, der vil kunne skabe et gennembrud i forhold til bæredygtig energiproduktion og energianvendelse. Aktiviteten dækker et behov, der ikke opfyldes i dag, da materialeudvikling ikke dækkes af de private rådgivere på området. Desuden sikrer de tætte samarbejder med universiteterne, at der heller ikke her optræder konkurrenceforhold, som skaber parallel udvikling. De foreslåede aktiviteter vil betyde en væsentlig udvikling og effektivitetsforbedring af de vedvarende energiteknologier. Der er i Danmark flere universiteter, der arbejder med udvikling af materialer til energiteknologier, og Teknologisk Institut samarbejder med de fleste af disse fx DTU inden for katalyse, reformering, brint og brændselsceller, DTU-RISØ inden for SOFC, KU, RUC og SDU inden for solceller. Teknologisk Institut adskiller sig fra de andre aktører ved også at have et væsentlig fokus på industrialisering af teknologierne herunder procesmodning, således at komponenterne kan masseproduceres. Aktiviteterne vil understøtte kredsen af højteknologiske virksomheder, der er undervejs med nye energiprodukter. Kredsen af virksomheder inden for bioenergi vil ligeledes få direkte gavn af indsatsen i forbindelse med produktforøgelse. Endelig vil den store gruppe af SMV få et løft i takt med, at nye avancerede materialer og komponenter skal masseproduceres. Delprojekt 1: Materialer til vedvarende energiteknologier Ved udvikling af fremtidens vedvarende energiteknologier vil gennembrud inden for materialeforskningen have en afgørende rolle i effektivitetsforøgelse af næste generation af vedvarende energiteknologier. Aktiviteterne vil omfatte: • Udvikling af keramiske barrierelag til 'Solid Oxide Fuel Cells' (SOFC). • Udvikling af separatorer til oprensning af gasformige biobrændsler og industrigasser.

- Udvikling af katalysatorbærere baseret på åbne materialestrukturer.
- Udvikling af nye materialeteknikker til syntese af 'pin-hole free' elektrolytter til lavtemperatur-SOFC-celler.
- Udvikling af nye typer af lavtemperatur-PEM-baserede brændselsceller hvor der sikres en mere dispergeret og sintringsstabil fordeling af de aktive Pt-atomer.
- Alternativer til Pt i relation til lavtemperatur-PEM-celler for at nedbringe prisen.
- Udvikling af ledende energimaterialer fx til lette varmevekslere med høj varmeledningsevne.
- Udvikling af nye produktionsteknologier til fremstilling af porøse gasfordelingsplader i både PEM-/SOFC-celler.
- Udvikling af karakteriseringsværktøjer til karakterisering fra energimaterialer, fx nanofyldstoffer og strukturer.
- Udvikling af analyse og rådgivningsydelser til både offentlige og private kunder om energimaterialer og deres fremstilling.

Der vil være synergi med det netop bevilgede innovationskonsortium 'Vedvarende energiteknologier', men der vil dog ikke være overlap, da innovationskonsortiet omhandler energikæden fra produktion af biometanol til energikonvertering i de helt nye højtemperatur-polymer-brændselsceller (HT PEM FC). Der er flere spor inden for udvikling af brændselsceller, herunder SOFC, PEM, DMFC og HT PEM FC. Denne aktivitetsplan omhandler de to førstnævnte typer brændselsceller.

Delprojekt 2: Avancerede lys- og energihøstende materialer

Det er formålet med delprojektet at udforske en række energimaterialer baseret på forskellige processer heraf kemiske, optiske, elektriske, termiske og kombinationer. For effektivt at udnytte de nye forskningsresultater er det vigtigt at scanne området for derefter at vurdere materialerne efter hvilken type applikationer, de er egnet for og inden for hvilken tidshorisont, de kan komme til praktisk nytte.

På denne baggrund vil ny viden systematisk blive hentet til Danmark, herunder viden som kan være kommercielt interessant for danske virksomheder samt bidrage til udviklingen af en stabil bæredygtig energiforsyning.

Aktiviteterne vil omfatte:

Videnhjemtagning omkring lysabsorberende materialer fx quantum dots, som giver mulighed for effektiv, stabil og skræddersyet lysabsorption.

- Test og validering af introduktion af kombinationen mellem solceller og et spredningslag af fx nanodiamanter og/eller TiO_2 . Målet er at øge effektiviteten af standard tilgængelige solceller ved at introducere et overfladelag.
- Udvikling af solid state elektrolytter i samarbejde med ph.d.-studerende fra KU.
- Udvikling af bæresubstrater for de lysabsorberende materialer som sikrer mindre refleksion, større absorption og dermed en højere effektivitet.
- Udvikling af rådgivningsydelser om nye lys- og energihøstende materialer og deres performance.

Ud over de danske samarbejdspartnere er Teknologisk Institut ligeledes del af flere internationale netværk, herunder Global Research Alliance og 'Nordic Centre of Excellence in Photovoltaics'. Derudover er Teknologisk Institut koordinator eller partner i en række forskning- og demonstrationsprojekter inden

	for solceller, brint- og brændselsceller. Sideløbende med denne aktivitetsplan medfinansierer Teknologisk Institut to ph.d.-forløb hos KU og SDU. Der vil være synergi mellem disse ph.d.-forløb og denne aktivitetsbeskrivelse.
Koordinering og samspil med andre FoU-aktiviteter	Teknologisk Institut er involveret i flere forsknings- og udviklingsaktiviteter inden for nærværende aktivitetsplan. Projekterne omfatter udvikling og demonstration af forskellige tyndfilm til solcelleteknologier og SOFC-celler, udvikling af materialer og komponenter til brint og brændselscelleteknologier. • PSO-projekt, Udvikling af brintselektiv membran til naturgasnettet Partnerne er Dansk Gasteknisk Center og Energinet.dk. I projektet undersøges scenarier for anvendelse af gasnettet til distribution af brint, der udvikles nye membranmaterialer, som kan adskille brint og naturgas, og der udvikles prototyper af separationsenheder, som afprøves i model-gasnet. • EUDP, Development of Low Cost and High Performance MEA- and Bipolar Plate processes for PEM Fuel Cells I projektet udvikles processer til at fremstille brændselscellens komponenter herunder selve cellen, pakninger og de bipolære plader. • EUDP, 2nd Generation Bioethanol as Fuel for Diesel Engines Konsortiet udvikler teknologier til 'on-board' reformering af bioethanol til di-ethylether. Aktiviteterne omfatter udvikling af katalytiske materialer samt system til reformering af bioethanol. • SEMOS (FTP-projekt) hvor der arbejdes med udvikling af sensorer til forståelse af degenereringsmekanismerne i PEM-baserede brændselsceller samt med at forbedre den overordnede performance af PEM-baserede brændselsceller. • Nordforsk ph.d.-projekt der uddanner en erhvervs-ph.d. inden for SOFC baseret på tynde YSZ-membraner sammen med industripartnere. Reliable-Metal Based Fuel Cells som arbejder med at udvikle SOFC, der gennem tyndere YSZ-membraner vil kunne fungere ved en lavere processtemperatur. • PSO-projekt, Customized PEC modules. Projektet handler om industriel fremstilling af farvestofsolceller (DSC-solcellen). Partnerne er blandt andre AAU og SDU.
Formidlings- og spredningseffekt	Formidling • Fem til ti foredrag/artikler pr. år om udvikling af bæredygtige materialer og teknologier. • En temadag pr. år på området for SMV. • Gennem samarbejde med netværk, fx VE-Net, brancheforeninger, som plastindustrien og regionerne, fx Region Midt om miljø- og energiteknologier formidles viden fra aktivitetsbeskrivelsen bredt. • En til to projektansøgninger pr. år. • Flere FoU-projekter med et øget antal internationale samarbejdspartnere. • Samarbejde med innovationsnetværkene om formidling, herunder VE-Net og Nordjysk Innovations- og Kompetencecenter for Vedvarende Energi (NIK-VE). • Synergi med ph.d.- eller post.doc.-studier i forbindelse med FoU-projekter og internationale netværk. • Masterprojekter i samarbejde med universiteter. Rådgivning og implementering Delprojekt 1: Materialer til vedvarende energiteknologier • Industrialiserede komponenter til vedvarende energiteknologier fx delkomponenter til brændselsceller og separatorer til oprensning af gasser fra biomasse samt industrigasser.

• Rådgivning inden for den nyeste udvikling af SOFC-brændselsceller. • Rådgivning inden for PEM-baserede brændselsceller. Delprojekt 2: Avancerede lys- og energihøstende materialer • Rådgivning og test af lys- og energihøstende materialer og komponenter. Samlet forventes initiativet at resultere i 25-30 nye kunder i Danmark, heraf 40% SMV. Derudover gennemfører Teknologisk Institut dagligt materialetest og materialeanalyser for danske virksomheder og hjælper dem med at vælge de bedste materialer og designs samt trouble shooting i forbindelse med produktionsvanskeligheder.					
Centrale kompetencer involveret i FoU-projektet					
Navn	Stilling	Uddannelse	Erhvervs-erfaring	Ansættelse hos TI	Tidligere ansættelser
Jens Christiansen	Sektionsleder	Cand.polyt., ph.d., EBA	13 år	6 år	DTU, Haldor Topsøe A/S, R&D
Bjarke Holl Christensen	Forsknings- og udviklings-ansvarlig	Cand.scient., ph.d.	1 år	1 år	Aarhus Universitet
Jakob Engbæk	Seniorkonsulent	Cand.polyt., ph.d.	3 år	3 år	DTU
Milepæle 2010	Delprojekt 1: Materialer til vedvarende energiteknologier 1. Udvikling af keramiske barriermaterialer til Solid Oxide Fuel Cell. 2. I samspil med nordiske partnere udvikles processer til førstegeneration af YSZ-film til SOFC-anvendelser. Der vil være synergi med NordForsk ph.d.-projektet. 3. Udvikling af katalysatorbærer baseret på åbne materialestrukturer igangsæt. 4. Membranmateriale til oprensning af teknisk brint udviklet. 5. Membraner til beslægtede formål identificeret, relevante aktører inddraget og samarbejder etableret. 6. Masterprojekter i samarbejde med universiteter igangsæt. 7. Fire til otte foredrag/artikler om udvikling af bæredygtige materialer og teknologier. 8. Temadag for SMV. 9. Formidling i samarbejde med innovationsnetværkene VE-Net og NIK-VE. Delprojekt 2: Avancerede lys- og energihøstende materialer 1. Opstart af udviklingssamarbejde inden for tredjegeneration-solceller med førende aktører i Europa. Samarbejde med udvalgte partnere fra Global Research Alliance (fx SIRIM fra Malaysia og CSIR fra Sydafrika). 2. Fortsættelse af ph.d.-projekter med SDU og KU inden for udvikling af solid state elektrolytter samt karakterisering og optimering af det elektriske kredsløb i en solcelle. 3. Et til to foredrag/artikler om lys- og energihøstende materialer. 4. Formidling via VE-Net 5. Synergi med ph.d.- eller post.doc. studier i forbindelse med FoU-projekter og internationale netværk.				
Milepæle 2011	Delprojekt 1: Materialer til vedvarende energiteknologier 1. Optimering og yderligere forbedring af adhesionen og optimering af ilt permeabiliteten af de udviklede keramiske barrirelag til Solid Oxide Fuel Cell. 2. Vurdering af andre anvendelsesområder af udviklede YSZ-film fra ph.d.-projekt.				

	- Opstart af et iltsensorprojekt baseret på de udviklede YSZ-film. - Opstart af udviklingstiltag omkring homogene palladium membraner og bærematerialer til PEM-brændselsceller. - Første katalysatorbærer baseret på åbne materialestrukturer udviklet. - Ledende energimaterialer fx til lette varmevekslere med høj varmeledningsevne udviklet. - Identifikation af mulige industrielle samarbejdspartnere omkring industrialisering af andre brændselscellekomponenter. - Fire til otte foredrag/artikler om udvikling af materialer til vedvarende energiteknologier. - Formidling i samarbejde med innovationsnetværk, herunder VE-Net og NIK-VE. - Synergi med ph.d. eller post.doc. studier i forbindelse med FoU-projekter. Delprojekt 2: Avancerede lys- og energihøstende materialer - Videnhjemtagning omkring lysabsorberende materialer baseret på quantum dots. - Nye karakteriseringsteknikker udviklet. - Prototypekoncept der involverer spredningslag af nano-diamanter og/eller TiO₂, som har en påvist positiv indvirkning på virkningsgraden. - Et til to foredrag om de udviklede teknikker og materialer.
Milepæle 2012	Delprojekt 1: Materialer til vedvarende energiteknologier - Færdiggørelse af optimerede demonstratorer til SOFC-celler (YSZ-film og barriereleg). - Videreudvikling af 'proof-of-concept' på iltsensor baseret på YSZ-film. - Prototype af palladium membran udviklet. - Demonstration af ledende energimateriale. - Demonstration af nye separatormaterialer og katalysatorbærematerialer i forhold til nye biobrændstoffer. - Fem til ti foredrag/artikler om de opnåede materialer og demonstratorer. - Temadag for SMV. - Formidling i samarbejde med innovationsnetværkene VE-Net og NIK-VE. Delprojekt 2: Avancerede lys- og energihøstende materialer - Nye langtidsholdbare elektrolytter udviklet. - Demonstration af nye solcellekoncepter i industriel anvendelse. - Et til to foredrag/artikler om lys- og energihøstende materialer. - Formidling gennem innovationsnetværk (VE-Net).