

# DTU - en del af løsningen

Danmarks Tekniske Universitets forskningsbidrag til  
løsningen af de samfundsmæssige udfordringer

## FORSKNING PÅ DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET

	2012	2011	2010
<b>Forskeruddannelse</b>			
Antal indskrevne ph.d.-studerende	1.338	1.276	1.197
Antal optagne ph.d.-studerende	419	409	431
Antal godkendte ph.d.-afhandlinger	297	273	241
<b>Forsknings- og formidlingsresultater</b>			
Forskningspublikationer	4.011	3.791	3.648
Formidlingspublikationer	358	414	455
Undervisningspublikationer	229	255	233
Anmeldte patenter	66	60	46
Anmeldte opfindelser	147	103	87
Antal projekter med erhvervslivet	1.059	1.196	959
Antal eksterne projekter	3.297	3.790	3.543
Økonomisk omfang af samarbejde med erhvervslivet, mio. kr.	324	291	249

# DTU Position Paper

Forskningsbidrag til Horizon 2020

---

Juni 2013



## Forskning er vejen til innovation og vækst

Det globale samfund står over for store udfordringer i de kommende år. Klimaforandringer, knaphed på energi og mangel på vand er blot nogle af dem.

Dette Position Paper præsenterer en række internationale forskningsområder, hvor DTU rangerer blandt verdens førende og bidrager med løsninger på verdens store samfundsmæssige udfordringer. Målet med papiret er at synliggøre DTU's forskningsmæssige styrkepositioner inden for udvalgte samfundsudfordringer. De samfundsmæssige udfordringer i dette papir tager afsæt i beskrivelserne fra EU's kommende forskningsprogram Horizon 2020.

Fremtidens samfundsmæssige udfordringer, som defineret i Horizon 2020, er:

- Sundhed, demografisk udvikling og velfærd.
- Fødevarerikkerhed, bæredygtigt landbrug, havforskning og bioøkonomi.
- Sikker, ren og effektiv energi.
- Intelligent, grøn og integreret transport.
- Klimaindsats, ressourceeffektivitet og råvareforsyning.
- Innovative samfund.
- Sikre samfund.

DTU har matchet de samfundsmæssige udfordringer med centrale forskningsområder, hvor DTU bidrager til at udvikle nye teknologiske gennembrud og bæredygtige løsninger og på det grundlag kortlagt, hvor DTU's forskning rangerer blandt verdens førende målt ud fra en såkaldt citationsimpact, jf. nedenstående metodeafsnit. Det skal bemærkes, at citationsimpact kun er en blandt flere metoder til at måle forskningens kvalitet og internationale ranking. Det er imidlertid besluttet at anvende denne metode i nærværende Position Paper.

Som papiret viser, har DTU en lang række stærke forskningsmiljøer, der rangerer blandt verdens førende og bidrager til at udvikle nye teknologiske gennembrud og bæredygtige løsninger, som kan skabe vækst og beskæftigelse i Danmark ved bl.a. at fastholde højteknologisk produktion i landet. Dermed understøtter dette Position Paper en analyse fra foråret 2012, der viste, at virksomheder, der har et forskningssamarbejde med DTU, har en gennemsnitlig årlig produktivitetsstigning på 10 pct.

De udvalgte forskningsområder viser endvidere, at DTU har styrkepositioner inden for en lang række fagspecifikke områder, men det er vigtigt at understrege, at DTU's forskning bygger på en ingeniørmæssig tilgang, hvor værdien af at kombinere forskellige fagligheder i et helhedsorienteret perspektiv er i højsædet. Det skal endvidere bemærkes, at dette papir kun har fokus på nogle af DTU's mange forskningsområder og er ikke en udtømmende oversigt over DTU's forskningsaktiviteter.

DTU's forskning er en vigtig del af løsningen på de store samfundsmæssige udfordringer, som Danmark og resten af verden står overfor. Skal Danmark bidrage bedst muligt til løsningen af de samfundsmæssige udfordringer, må der foretages en række prioriteringer af teknisk videnskab, der endvidere kan skabe vækst og beskæftigelse i Danmark.

## Centrale anbefalinger

Et tæt samarbejde mellem erhvervslivet, offentlige myndigheder og videninstitutioner er en forudsætning for at udvikle bæredygtige løsninger til de samfundsmæssige udfordringer og i forhold til at drive fremtidens vækst og innovation. De beskrevne samfundsmæssige udfordringer er som udgangspunkt meget forskellige, og det vil løsningerne også være. Nogle udfordringer har ganske enkelt brug for et teknologisk spring – eller flere sammenhængende spring – for at løse udfordringen, mens andre udfordringer kræver et reelt teknologisk gennembrud.

Hvis Danmark skal være i front med at bidrage til at udvikle fremtidens løsninger på de samfundsmæssige udfordringer gennem internationalt førende forskningsmiljøer, vil det kræve en målrettet og dedikeret indsats fra både universiteterne, industrien og det politiske system. Nedenfor følger en række centrale anbefalinger, der er baseret på indspil fra det akademiske miljø på DTU, som vil kunne styrke dansk forskning og innovation og derved Danmarks bidrag til at løse de samfundsmæssige udfordringer, det globale samfund står overfor. Anbefalingerne skal endvidere understøtte, at DTU's forskning kan opretholde det høje niveau, som er afdækket i nærværende rapport.

### Prioritering af strategisk forskning

Indsatsen for strategisk forskning bør styrkes, da den fungerer som hoveddrivkraft for udvikling af ny teknologi inden for udvalgte områder. Derudover kan de strategiske midler anvendes til at geare dansk deltagelse i EU's kommende forskningsprogram Horizon 2020. De strategiske satsninger bør have kritisk masse og rette sig mod brede temaer som f.eks. energi og fødevarer. Skiftende og dalende bevillingsniveauer påvirker effektiviteten, og mere langsigtede udviklingsplaner for centrale forskningsområder er afgørende.

### Regulering og incitamenter som drivere for nye teknologiske løsninger

Øget brug af regulering og finansielle incitamenter vil fremme udviklingen af nye teknologier, f.eks. inden for energieffektivitet. Obligatoriske standarder og maksimumgrænseværdier er med til at drive ny udvikling og sikrer en hurtig integration af løsningerne.

### Partnerskaber for forskning, udvikling og demonstration

Danmarks innovative kompetencer skal styrkes, og der skal sikres en hurtigere spredning og implementering af videnskabelige fremskridt i samfundet, f.eks. ved at etablere nationale og internationale partnerskaber for forskning, udvikling og demonstration imellem universiteter, organisationer og erhvervslivet. De igangsatte SPIR-projekter er gode eksempler herpå, hvorfor de bør videreføres. Dog bør antallet af deltagende partnere overvejes.

## Investeringer i teknisk videnskab

Offentlige midler til forskning bør fokusere på vækstteknologier med henblik på at skabe udvikling og beskæftigelse. Teknisk videnskab er et centralt område, og for at Danmark ikke taber terræn rent teknologisk, bør fordelingen af forskningsmidler til teknisk videnskab nærme sig niveauet i andre vækstorienterede lande som f.eks. Sydkorea og Singapore. Nærværende Position Paper understreger, at Danmark får meget for de midler, der investeres i teknisk videnskab, men investeringernes omfang er for beskedent.

## Forbedret forskningsinfrastruktur og -faciliteter

Investeringer i nye og avancerede forskningsfaciliteter på universiteterne og en forbedret udnyttelse af de store internationale forskningsfaciliteter, som Danmark er medlem af, vil sikre forskning af højeste internationale standard. Endvidere vil sådanne investeringer understøtte udviklingen af stærke og konkurrencedygtige forskningsmiljøer i Danmark og ikke mindst understøtte innovation og udvikling i erhvervslivet. DTU har kortlagt universitetets behov for ny infrastruktur og i alt afdækket et behov for 34 nye infrastrukturprojekter. Skal blot få af disse realiseres, kræver det en national opprioritering af investeringerne i forskningens infrastruktur.

## Metode

De videnskabelige tidsskrifter, der er indeholdt i Web of Science's database Science Citation Index, bliver tildelt op til seks emneord (subject categories). Ud fra disse emneord, f.eks. "Energy & Fuels", er det muligt, at beregne et Europa-gennemsnit ved at udtage en stikprøve på 10.000 publikationer og derefter beregne antallet af citationer til publikationerne i samme periode. Europa-gennemsnittet udregnes ved at dividere antallet af citationer med antallet af videnskabelige artikler. Europa-gennemsnittet er anvendt, da det giver det bedste sammenligningsgrundlag for DTU's forskning.

Tilsvarende beregnes citationsimpacten for DTU-publikationerne som forholdet mellem antallet af publikationer fra DTU, der er kategoriseret under emnet "Energy & Fuels" og antallet af citationer til publikationerne i samme periode. I dette Position Paper er der målt på perioden 2007-2011.

For hvert emneord er der udvalgt nogle få centrale forskningsområder på DTU, der fremhæver, hvor DTU's forskning rangerer blandt verdens førende. Listen er således ikke udtømmende. Forskningsområderne er udvalgt ved at analysere på det enkelte instituts videnskabelige publikationer og finde de mest anvendte tidsskrifters emneord.

## 1. Sundhed, demografisk udvikling og velfærd

### Udfordring

Den demografiske udvikling betyder, at vi står overfor en aldrende befolkning, hvilket resulterer i komplekse sygdomsmønstre, samtidig med at flere nye sygdomme truer menneskers sundhed og influerer vores velvære og trivsel. Derudover er de offentlige sundhedsudgifter under hårdt økonomisk pres, og der stilles i stigende grad nye krav til et mere effektivt og billigere sundhedssystem.

### Løsninger og teknologier til at adressere sundhed, demografisk udvikling og velfærd på DTU

Biomedicinsk forskning og adgang til og implementering af nye teknologier og instrumenter er centrale områder, der kan bidrage til at sikre livslang sundhed og velvære samt beskyttelse af forbrugerne. Fokusområder for forskning er systembiologi og mikrobiologi, der kan hjælpe med at forstå sygdomsudvikling blandt mennesker og dyr og udvikle nye fødevareprocesser og lægemidler.

Forskning og teknologier bruges også i stigende omfang til sundhedsfremme, selvforvaltning og brugervenlige løsninger til en aktiv, uafhængig dagligdag hos patienter og er dermed med til at lette presset på sundhedssystemet via udvikling af mobile sundhedsteknologier og medicinske tjenester. Teknologiske gennembrud, mere og effektivt medicinsk udstyr samt velfærdsteknologi, herunder sundhedsrelateret diagnostik, screeningprogrammer og medicinsk billedanalyse er afgørende for at nedsætte forekomsten af sygdomme og forøge borgernes velfærd. Blandt andet er der behov for raffinerede medicinske billedanalyser på mikroniveau og avanceret signalbehandling til at styrke både behandling og diagnosticering af en lang række sygdomme som hjertekarsygdomme, Parkinson, cancer, Alzheimers, demens, infektionssygdomme og resistens m.fl.

Det er desuden afgørende, at vi forøger vores viden inden for human ernæring, og hvordan vi sikrer sund mad, der er til at betale. Der er brug for forskning om effekterne af udvalgte fødevarekomponenter, sunde spisevaner og forebyggelse af diæt-relaterede sygdomme samt udvikling af risikovurderinger i forhold til kemiske stoffer og deres mulige effekter på menneskers sundhed.

### Vækstpotentiale

Danmark har et stort vækstpotentiale inden for sundheds- og velfærdsteknologiområdet, og efterspørgslen efter bl.a. lægemidler, teknologier og ydelser er stærkt stigende. I 2000 udgjorde eksporten af lægemidler, medikoteknisk udstyr og hjælpemidler godt 7 pct. af den samlede danske vareeksport svarende til 30 mia. kr. I 2011 var tallet steget til knap 12 pct. af den samlede danske vareeksport svarende til ca. 70 mia. kr.<sup>2</sup>

---

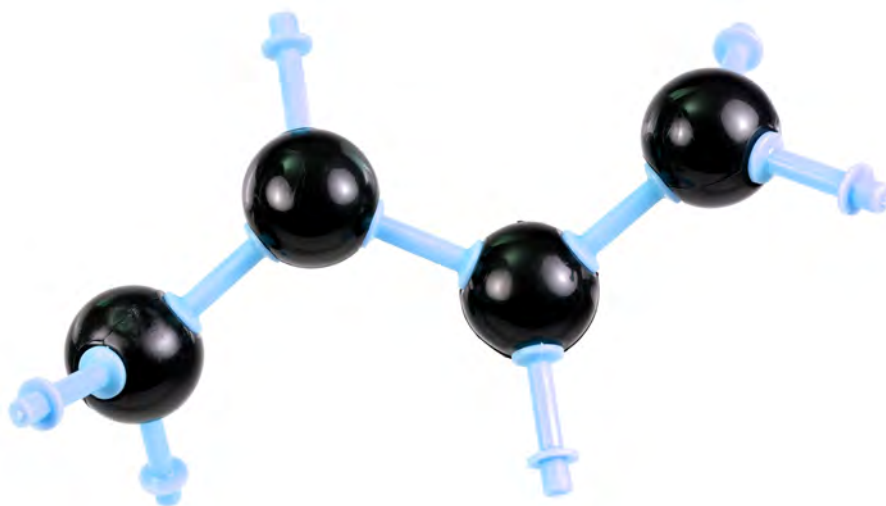
<sup>2</sup> Debatoplæg til dialogmøde om styrket vækst på sundheds- og velfærdsområdet (april 2012, [www.evm.dk](http://www.evm.dk)).





Europa	DTU	Forskningsområder
1,9	2,9	<p><b>IT/telecommunications</b></p> <p><u>Medikoteknik</u>: Udvikling af nye metoder, teknologier og udstyr, der kan sikre bedre overvågning, diagnosticering og behandling af patienter. Udvikling af kontrolsystemer til automatisk dosering af medicin. Udvikling af IT værktøjer ifm komplekse sensorteknologier.</p> <p><u>Ultral lyd og MR billeddannelse</u>: Udvikling af fremtidens medicinske scannere med forbedret rumlig opløsning, billedkontrast og dybde gennemtrængning i menneskeligt væv til mere præcis monitorering, diagnosticering og behandling af patienter.</p> <p><u>Optisk kommunikation</u>: Udvikling af nye høj-hastighed og sikre kommunikationssystemer baseret på nye materialer og/eller ny kvanteteknologi.</p> <p><u>Biomedicinske og industrielle anvendelser af optik</u>: Udvikling af industrielle lasere og optik til medicinske anvendelser ift. diagnosticering og behandling af bl.a. kræft.</p> <p><u>Høreteknologi og elektroakustik</u>: Viden om menneskets lydopfattelse i komplekse akustiske miljøer, herunder udvikling af kvantitativ modellering af den auditive signalbehandling i høreprocessen og nye hørehjælpemidler.</p> <p><u>Indlejrede systemer</u>: Udvikling af kombinerede hardware/software systemer til telemedicinske anvendelser, herunder sikkerhedskritiske systemer, trådløse sensor netværk, og pålidelige, forudsigelige og energieffektive systemer.</p> <p><u>Medicinsk billedanalyse / computergrafik og billedanalyse</u>: Computer assisteret fortolkning af medicinske billeder med henblik på at forstå normale og patologiske tilstande, diagnostik og behandling, f.eks. studier af hjernens modning og aldring, diagnose og behandling af kræft.</p> <p><u>Kognitive Systemer</u>: Forståelse af mennesker og maskiners adfærd og signaler, herunder machine learning, signalbehandling, neuroinformatik, modellering af komplekse netværk og mobil IT.</p> <p><u>Biochip</u>: Udvikling af computerbaserede metoder til design og udnyttelse af biochips (lab-on-a-chip) til biokemiske anvendelser inden for bl.a. udvikling af medicin og medicinsk diagnosticering.</p> <p><u>Robotteknik</u>: Optimering af mobile robotters navigation, sensorer og signalprocesser samt udvikling og implementering af interaktiv teknologi og systemer til brug i hverdagsituationer inden for bl.a. ældreomsorg og sundhedsvæsenet.</p>
2,7	4,4	<p><b>Food science and Technology</b></p> <p><u>Human ernæring</u>: Udvikling af nye metoder og viden om kostvaner, herunder bedre kvantificering af befolkningens indtag af fødevarer mhp. forebyggelsesindsatser. Derudover er fokus på estimering af den betydelige sygdomsbyrde, som er relateret til fødevarer fra ikke smitsomme sygdomme som f.eks. kræft, diabetes, overvægt mv. ift. mere målrettet at kunne forbedre menneskers sundhed samt reducere de økonomiske omkostninger for samfundet.</p> <p><u>Toksikologi, miljø og sundhed</u>: Udvikling af nye metoder til at vurdere kombinationseffekter af kemiske stoffer (cocktail-effekter) samt modeller til at undersøge effekterne af hormonforstyrrende stoffer ift. menneskers sundhed og miljøet.</p>
3,9	6,2	<p><b>Biotech/Food science</b></p> <p><u>Nutrigenomics og immunologi</u>: Viden om hvordan fødevarer, sundhed og gener kan påvirke immunsystemet. Fokus er på at forstå hvordan kroppen reagerer på fødevarer ved at udvikle matematiske modeller til at simulere cellulære netværk og interaktionen mellem forskellige komponenter af et biologisk system og de dertilhørende ændrede funktioner af systemet.</p> <p><u>Nye bekæmpelsesstrategier for infektionssygdomme</u>: Fokus er på at opnå bedre viden om mikrobielle infektioner hos mennesker og de bagvedliggende processer og mekanismer ift. at bekæmpe infektionssygdomme.</p>

Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Biotechnology and Applied Microbiology</b> <u>Genomsekventering af mikroorganismer</u> : Viden om og opbygning af en fælles database med alle genomsekvenser for mikroorganismer i verden. Denne platform kan anvendes til 1) bedre, billigere og meget hurtigere identifikation af alle mikroorganismer gennem ét globalt system, og 2) overvågning af spredning af infektiøse sygdomme globalt og i real-time.	4,3	7,8
<b>Nanotechnology</b> <u>Lab-on-a-chip</u> : Udvikling af 'Lab-on-a-chip' teknologien, der samler kendte sensorer på en chip, og derved muliggør udførelse af miniature kemiske og biokemiske analyser til brug inden for bl.a. medicinsk diagnosticering. <u>Nanomedicin (drug delivery)</u> : Udvikling og design af nye teknologier samt nye materialer, der bl.a. muliggør mere målrettet og effektiv medicinsk behandling af isolerede områder med sygt væv ved brug af nanopartikler f.eks. i kræftbehandling.	5,0	6,8
<b>Civil Engineering</b> <u>Sunde bygninger</u> : Optimering og udvikling af metoder ift. bygninger og anlægs planlægning, udførelse, brug og vedligeholdelse mhp. at opnå velfærd, sundhed og livskvalitet. <u>Indeklima</u> : Udvikling af nye metoder og teknikker til at forbedre bygningskonstruktioners samspil med indeklimaet, herunder ventilation, luftfugtighed og temperatur mhp. at højne menneskers sundhed, produktivitet og komfort.	1,8	2,9



#### Involverede DTU institutter:

DTU Byg, DTU Elektro, DTU Fotonik, DTU Fysik, DTU Fødevareinstituttet, DTU Compute, DTU Kemi, DTU Nanotech, DTU Space, DTU Systembiologi.

## 2. Fødevarer, bæredygtigt landbrug, havforskning og bioøkonomi

### Udfordring

En af vores tids største udfordringer er at sikre en bæredygtig produktion af sunde og sikre fødevarer til verdens voksende befolkning. I 2050 vil der være 9 mia. mennesker på jorden, som alle skal brødfødes. Det er derfor nødvendigt at øge både produktiviteten og ressourceeffektiviteten af alle tilgængelige bioressourcer. Samtidig øges konkurrencen om naturressourcer også til formål som energi, kulstofsoplagering, miljøkonservering mv., og vi bliver konfronteret med fremkomsten af flere nye smitsomme sygdomme hos både mennesker og dyr.

### Løsninger og teknologier til at adressere fødevarer, bæredygtigt landbrug, havforskning og bioøkonomi på DTU

Der er behov for forskning og innovation i forhold til nye teknologier, metoder, processer og styring i hele forsyningskæden, der tager hensyn til grænseoverskridende forhold. Høj prioritet bør gives til at udvikle mere effektiv brug af de stadig mere knappe naturressourcer ved hjælp af teknologier og processer, samt på at udvikle erstatninger for de naturressourcer, der er under pres. Fødevarerbioteknologi og forskning inden for enzymer og proteiner gennem mikrobielle cellefabrikker kan blandt andet bidrage til at producere højværdi fødevarer og lægemidler. Forskningen inkluderer også optimering af mælkesyrebakteriers metabolisme, der bl.a. kan være med til at forbedre procesøkonomien og skabe nye smagsvarianter, samt optimering af fodringsingredienser til dyr med henblik på øget anvendelse af restprodukter, samtidig med at der sikres et højt sundhedsniveau og begrænsning af udledning af drivhusgasser.

I forhold til fødevarer skal fokus være på alvorlige virus- og bakterieinfektioner, herunder zoonotiske infektioner, hvor smitten bæres fra dyr til mennesker; på udvikling og optimering af nye vacciner og andre biologiske produkter og tiltag til minimering af antibiotikaforbruget samt sygdomsmodellering og klimarelaterede ændringer i smitteveje.

Inden for akvakultur-, fiskeri- og havforskning er udfordringen at optimere udnyttelsen af fisk, skaldyr og andre levende akvatiske ressourcer samtidig med, at miljøhensynene tilgodeses og potentielle konflikter med andre sektorer (f.eks. transport og energi) om arealanvendelse løses. Der er fokus på viden om økosystemer og fiskebestandes tilstand og udvikling, metoder til forvaltning af fiskeri og akvakultur samt på udvikling og anvendelse af innovative teknologier til opdræt, fiskeri og overvågning af fiskebestande og havmiljø.

### Vækstpotentiale

Bioøkonomi beskrives ofte som Europas nye vækstmotor, og der forventes stor global vækst inden for området. Bioøkonomien spænder fra den primære produktion af fødevarer og foder over forarbejdning af disse til nye biologiske råstoffer, der kan anvendes til biologisk produktion af for eksempel plastik og andre biologiske materialer til bioenergi. Det forventes, at fødevarerproduktionen alene skal øges med 70-100 pct. i 2050 for at dække det stigende globale behov. Den danske fødevarerklønge er verdens 3. største og står for 140.000 arbejdspladser i hele Danmark. I 2011 kom hele 20 pct. af den samlede danske vareeksport fra fødevarerkløngen, hvilket beløb sig til ca. 139 mia. kr.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Debatoplæg til dialogmøde for fødevarer (august 2012, [www.evm.dk](http://www.evm.dk)).

## 2.1 Centrale forskningsområder på DTU

Citationsimpact

Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Biotech/Food science</b> <u>Bioinformatik og systembiologi – industriel bioteknologi:</u> Cellen som kemisk fabrik: Udvikling og brug af nye teknologiske platforme inden for molekylære mekanismer i levende celler. <u>Fødevarerbioteknologi, -kvalitet og sikkerhed:</u> Viden om mikroorganismer, der anvendes i den industrielle fremstilling af fødevarer (som f.eks. ost, pølser og øl), med det formål at styre de processer, organismene indgår i samt sammenhængen mellem fødevarer og sundhed, herunder fødevarer sikkerhed og sammenspillet mellem næringsstofferne på molekylært plan.	3,9	6,2
<b>Fisheries</b> <u>Fiskeri:</u> Viden om og udvikling af modeller til forudsigelse af fiske- og skaldyrbestandes tilstand og udvikling samt vurdering af biologisk bæredygtighed og fiskerimuligheder. Til støtte for implementering af en økosystembaseret fiskeriforvaltning er der fokus på viden om det miljømæssige grundlag for fiskeri og snitfladerne mellem fiskeriforvaltning og forvaltning af miljø/natur, transport, energi og andre sektorer inklusiv planlægningen af en arealbaseret anvendelse af havet. Med henblik på at sikre maksimalt udbytte af fiskeriet er der fokus på viden til udvikling af fangstmetoder, der forbedrer erhvervsfiskeriets selektivitet, effektivitet og energiforbrug samtidig med, at effekten på habitater og det marine miljø reduceres.	1,9	3,0
<b>Food science and Technology</b> <u>Mikrobiologisk og kemisk fødevarer sikkerhed:</u> Overvågning og risikovurdering af mikrobiologiske sundhedsfarer med henblik på at opspore smitteveje og smitekilder samt udarbejde kontrolforanstaltninger. Derudover måles fødevarers indhold af uønskede stoffer og der foretages toksikologiske vurderinger af deres effekter i mennesker fra miljøforureninger, naturligt forekommende giftstoffer, restindhold af stoffer dannet i fødevarereproduktionen mv. Derudover er der fokus på genomsekventering til identifikation af mikroorganismer. <u>Fødevarer teknologi og -processer:</u> Udvikling og optimering af teknologier og processer til industriel forarbejdning af fødevarer, drikkevarer og ingredienser, der skal sikre en bedre fødevarer kvalitet. Forskningen dækker bredt fra udvikling af nye ingredienser, basal karakterisering af bestanddele af fødevarer til produktion i pilotanlæg. <u>Akvakultur:</u> Forskning og udviklingsarbejde som adresserer opdrætssystemer og -metoder, der optimerer produktionen af fisk, skaldyr og andre akvatiske organismer også i forhold til miljøbelastningen; anvendelse af muslinge- og tangproduktion som redskab til opnåelse af god miljøtilstand gennem fjernelse af kvælstof fra økosystemerne; biologiske forhold vedrørende ernæring, vækst, velfærd og kvalitet i opdræt, som er af betydning for produkttegenskaber og miljøeffekt.	2,7	4,4
<b>Veterinary Sciences</b> <u>Sygdomsudvikling, mikrobiologi, immunologi, vaccinologi og epidemiologi:</u> Udvikling og optimering af biologiske produkter, sygdomsmodellering og viden om klimabetingede ændringer i sygdomsudbredelse hos infektiøse produktionsdyr og hobbydyr med det formål at forebygge og bekæmpe husdyrsygdomme. Fokus er bl.a. på omicsteknologier og helheds-vurderinger ift. hvordan sygdomme udvikler sig med henblik på, at udvikle ny medicin og vacciner samt sikre de nødvendige kontrolforanstaltninger. <u>Diagnostiske tests og vacciner:</u> Forbedring og udvikling af nye diagnostiske metoder, vacciner og sera for at få en bedre forståelse af tilstedeværelse og udbredelse af husdyrsygdomme.	2,3	3,9

### Involverede DTU institutter:

DTU Aqua, DTU Fødevarer instituttet, DTU Kemiteknik, DTU Compute, DTU Systembiologi, DTU Veterinær instituttet.

### 3. Sikker, ren og effektiv energi

#### Udfordring

Efterspørgslen efter energi på verdensplan er stærkt stigende i takt med en voksende befolkning samt ønsket om bedre levevilkår rundt om i verden. Vores energiforbrug og energikilder er i dag i vid udstrækning ikke bæredygtige, og udfordringen er at reducere udledningen af drivhusgasser til et acceptabelt niveau og at levere mere effektiv og vedvarende energi uden at skade miljøet og klimaet – både lokalt og på verdensplan. De tre største opgaver bliver at reducere afhængigheden af fossile brændsler, forøge forsyningssikkerheden og udvikle konkurrencedygtige og omkostningseffektive energikilder til massemarkedet.

#### Løsninger og teknologier til at adressere sikker, ren og effektiv energi på DTU

Vi har brug for omfattende forskning og udvikling for at kunne realisere de ambitiøse udrulningsplaner for forskellige energiteknologier og for transformationen af hele energisystemet. Fra dansk side er målsætningen, at Danmark skal være CO<sup>2</sup> neutral i 2050. Fokus skal være på 'game-changing' teknologier og systemer, og hvordan vi kan kombinere teknologier på nye måder for at optimere den samlede udnyttelse af energien i bygninger, tjenester og industrien.

I dag er hovedkilderne til vedvarende energi vind, sol og biomasse. Den kraftige danske og internationale udbygning af vindkraft, der forventes at fortsætte udover 2020 giver en række udfordringer, herunder især en sænkning af prisen pr. produceret kWh ved en reduktion af investering, drift og vedligeholdelsesudgifterne; placering af et stort antal vindmølleparker, herunder den fysiske og samfundsmæssige indpasning på land og offshore samt integration i det fremtidige elsystem.

Bæredygtige, højt ydende biomasseafgrøder og affaldskilder skal bruges til frembringelse af energi og udvikling af ledningsnettet. På solområdet skal vi have fokus på fotovoltaisk energiteknologi, fotoelektrokatalyse og polymer solcelleteknologi. Et andet centralt forskningsområde er brændselsceller, som har et stort potentiale for at frembringe ren og mere effektiv elektrisk energi, men hvor omkostningerne skal nedbringes væsentligt ift. i dag. På længere sigt er forudsigelsen, at fusionsenergi også kan bidrage til bæredygtig, sikker og billig elforsyning.

Fremtidens intelligente og fleksible energisystemer vil have et stigende behov for energilagring afhængig af mikset af energikilder og muligheden for at skifte efter efterspørgslen, samt en udvikling af IT-løsninger til forudsigelser og styring af forbruget således at der skabes en løbende balance mellem produktion og efterspørgsel af el. For at sikre overordnet energieffektivitet skal vi herudover udbygge vores viden om, hvordan vi håndterer interaktionen mellem de forskellige forsyningsteknologier og slutbrugeren gennem enten brug af tovejskommunikation eller en broadcasting af variable priser, samt IT-løsninger hos forbrugerne som kan reagere på variable priser. Derudover skal vi fokusere på at udvikle området for bæredygtigt byggeri baseret på energibesparelser og vedvarende energisystemer. Indtil nye og vedvarende energiteknologier udvikles yderligere til at kunne erstatte teknologier baseret på fossile brændsler, er der behov for forskning inden for teknologier med lav udledning. Særligt fokus skal være på at forøge effektiviteten af forbrændingsprocesser til biler, skibsfart og industrielle processer samt på at optimere og øge indvindingen af olie- og gasreserver i bl.a. Nordsøen.



## Vækstpotentiale

Den stigende efterspørgsel på verdens energiressourcer skaber store vækstmuligheder, og der er et voksende globalt marked for vedvarende energi og energieffektive løsninger og teknologier. I 2011 eksporterede dansk energiteknologi for mere end 63 mia. kr. (38,8 mia. i vindenergisektoren), og det anslås, at omsætningen for energiteknologi i Danmark var på ca. 96 mia. kr. i 2009 (51,8 mia. i vindenergisektoren i 2011). Der er beskæftiget mere end 35.000 ansatte inden for energiområdet i Danmark, heraf 25.500 i vindenergisektoren i 2011, hvoraf 13 pct. er beskæftiget med test og udvikling af nye produkter<sup>4</sup>. Området tiltrækker desuden betydelige udenlandske investeringer til Danmark.

---

<sup>4</sup> Debatoplæg til dialogmøde for energi og klima (maj 2012, [www.evm.dk](http://www.evm.dk)), Vindmølleindustriens branchestatistik 2012 (<http://www.wind-power.org>) samt Energierhvervsanalysen 2012 (<http://www.ens.dk>).

Europa	DTU	Forskningsområder
2,7	6,4	<p><b>Energy</b></p> <p><u>Vindenergisystemer</u>: Udvikling af pålidelige metoder og modeller til kortlægning og forudsigelse af vindressourcer og deres fluktuation for at sikre en effektiv og økonomisk rentabel udnyttelse af vindkraft. Derudover er der fokus på integration og styring af vindmølleparker – herunder nettilslutning af off-shore havmølleparker, produktionsforudsigelse, analyse af vindkraftvariabilitet og samspil med elnettet. På området offshore vindenergi er der endvidere forskning i samspillet mellem og laster fra bølger og vind, optimering af fundamentskonstruktioner og geotekniske forhold samt undersøgelse af nye koncepter, herunder flydende vindmøller.</p> <p><u>Vindmølleteknologi</u>: Udvikling af aeroelastiske modeller og eksperimentel verifikation med sigte på optimering af ydeevne, belastning og funktion af vindmøller samt udvikling af nye vindmøllekoncepter. Der er endvidere fokus på strukturelt design og sikkerhed af nye store vinger, komponenter og bærende elementer, udvikling af generatorer og tilpasning af andre elektriske komponenter til vindmøller og vindmølleparker samt optimering og vægtreduktion af de mekaniske komponenter ift. opskalering og udvikling af mere kosteffektive vindmøller. Metoder til test af vindmøller og eksperimentel verifikation af f.eks. meteorologiske modeller er et vigtigt område, som kræver nye fjernmålingsteknikker, herunder VindScanner'en, og store nye forsøgsfaciliteter som testområdet ved Østerild, en national vindtunnel, forskningsmølle mv.</p> <p><u>Grundlag for vindenergi</u>: Udvikling af grundlæggende modeller og eksperimentelle undersøgelser af det atmosfæriske grænselag fra 10-300 m højde for at forstå profiler, støjdbredelse og turbulens og kunne beskrive og modellere disse effekter i forbindelse med energiproduktion og påvirkninger. Materialeforskning i stærke letvægtsmaterialer er nødvendig for at kunne konstruere mere konkurrencedygtige større og lettere møller. Fokus er bl.a. på at udvikle billigere fremstillingsmetoder vha. nye, lettere materialer samt at forøge komponenternes pålidelighed og levetid samt at udvikle reparationsmetoder. Der ses desuden på mere grundlæggende aero- og hydrodynamiske modeller for at kunne beskrive og modellere komplekse strømninger i terræn, i vindmølleparker og omkring rotorrotorer samt bølgelaster. Et særligt indsatsområde er udvikling af avancerede modeller og måletekniker til belysninger af de akustiske virkninger fra strømninger omkring vinger.</p> <p><u>Solceller</u>: Undersøgelse og optimering af alle faktorer som udvikler solcellers ydelse, producerbarhed og pris ved bl.a. at udvikle nye polymermaterialer og elektrodematerialer, der bedre kan absorbere sollyset og anvendes til at producere elektricitet direkte eller som brændstof ("solar fuels").</p> <p><u>Brændselsceller</u>: Udvikling af den miljørigtige brændselscelleteknologi, der kan udnytte forskellige former for brændsler bedre. Fokus er på at gøre brændselscellerne billigere – og dermed kommerialiserbare – samtidig med at de bliver mere robuste og holdbare med høj virkningsgrad.</p> <p><u>Energilagring</u>: Udvikling af teknologier til at konvertere overskydende vedvarende energi til kemisk energi i form af brint, metanol, metan mv., som er lettere at lagre og at anvende i f.eks. køretøjer. Det muliggør, at produktionen fra bl.a. vind- og solenergi kan oplagres og transporteres fra produktionsstedet til forbrugsstedet, og at overskudselektricitet udnyttes i takt med forbruget. Bl.a. udvikles nye materialer til energilagring i batterier til brug i bl.a. elbiler, hvor fokus er på at forbedre batteriernes holdbarhed, energidensitet, stabilitet og sikkerhed samt at gøre teknologien billigere.</p>



Forskningsområder	Europa	DTU
<p><b>Energy (fortsat)</b></p> <p><u>Energieffektivitet:</u> Udvikling af nye miljøvenlige og energieffektive teknologier og materialer til at køle og varme til anvendelse i køleskabe, fryserne, varmepumper, air-conditioning i huse og biler samt ift. produktion, herunder udvikling af metoder til prisbaseret og intelligent styring af varmelagre og kølelagre. Herudover er der fokus på at udnytte de store mængder spildvarme ved bl.a. el-produktion, industriel produktion og i transportsektoren gennem billigere, mere robuste, og med mere miljøvenlige materialer og moduler bl.a. i form af termoelektriske generatorer og varmepumper.</p> <p><u>Intelligente energisystemer:</u> Udvikling af smart grids, decentral el-generering og samspillet mellem el, gas og fjernvarme. Bl.a. udvikles modeller for analyse af socioøkonomiske systemer og el-markeder med avancerede matematiske værktøjer med særligt fokus på samspillet mellem design af el-markedet, vedvarende energi og fleksibilitet i markeder på tidsskalaer fra day-ahead til realtid. Derudover er det fokus på, at udvikle IT-metoder til flytning af forbrug i tid og sted med henblik på at opnå balance mellem produktion og forbrug af energi.</p> <p><u>Forudsigelser i energiplanlægningen:</u> Udvikling af metoder til etablering af sammenhørende forudsigelser af vindenergiproduktion, solenergiproduktion, el-last mv. Næste og afgørende trin i integrationen af større andele af vind- og solenergi er at få udviklet metoder til anvendelse af probabilistiske forudsigelser i planlægningen af energiproduktionen.</p>	2,7	6,4
<p><b>Energy and Fuels</b></p> <p><u>Olie- og gasteknologi:</u> Udvikling af nye teknologier til optimering og øget indvindingsgrad af olie- og gasreserver, herunder carbon capture and storage (CCS).</p> <p><u>Forbrænding, forgasning og forebyggelse af forurening:</u> Viden om højtemperaturprocesser samt udvikling af teknikker til kontrol og rens af røggas og partikler med henblik på at forøge effektiviteten og minimere/fjerne forureningskilder i dieselmotorer mv.</p> <p><u>Biologiske og biokemiske produktionsprocesser:</u> Udvikling af biokemisk produktdesign og procesteknik mhp. bedre udnyttelse af biomasse og bioressourcer bl.a. til udvikling af bioenergi.</p> <p><u>Energisystem-analyse:</u> Udvikling af metoder og modeller til estimering af energimæssige, miljømæssige og økonomiske forhold, herunder tilpasning af nye teknologier til komplekse energisystemer.</p>	2,7	6,4
<p><b>Civil Engineering</b></p> <p><u>Bygnings- og anlægskonstruktioner:</u> Udvikling af teknologier, designmetoder og nye materialer ift. bæredygtigt byggeri baseret på ren og effektiv energi. Bygninger og anlæg ses som en integreret del af energisystemet, og fokus er bl.a. på energirenovering, klimatilpasning og hvordan bygninger kan bruges som et energireservoir.</p> <p><u>Solvarme:</u> Udvikling og optimering af teori og teknik ift. solenergiteknologierne og deres komponenter som del af et større energisystem mhp. at forbedre pris-/ydelsesforhold for solenergianlæg af enhver art, f.eks. brugsvandsanlæg, kombianlæg og solvarmecentraler.</p> <p><u>Energiforbrug:</u> Udvikling af metoder, som i forhold til energiforbruget, kan give en bedre overensstemmelse mellem designværdier og målte værdier.</p>	1,8	2,9



Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Mechanical Engineering</b> <u>Energisystemer</u> : Udvikling af teknologier og optimering af processer inden for energisystemer med særlig fokus på køling og varmepumper, motorer og kraftværker. Fokus er bl.a. på at udnytte el og spildvarme mere optimalt via termiske enheder med det formål at øge fremdrift og effektivitet på bl.a. skibe.	1,6	2,5
<b>IT/telecommunications</b> <u>Energibesparelse med diodelys</u> : Udvikling og optimering af diodelys for at opnå en høj energieffektiv lysudsendelse, der kan fungere som et alternativ til el-pæren og halogenlys. <u>Indlejrede systemer</u> : Udvikling af zero-power computer systemer, der udelukkende forsynes ved at høste energi fra deres omgivelser. Anvendes i trådløse sensor netværk til bl.a. monitorering og energioptimering af bygninger.	1,9	2,9
<b>Physics/ Materials Science</b> <u>Katalyse og energiteknologi</u> : Udvikling af fotoelektrokatalyseceller og elektrodematerialer til elektrolyse og brændselsceller. Udvikling af katalysatorer til elektrokemisk fiksering af CO <sup>2</sup> ved hydrogenering til hydrocarboner og metanol eller N <sup>2</sup> hydrogenering til ammoniak. Screening af brugbare materialer til katalysatorer og lysabsorption. <u>Grundlag for nye energimaterialer</u> : Storskalafaciliteter giver unikke muligheder for studier af struktur og dynamik under relevante betingelser. I kombination med avancerede beregningsmetoder danner de basis for at etablere forbindelsen mellem materialers struktur, dynamik og funktion, hvilket er essentielt for en rationel udvikling af nye materialer til katalyse, solceller, superledning, energilagring mv. <u>Materialerforskning/grafen</u> : Udvikling af nye materialer og teknologier, der integrerer nanoteknologi i fremstillingsværktøjer. Fokus er bl.a. på grafen, som er et af de mest lovende nye materialer, der har en lang række anvendelsesmuligheder, herunder i fremtidens elektronik.	4,3	5,3
<b>Physics</b> <u>Fusionsenergi</u> : Udvikling af modeller for turbulens og transport i plasmaer, avanceret måleudstyr til fusionsplasmaer, studier af integration af fusionskraftværker i energiforsyningssystemer, materialer til fusionsanlæg, der skal bidrage til udviklingen af fusionsenergi.	4,5	5,3

#### Involverede DTU institutter:

DTU Byg, DTU Elektro, DTU Energikonvertering, DTU Fotonik, DTU Fysik, DTU Compute, DTU Kemi, DTU Kemiteknik, DTU Mekanik, DTU Nanotech, DTU Space, DTU Vindenergi.

## 4. Intelligent, grøn og integreret transport

### Udfordring

Globaliseringen kræver stor mobilitet af personer og varer og har medført, at transport er blevet et vigtigt parameter i forhold til samfundets udvikling og konkurrencekraft. Udfordringen er at indfri den øgede efterspørgsel efter tilgængelig og effektiv transport, samt at skabe bæredygtige og sikre transportsystemer, der tager hensyn til miljøet. I dag er transportsektoren i overvejende grad afhængig af fossile brændsler, og der er et betydeligt potentiale i at reducere udledningen af drivhusgasser i alle former for transport, inden for sø-, land- og lufttransport af både passagerer og gods.

### Løsninger og teknologier til at adressere intelligent, grøn og integreret transport på DTU

Høj prioritet skal gives til forskning og udvikling, der fremmer udvikling af el-biler og integrationen af private biler i energisystemer gennem elektrificering, brint og andre energibærere. Vi skal optimere strukturen og designet af biler og fly ved at bruge nye materialer og dermed reducere mængden af brændstof. Skibsfart er et andet område, hvor fokus er rettet mod at gøre driften og skibskonstruktionerne mere miljømæssigt bæredygtige. Området for omkostningseffektive alternative brændstoffer til transportsektoren skal også udforskes yderligere ift. energilagring og produktion af syntetiske brændstoffer.

For at øge vores konkurrenceevne er det ligeledes centralt at fokusere på at skabe et effektivt transportsystem, der sammentænker logistik og transportplanlægning af passagerer og gods i både individuelle og kollektive transportformer samt i relation til avancerede transportoptimeringsmetoder. Køddannelse og trængsel på vejene medfører store produktivitetstab og understreger behovet for at øge fremkommelighed og mobilitet for borgere og virksomheder. Fokus skal bl.a. være på kapacitetsbehov, organiseringsformer, trafikinformatik og en regulering af og incitamenter til en optimal udnyttelse af trafiksystemet og udbygning af IKT i udviklingen af intelligente og bæredygtige transportsystemer.

Det er centralt, at der opbygges viden til brug for beslutningstagere ift. langsigtede investeringer i transportsektoren inden for avancerede trafikmodeller, -sikkerhed, -adfærd og -økonomi samt design af bæredygtige transportnetværk gennem bl.a. laboratoriestudier, modellering og monitorering.

### Vækstpotentiale

Omstillingen af transportsektoren til en mere intelligent og grøn profil åbner op for nye vækstmuligheder, og øget mobilitet er stadig mere afgørende for Danmarks konkurrenceevne. To af verdens største transport- og logistikvirksomheder ligger i Danmark, og der er ca. 124.000 mennesker ansat i transportsektoren.<sup>5</sup> Alene skibsfarten og den maritime klynge i Danmark står for 24 pct. af den danske eksport og for 10 pct. af produktionen i Danmark.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Nøgletal for transport 2011 (juni 2012, [www.trm.dk](http://www.trm.dk)).

<sup>6</sup> Fakta: Regeringens arbejde med vækst i Det Blå Danmark (marts 2012, [www.evm.dk](http://www.evm.dk)).

### Involverede DTU institutter:

DTU Elektro, DTU Energikonvertering, DTU Fysik, DTU Compute, DTU Kemi, DTU Kemiteknik, DTU Mekanik, DTU Space, DTU Transport.

## 4.1 Centrale forskningsområder på DTU

Citationsimpact

Forskningsområder	Europa	DTU
<p><b>Transportation Science and Technology</b></p> <p><u>Logistik og transportoptimering</u>: Optimering og simulering af intermodale transportter inkl. transportterminaler og citylogistik, herunder sammenhængende transportkæder, ruteplanlægning og kollektiv trafik inden for både land- og søtransport med det formål at optimere brugernes transportaktiviteter og hvordan man mest optimalt kan forvalte infrastrukturen ift. kapacitetsudnyttelsen.</p> <p><u>Intelligente transportsystemer og trafikinformatik</u>: Viden om og udvikling af ny teknologi ift. intelligent trafikstyring, der kan bidrage til en mere effektiv trafikafvikling og øget trafikssikkerhed.</p> <p><u>Bæredygtig transport</u>: Viden om bæredygtig transport og hvordan det operationaliseres ift. transportplanlægning og udvikling samt demonstration af potentialet for at fremme bæredygtig og sikker transport.</p> <p><u>Trafikplanlægning og -modeller</u>: Udvikling af konsekvensanalyser, prognoseværktøjer og trafikmodeller som beslutningsgrundlag for trafikplanlægning, store infrastrukturprojekter og trafikpolitiske tiltag.</p>	1,0	1,0
<p><b>Engineering Electrical Electronic</b></p> <p><u>Elbiler</u>: Udvikling af tekniske løsninger og infrastruktur til integration af elbiler i elsystemet. Fokus er på opbygning og opladning af elbiler samt intelligent styring vha. kommunikationsløsninger mellem elbilen og elnettet. Herudover er der fokus på at udvikle modeller der kan forudsige kørselsbehov, og optimal opladning af elbiler.</p>	1,8	2,3
<p><b>Energy</b></p> <p><u>Alternative brændstoffer til transportsektoren</u>: Udvikling af metoder til omdannelse af vedvarende energiprodukter (vind, sol, biomasse) til brændsler som kan anvendes i transportsektoren. Mere effektiv anvendelse af biomassen kulstofindhold, samt anden indfangning af luftens kulstof (CO<sup>2</sup>) ved hydrogenering (f.eks. vha elektrolyse) og ved brug af katalysatorer til fremstilling af brændstoffer i form af gasser eller væsker (metan, brint, metanol, benzin, diesel, DME), som kan anvendes i transportsektoren.</p> <p><u>Miljøvenlig emission</u>: Udvikling af metoder og teknikker til røggasrensning ift. at forbedre og nedsætte grænserne for emission af CO og NO<sub>x</sub> samt partikelemission. Fokus er bl.a. på katalysatorudvikling og tilpasning af nye typer af brændstoffer, f.eks. Solar Fuels.</p>	2,7	6,4
<p><b>Mathematics</b></p> <p><u>Struktur og designoptimering</u>: Udvikling af topologioptimering, der er computerbaserede metoder til at finde den optimale form og materialefordeling af en given genstand. Metoden bruges til at gøre mekaniske konstruktioner som biler og fly lettere og mindre brændstofkrævende.</p>	1,4	2,1
<p><b>Geosciences/Remote Sensing</b></p> <p><u>Satellitbaserede navigationssystemer</u>: Optimering og udvikling af globale satellitsystemer som GPS og det kommende europæiske Galileo ift. at forbedre nøjagtigheden af målingerne, undersøge virkningen af variationer i de atmosfæriske forhold samt anvendelse af GPS sammen med forskellige former for trådløs kommunikation til brug inden for transport.</p>	2,6	4,9
<p><b>Informatics</b></p> <p><u>Store datamængder</u>: For at kunne skabe en intelligent ressource- og ruteplanlægning er det nødvendigt at udvikle avancerede matematiske og statistiske beregninger, der kan håndtere store datamængder.</p>	1,7	2,1

## 5. Klimaindsats, ressourceeffektivitet og råvareforsyning

### Udfordring

Klimaforandringer har massive indvirkninger på økonomien og den sociale velfærd, da forhøjede drivhusgasser og CO<sup>2</sup>-koncentrationer i atmosfæren medfører ændringer i både terrestriske og marine økosystemer og resulterer i enorme konsekvenser for infrastruktur, produktion, bygningsmasse, fødevarerforsyning og energisikkerhed. Udfordringen er at implementere klimatilpasningsløsninger, nedbringe udledningen af drivhusgasser samt sikre en bæredygtig balance mellem de begrænsede naturressourcer og den samfundsmæssige og økonomiske vækst og udvikling.

### Løsninger og teknologier til at adressere klimaindsats, ressourceeffektivitet og råvareforsyning på DTU

Hvis vi skal mindske effekterne af klimaforandringer og sikre en omstilling til bæredygtighed, kræver det, at vi hurtigt knækker kurven i den globale CO<sup>2</sup>-udledning. Fokus skal være på at forbedre ressourceeffektiviteten og på at udvikle nye ressourcemuligheder inden for områder, hvor efterspørgslen efter eksisterende ressourcer er ved at indhente udbuddet. Det er afgørende, at vi udvikler grønne produktionsprocesser, teknologier, produkter og services som hurtigt kan introduceres på massemarkedet.

Der er desuden behov for at styrke vores viden om, hvordan effekterne af klimaforandringer påvirker en lang række områder. Bl.a. skal der, som resultat af ekstreme hydrologiske begivenheder, udvikles nye løsninger inden for vandteknologi og -systemer. Identificering og kvantificering af miljøproblemer forårsaget af udledning af metaller, organiske mikroforureningskilder samt nanomaterialer bør også være i fokus ligesom bæredygtigt og klimatilpasset byggeri, bygningsdesign og konstruktion er centrale områder.

På et mere overordnet niveau er der brug for at udvikle pålidelige varslingskompetencer og modellering samt tæt monitorering af effekterne af klimaforandringer gennem integrerede modelstrukturer, bæredygtighedsvurderinger samt klimaprognoser. Forskning inden for klimatendenser i det arktiske område og rumteknologier til at overvåge den arktiske kryosfære vil desuden kunne give os information om de økonomiske, økologiske og sociale udfordringer forårsaget af klimaforandringer.

### Vækstpotentiale

Markedet for globale klima- og miljøløsninger forventes at vokse markant i de kommende årtier, særligt i forhold til konkurrencedygtige miljøteknologiske løsninger, der effektivt kan reducere effekterne og dermed omkostningerne af klimaforandringer. Markedet for klimatilpasningsløsninger kobles ofte sammen med energiområdet, hvor Danmark i 2011 samlet eksporterede energiteknologi for mere end 63 mia. kr., og området beskæftiger mere end 35.000 ansatte i Danmark.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Debatoplæg til dialogmøde for energi og klima (maj 2012, [www.evm.dk](http://www.evm.dk)).

### Involverede DTU institutter:

DTU Aqua, DTU Byg, DTU Energikonvertering, DTU Compute, DTU Kemi, DTU Space  
DTU Kemiteknik, DTU Management Engineering, DTU Mekanik, DTU Miljø, DTU Systembiologi.

## 5.1 Centrale forskningsområder på DTU

Citationsimpact

Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Environment/Geosciences</b> <u>Miljøkemi og miljømikrobiologi</u> : Viden om miljøproblemer forårsaget af udledninger af metaller, organiske mikroforureningskilder og nanomaterialer samt potentielle løsninger på miljøudfordringer, herunder måling af vandkvalitet ved brug af biosensorer. <u>Vand i byer</u> : Udvikling af bæredygtige processer og teknologier inden for vandområdet, herunder kortlægning, behandling, brug og genanvendelse af vand samt håndtering af f.eks. ekstreme regnskyl. Ved ekstreme regnskyl skal der f.eks. udvikles metoder til forudsigelse og styring af flow i afløbssystemer. <u>Observation og overvågning af jorden og havet</u> : Ny viden om klimaudviklingen og forbedring af meteorologiske og geodætiske metoder via nøgleinformation om bl.a. ændringer i havniveauet og indlandsisen samt ændringer i økosystemers udvikling. <u>Geoinfrastruktur</u> : Opmåling, kortlægning samt analyser inden for arealanvendelse og forvaltning (GIS) til brug ift. global overvågning og infrastruktur.	3,3	5,5
<b>Geosciences/Remote Sensing</b> <u>Arktisk infrastruktur</u> : Udvikling og udnyttelse af rumbaseret infrastruktur, herunder satellitsystemer til kommunikation, navigation og overvågning til at understøtte bæredygtig udvikling i Arktis.	2,6	4,9
<b>Environmental Science</b> <u>Klimatilpasning af bygninger</u> : Udvikling af nye metoder og teknikker, der skal sikre, at bygninger og anlæg er tilpasset de ændrede klimatiske forhold. Fokus er særligt på materialeforbrug og lagring.	3,3	5,5
<b>Biochemistry</b> <u>Biosystemer</u> : Udvikling af nye bæredygtige og grønne processer, teknologier og produkter, der kan forbedre eksisterende ressourcer ved brug af bl.a. enzymteknologi, design og kontrol af bioreaktorer mv.	6,2	8,3
<b>Chemistry</b> <u>Bæredygtig kemi</u> : Udvikling af nye og kendte processer og teknologier inden for den kemiske industri med fokus på energi, ressourcer og miljø, herunder udvikling af bio-diesel fra affaldsprodukter og brug af biomasse som erstatning for de fossilbaserede kemikalier.	4,6	6,7
<b>Civil Engineering</b> <u>Arktisk teknologi</u> : Udvikling af viden og ny teknologi tilpasset de kommende klimatiske forhold blandt andet bygningsdesign og bæredygtigt byggeri med fokus på Grønland.	1,8	2,9
<b>Mechanical Engineering</b> <u>Maritime konstruktioner</u> : Udvikling af design, analyse og drift af store maritime, kysttekniske og landbaserede konstruktioner udsat for naturlaster som vind og bølger.	1,6	2,5
<b>Management Engineering</b> <u>Kvantitativ bæredygtighedsvurdering</u> : Udvikling af nye koncepter ift. forskningsbaserede evalueringsmetoder og værktøjer til brug for beslutningstagere inden for kvalitative miljø- og sociale bæredygtighedsvurderinger.	1,3	2,5
<b>Informatics</b> <u>Store datamængder</u> : Forudsigelse af udviklingen af vejr og klima kræver komplicerede matematiske modeller i kombination med tekniske og videnskabelige beregninger. I relation til klimaforskningen er det nødvendigt at udvikle bl.a. avancerede numeriske metoder og benytte high-performance computere til beregning af f.eks. vejrudsigter.	1,7	2,1

## 6. Innovative samfund<sup>8</sup>

### Udfordring

Innovation og kreativitet er afgørende for at skabe fremtidig vækst, både økonomisk og socialt. Overgangen til en videnbaseret økonomi kræver, at lande gentænker deres innovationssystemer. Udfordringen er at skabe en fornyet forståelse af samspillet mellem videnskab og samfund samt udvikle nye smarte teknologier, processer og metoder, der kan understøtte de stadig mere globaliserede samfund.

### Løsninger og teknologier til at adressere innovative samfund på DTU

Der er behov for viden om, hvordan innovationssystemer bidrager til videnssamfundet og borgernes velfærd gennem fokus på områder som produktivitet, konkurrenceevne, bæredygtighed og entreprenørskab. Fokus bør være på monitorering og på at udvikle indikatorer og metoder samt at analysere, hvad der henholdsvis driver og hindrer innovation.

Derudover er der behov for at udvikle nye og innovative teknologier samt at optimere produktionssystemer og processer f.eks. gennem digital produktudvikling og produktion. Ligeledes skal der være fokus på udvikling af nye materialer, herunder forskning inden for materialers fremstilling, sammensætning, funktion og struktur.

Viden om det byggede miljø med fokus på at opnå en øget forståelse af, hvordan byer kan ledes som komplekse teknologiske systemer bør også være i fokus, samt hvordan vi skaber velfungerende, teknologisk avancerede byer, hvor mennesker har lyst til at bo og opholde sig.

### Vækstpotentiale

Innovation åbner op for nye muligheder inden for bl.a. forskning og nye teknologier og kan bidrage til fremtidig økonomisk vækst inden for næsten alle områder. Ifølge Rådet for Teknologi og Innovation (RTI) bliver især de små og mellemstore danske virksomheder mere og vedvarende innovative. RTI har opsat et mål om, at i 2013 skal mindst 50 pct. af alle danske virksomheder være innovative mod 42 pct. i 2008. Herudover skal mindst 25 pct. af de danske virksomheder i 2013 være involveret i forskning og udvikling. Ministeriet for Forskning, Innovation og Videregående Uddannelser lancerede desuden en national innovationsstrategi i december 2012, der bl.a. har fokus på at løse de store samfundsmæssige udfordringer via stærke klynger og innovationspartnerskaber.

---

<sup>8</sup> I ministerrådets forslag til særprogrammet (december 2012) bliver den 6. samfundsudfordring kaldt "Europe in a changing world - Inclusive, innovative and reflective societies". I denne publikation har vi valgt at have fokus på den del af udfordringen, som beskæftiger sig med innovation.

### Involverede DTU institutter:

DTU Fysik, DTU Compute, DTU Management Engineering, DTU Mekanik, DTU Nanotech.



## 6.1 Centrale forskningsområder på DTU

Citationsimpact

Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Management Engineering</b> <u>Innovationssystemer</u> : Viden om teknologisk innovation, processer og interaktionen mellem forskning og anvendelse inden for en lang række områder, herunder energi og miljø. Fokus er på strategisk og teknologisk fremsyn. <u>Innovationsledelse</u> : Udvikling af metoder og systemer til optimering af produkter og processer, herunder anvendelsesorienteret viden om design, produktudvikling, iværksætteri og innovation. Fokus er bl.a. på teknologibaseret entreprenørskab og ledelsestiltag.	1,3	2,5
<b>Operations Research and Management Science</b> <u>Operationsanalyse</u> : Udvikling af modeller og optimering af produktionssystemer med fokus på løsninger til ressourceplanlægning inden for en lang række områder lige fra transportsektoren til sundhedssektoren.	1,3	2,4
<b>Industrial Engineering</b> <u>Human factors</u> : Udvikling af modeller, metoder og design af arbejdssystemer med det formål at højne bl.a. produktivitet og sikkerhed samt at skabe attraktive jobs. Fokus er på at analysere relationer og deres effekter på produktions- og servicesystemer.	1,1	2,6
<b>Manufacturing Engineering</b> <u>Digital produktudvikling og produktion</u> : Udvikling af nye produktionsteknologier og metoder mhp. at gøre produktion mere effektiv, adræt og rentabel. Fokus er på digital udvikling af bl.a. produktionssystemer.	1,1	2,7
<b>Materials Science/Physics</b> <u>Nye materialer</u> : Udvikling af nye materialer på basis af grundvidenskabelig indsigt. <u>Plastteknologi</u> : Udvikling af teknologier og optimering af processer ift. at skabe helt nye egenskaber og anvendelsesmuligheder for plastprodukter vha. nanostrukturer, herunder smudsafvisende overflader og farveeffekter.	4,3	5,3



## 7. Sikre samfund

### Udfordring

Globale sikkerhedstrusler i form af både menneskeskabte katastrofer og naturkatastrofer, såsom kriminalitet, terrorisme og nødsituationer, skaber utryghed og er med til at underminere borgernes frihed og sikkerhed. Sikkerhedstruslerne er ofte internationale og kan være rettet mod fysiske mål eller cyberspace, og de har ofte vidtrækkende konsekvenser for en lang række vigtige sektorer. Udfordringen er at forudse, forebygge og håndtere disse sikkerhedstrusler ved bl.a. at sikre kritiske infrastrukturer, systemer og tjenester.

### Løsninger og teknologier til at adressere sikre samfund på DTU

I en verden der konstant forandrer sig, er der brug for forskning, der kan respondere bedre på både aktuelle og mulige sikkerhedstrusler og risici. Der er behov for nye teknologier, der kan beskytte og sikre offentlige og private netværksinfrastrukturer, som er afgørende for, at vores samfund og økonomi fungerer. Behovet for at skabe sikkerhed i samfundets aktiviteter dækker lige fra transport, bygninger og økonomi til energiforsyning.

Forskning skal bl.a. fokusere på at sikre infrastruktur og teknik i bred forstand, herunder udvikling af nye og forbedrede sikkerheds løsninger i store systemer samt i forbindelse med hemmeligholdelse og autentifikation i vores daglige kommunikation f.eks. på internettet og via mobiltelefoner. Derudover er der behov for at udvikle nye teknologier til at spore bl.a. farlige sprængstoffer, samt udvikle metoder til hvordan vi håndterer risici forårsaget af naturkatastrofer på alt fra en enkelt bygningskonstruktion over et nukleart anlæg til et helt transportsystem. Målet med øget fokus på risikovurdering er at undgå tab af primært menneskeliv, men også tab af ressourcer og muligheder. Ligeledes er der brug for viden om civil og militær sikkerhed ved hjælp af bl.a. satellitbaseret monitorering.

### Vækstpotentiale

Der fremstår et voksende behov for sikkerheds løsninger til at beskytte kritisk infrastruktur og tekniske løsninger i bred forstand forårsaget af bl.a. naturkatastrofer, udbrud af terrorisme og et stigende forbrug af teknologisk udstyr inden for en lang række sektorer.

## 7.1 Centrale forskningsområder på DTU

Citationsimpact

Forskningsområder	Europa	DTU
<b>Mathematics</b> <u>IT-sikkerhed</u> : Viden om og udvikling af teknologi til at sikre information mod utilsigtet adgang eller modifikation ved brug af kryptologi og kodningsteori. It-sikkerhed spiller en væsentlig rolle, når vi udfører en lang række dagligdagsopgaver, som at bruge netbank, tale i mobiltelefon, og når vi åbner vores biler. Fortrolig kommunikation kan også sikres gennem nye protokoller baseret på kvantemekanik.	1,4	2,1
<b>Nanotechnology</b> <u>Nanosensorer</u> : Udvikling af små, billige og transportable sensorsystemer til brug i forbindelse med bl.a. detektion af narkotika og sprængstoffer.	5,0	6,8
<b>Civil Engineering</b> <u>Risikovurdering og naturkatastrofer</u> : Udvikling af nye metoder til at vurdere og håndtere alle de påvirkninger af samfundet, som kommer både indefra og udefra, som kan føre til markant ændrede leveforhold, f.eks. som følge af naturkatastrofer.	1,8	2,9
<b>Geosciences/Remote Sensing</b> <u>Civil og militær sikkerhed</u> : Satellitbaseret monitorering f.eks. i forbindelse med naturkatastrofer, suverænitets håndhævelse og grænseovervågning.	2,6	4,9
<b>Informatik</b> <u>IT-sikkerhed</u> : IT-baserede systemer spiller en stadig større rolle i vores dagligdag, ikke mindst da en stor del af samfundets infrastruktur er baseret på IT-løsninger – eksempelvis inden for energisektoren, sundhedssektoren og finanssektoren. Kryptografiske teknikker er nødvendige, men er ikke tilstrækkelige til at sikre disse systemer mod cyber-angreb. Der er derfor et markant behov for at validere den samlede palette af sikkerhedsmekanismer, der bruges i IT-systemerne. <u>Korrekte og sikre software systemer</u> : Vi har de senere år været vidne til de konsekvenser et dårligt opbygget forretningskritisk softwaresystem kan medføre. Mini-nedbrud på aktiemarkedet, programmer der stjæler oplysninger fra vores computere og mobiltelefoner samt afstemningscomputere der optæller afgivende stemmer fejlagtigt, er kun toppen af isbjerget. For at kunne designe, bygge og vedligeholde disse forretningskritiske softwaresystemer er det afgørende at der udvikles nye rigoristiske software engineering koncepter, -matematik, -værktøjer og -teknikker er afgørende for at designe, bygge og vedligeholde de forretningskritiske softwaresystemer.	2,2	2,4

### Involverede DTU institutter:

DTU Byg, DTU Fysik, DTU Compute, DTU Nanotech, DTU Space.

DTU - en del af løsningen

Juni 2013

REDAKTION Dan Jensen

DESIGN OG PRODUKTION AFR

BILLEDER Colourbox og DTU

Danmarks Tekniske Universitet

Anker Engelunds Vej 1

Bygning 101 A

2800 Kgs. Lyngby

[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)