

Da smått ble stort

Oppsummering etter ti års satsing

Stort program
Nanoteknologi og nye materialer – NANOMAT

Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

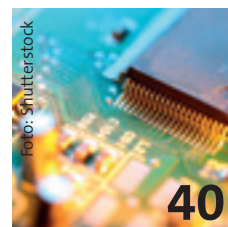


Om programmet

Nanoteknologi og nye materialer - NANOMAT (2002-2011)

Programmet har bidratt til nasjonal kunnskapsutvikling innenfor de nasjonalt prioriterte områdene nanoteknologi og nye materialer ved å finansiere grunnleggende og langsiktig forskning og teknologiutvikling. Gjennom finansiering av næringsrettede prosjekter har programmet bidratt til å utløse forskning og teknologiutvikling i næringslivet og til å legge grunnlaget for morgendagens kunnskapsbaserte industri.

Innhold



Godt fundament for videre satsing	04
Om satsingen	06
Kvalitet, kapasitet og kompetanse	12
Internasjonalt	22
Verdiskaping	26
Energi	32
IKT og mikroteknologi	40
Miljø og ansvarlig teknologiutvikling	44
Helse	48
Hav og mat	54
Prosjektoversikt NANOMAT	58
Programdrift	62



Godt fundament for videre satsing

Nanoteknologi er anvendelse av kunnskap og fenomener på ørliten skala. Nano- og materialteknologi kan være med på å løse vår tids globale samfunnsutfordringer, ved å bidra til økt tilgang på miljøvennlig energi, teknologi for bedre helse, teknologi for å håndtere miljøutfordringer og bærekraftig utnyttelse av naturressurser.

I 2002 etablerte Forskningsrådet programmet Nanoteknologi og nye materialer (NANOMAT). Gjennom programmets ti år har vi etablert en solid nasjonal kunnskapsbase på dette feltet som var relativt nytt i Norge. Det er utviklet gode nasjonale samarbeidsformer og en hensiktsmessig arbeidsdeling mellom forskningsmiljøene, og vi har fått sterke miljøer på utvalgte områder, særlig innenfor faststoffysikk og kjemi.

Denne rapporten gir et bredt innblikk i resultatene fra en prosjektportefølje på nesten 150 prosjekter. Grunnleggende kunnskap har gitt oss ny forståelse av naturen. Utviklingen av nye materialer har ført til teknologi for mer effektive solceller, og teknologi for å høste fra fornybare energikilder. Materialer med nye funksjoner danner grunnlag for fremtidens IKT-løsninger for håndtering og flyt av informasjon. På helsesiden har vi fått nyvinninger når det gjelder målrettet medisiner og fremstilling av bedre vev og implantater. På de neste sidene kan du lese om NANOMATs forskningsprosjekter innenfor disse og andre områder.

Den eksterne evalueringen av NANOMAT slår fast at programmet har nådd sine mål. Det er investert i forskning på viktige nasjonale områder, og kapasitet og kvalitet er vesentlig hevet siden programmet startet opp. Norsk næringsliv er også blitt involvert, særlig i siste del av programperioden.

Forskningsrådet viderefører nå satsingen på fagområdet gjennom det nye Store programmet NANO2021. Her skal vi videreutvikle fagområdet med vekt på fremragende forskning, men samtidig legge ytterligere vekt på å styrke samspillet mellom forskning og næringsliv. Det nye programmet vil ha en tydelig profil for å bidra med kunnskap og



Foto: Sverre C. Jarild

verdiskaping innenfor energi, miljø, helse og bærekraftig utnyttelse av naturressursene. Samtidig vil vi sørge for at teknologiutviklingen skjer på en ansvarlig måte som kommer samfunn og den enkelte til gode.



Arvid Hallén
Administrerende direktør

Om satsingen

NANOMAT ble igangsatt for å ivareta nasjonale forskningsbehov. I løpet av tiårsperioden bidro programmet til et betydelig løft i forskningskvalitet og kapasitet på et felt som var relativt nytt i Norge.

Bakgrunn og rammer

I årene 1998 og 1999 ble det gjennomført evaluering av norsk forskning innenfor fysikk- og kjemifagene. Den viste at kvalitet, infrastruktur og økonomiske bevilgninger hang etter i internasjonal sammenheng. En anbefaling var å prioritere forskning på nye materialer og nanoteknologi ved å etablere et nytt satsningsområde.

NANOMAT ble etablert i 2002 med bakgrunn i FUNMAT-initiativet, som bestod av en rekke nasjonalt førende forskningsmiljøer innenfor nanoteknologi og nye materialer. Målet for programmet var å løfte utvalgte områder av norsk nano- og materialforskning til et internasjonalt nivå.

Evalueringen av Forskningsrådet (2001) anbefalte etablering av fokuserte og langsiktige satsinger («large thematic areas»). Forskningsrådet fulgte opp anbefalingen, og Store programmer ble etablert som et viktig virkemiddel for å realisere nasjonale forskningspolitiske prioriteringer. Store programmer skulle bygge langsiktig kunnskap for å stimulere til innovasjon og økt verdiskaping og medvirke til å løse prioriterte samfunnsutfordringer. De ble organisert på tvers av sektorer, verdikjeder og aktører og fungerte som strategiske og dynamiske koplingsarenaer. NANOMAT ble etablert som et Stort program i 2004 og var en viktig del av Forskningsrådets aktivitet innenfor et prioritert teknologiområde i Forskningsmeldingen «Vilje til forskning» (2005).

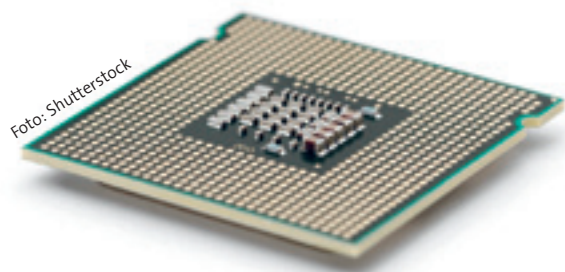
NANOMAT har vært Forskningsrådets målrettede satsing på fagfeltet nanoteknologi og nye materialer. Programmet har hatt et særlig ansvar for en nasjonal koordinering av forskningsinnsatsen innenfor fagfeltet. Som ledd i dette har NANOMAT initiert og finansiert en rekke nasjonalt koordinerende prosjekter på tvers av forskningsinstitusjoner i Norge. NANOMAT har typisk finansiert prosjekter hvor

nanoteknologi og/eller funksjonell materialer har vært en teknologisk bærebjelke i prosjektene. Anvendelser som i større eller mindre grad bygger på nanoteknologi og/eller funksjonelle materialer, har også blitt finansiert fra andre programmer. Dette gjelder særlig programmene RENERGI og BIA, men også PETROMAKS, GASSMAKS og frie arenaer i Divisjon for vitenskap. Forskningsrådets totalinnsats innenfor nanoteknologi og nye materialer økte fra 215 til 310 mill. kroner/år for perioden 2006-2010. NANOMAT har i samme periode hatt et årlig budsjett på 80-120 mill. kroner. Figur 1 viser at funksjonelle materialer har vært det dominerende satsingsområde i 2009 og 2010. Dernest kommer nanoteknologi, nanovitenskap, mikro- og nanoelektronikk og helse, miljø og sikkerhet.

Kunnskapdepartementet var NANOMATs viktigste finansiør. Fondet for forskning og nyskaping og Nærings- og handelsdepartementet var andre vesentlige finansiører. Tabell 1 viser inntekter per år i programmets virketid. Programmet ble gjort opp med drøye 2 mill. kroner i overskudd ved utgangen av 2011.

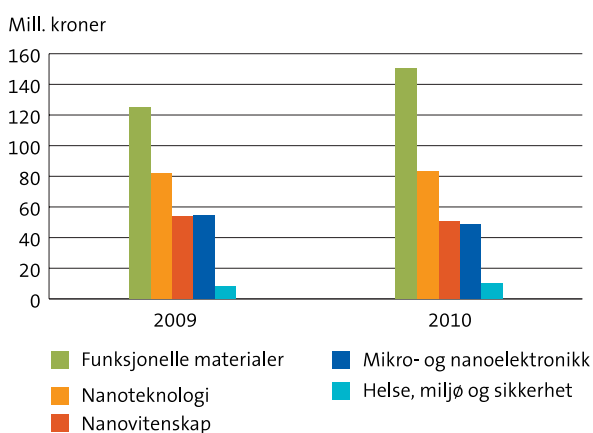
Mål og prioriteringer

Norge skal fremstå som en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanoteknologi og nye materialer. Dette var allerede fra starten ett av hovedmålene til NANOMAT. Programmet skulle videre legge grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og bærekraftig fornyelse av norsk industri. Gjennom å finansiere forskningsprosjekter av høy kvalitet og relevans i akademia og næringsliv skulle programmet bidra til ny kunnskap, økt verdiskaping, bærekraftige løsninger og bedre vår forståelse av naturen. Dette innebar samtidig også et ansvar for å forvalte ny kunnskap og ny teknologi til fellesskapets beste.



NANOMAT har nådd sine mål. Dette er hovedkonklusjonen i en ekstern evaluering av programmet.

Figur 1. Forskningsrådets samlede satsing på teknologiområdet i 2009 og 2010 (mill. kroner).



Nanovitenskap >>

Nanovitenskap omtales gjerne som det å forstå prosesser og fenomener på nanonivå, syntetisere og bearbeide naturens byggesteiner (atomer, molekyler eller makromolekyler) og kunnskapen om hvordan kontroll på nanoskala kan benyttes for fremstilling av materialer og komponenter med nye og unike egenskaper. Nanoteknologi er læren om og kunsten i å nyttiggjøre seg nanovitenskap i praksis. Den er tverrfaglig og omfatter fysikk, kjemi, biologi, molekylærbiologi, medisin, elektronikk og IKT. Funksjonelle materialer får sine unike bruksegenskaper på basis av hvordan de er sammensatt og bygget opp fra mikro- til makronivå, og ut ifra de fysiske og kjemiske prosesser og fenomener som foregår i dem.

Tabell 1. Inntekter for NANOMAT per år (i mill. kroner).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
KD		30,0	43,8	31,7	32,6	32,6	32,6	32,7	37,7	37,7
Fondet	8,5	26,9	26,9	29,9	29,9	20	55,0	25,0	25,0	25,0
NHD			3,8	3,7	13,4	14,4	14,4	32,4	32,4	32,4
OED							16,1			
Orkla AS						10,0				
Per år	8,5	56,9	74,4	65,5	60,9	77,0	118,2	90,1	95,1	95,1
Aggregert	8,5	65,4	139,8	205,3	266,2	343,2	461,4	551,5	646,6	741,7

Forskning på helse, miljø og sikkerhet og samfunnsmessig ansvarlig teknologiutvikling ble derfor også prioritert.

NANOMAT adresserte viktige samfunnsutfordringer.

Forskningsmeldingen fra 2009 understreker forskningens ansvar for å adressere de store samfunnsutfordringer. Mens programmet i de første årene hadde hovedvekt på bred kompetansebygging innenfor området, bar de siste år preg av mer næringsrettet forskning, der samfunnsnytte og teknologiske løsninger for de store samfunnsutfordringene ble vektlagt. Dette gjenspeiler en internasjonal trend hvor «the grand challenges» var blitt mer synlige i forskningsprioriteringene. EU pekte i 2011 på materialer, fotonikk, nanoteknologi, mikro-/nanoelektronikk og bioteknologi som muliggjørende teknologier av stor betydning for Europas industrielle innovasjonsevne. Av viktige nasjonale og globale utfordringer hadde programmet et særskilt fokus på fornybare energiformer, nye IKT- og mikrosystemløsninger, bedre helse, miljøteknologi og nye løsninger innenfor hav og mat (figur 2).

Resultater

NANOMAT bidro med støtte til FoU langs hele verdikjeden.

Programmet har bevilget prosjektstøtte på drøye 700 mill. kroner til 140 prosjekter. De siste prosjektene avsluttes i løpet av 2013. Programmets portefølje av prosjekter dekker hele verdikjeden fra grunnleggende kompetanseutvikling til innovasjoner og kommersialisering. I overkant av 200 mill. kroner i 53 prosjekter har blitt anvendt som risikoavlastning for industriens egen FoU- innsats på området, særlig gjennom *innovasjonsprosjekter i næringslivet*, men også

via forprosjekter og støtte til kommersialiseringstiltak. I tillegg bidro næringslivet med 200 mill. kroner i egeninnsats (figur 3). Programmet benyttet også *kompetanseprosjekter for næringslivet* og *institusjonsforankrede storprosjekter* som sentrale virkemidler for å kople forskningsmiljøene (akademia og instituttsektoren) inn mot næringslivets behov og utfordringer.

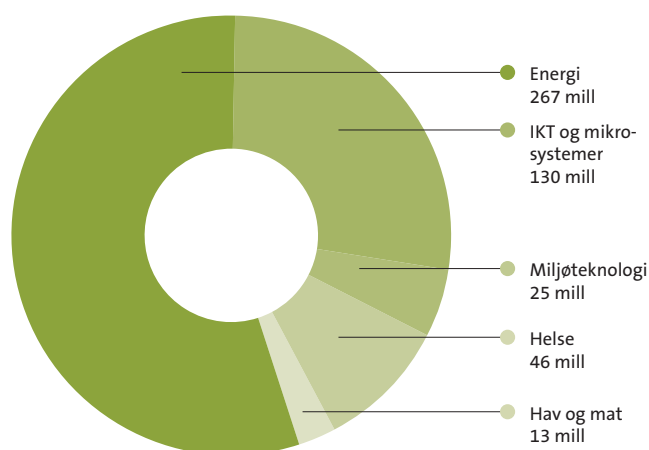
NANOMAT understøttet samfunnsmessig ansvarlig teknologiutvikling.

De fleste samfunnsutfordringer går på tvers av sektorer, institusjoner, profesjoner og disipliner. En samfunnsmessig robust teknologiutvikling krever derfor bred involvering fra akademia, næringsliv, myndigheter og interesseorganisasjoner i alle faser av forskningsprosessene. Problemer så vel som løsninger må defineres i dialog mellom partene. Programmet har finansiert prosjekter innenfor helse, miljø, sikkerhet og risiko (HMS) og etiske, lovmessige og samfunnsmessige aspekter (ELSA) ved utvikling, produksjon og anvendelse av nanoteknologi og nye materialer. I programmets siste driftsår ble det tatt nye grep for å veve sammen teknologer og samfunnsvitere i felles forskningsprosjekter.

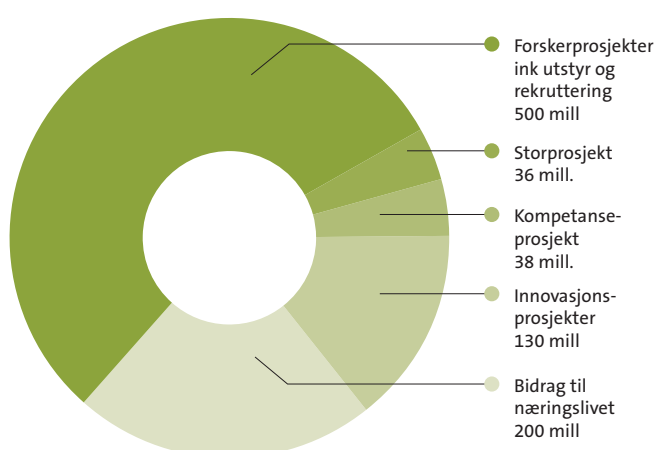
NANOMAT spilte på lag med institusjonenes egne prioriteringer og utdanningsløp.

I tillegg til finansiering av en rekke doktorstudenter og postdoktorstillinger i forskningsprosjektene, ble en nasjonal forskerskole «Nanoteknologi for mikrosystem» etablert med støtte fra programmet. Topp moderne infrastruktur er bygd gjennom nasjonal dugnad de siste år, hvor også NANOMAT har bidratt. Grunnleggende kompetansebygging i NANOMAT har bidratt til realisering av nasjonalt senter for solenergi (FME'et «Solar United») og innenfor katalyse (SFI'en «inGAP»).

Figur 2. Fordeling av midler (i mill. kroner) på viktige samfunnsutfordringer.



Figur 3. Fordeling av midler (i mill. kroner) på ulike støtteformer over perioden 2002-2013. Næringslivets bidrag er primært i kompetanseprosjekter og innovasjonsprosjekter.





Forskningsinfrastruktur som NTNU Nanolab er avgjørende for forskere på fagområdet.

Figur 4 viser fordeling av midler til ulike institusjoner. Innenfor UoH-sektoren er NTNU størst. SINTEF er størst blant instituttene. Figur 4 reflekterer midler fordelt på prosjekter. Især for store nasjonalt koordinerte prosjekt gir dette et noe skjevt bilde, da samarbeidene partnere i prosjektene ikke synliggjøres som mottaker av forskningsmidler. UiO kommer for eksempel for lavt ut som mottaker av programmets forskningsmidler.

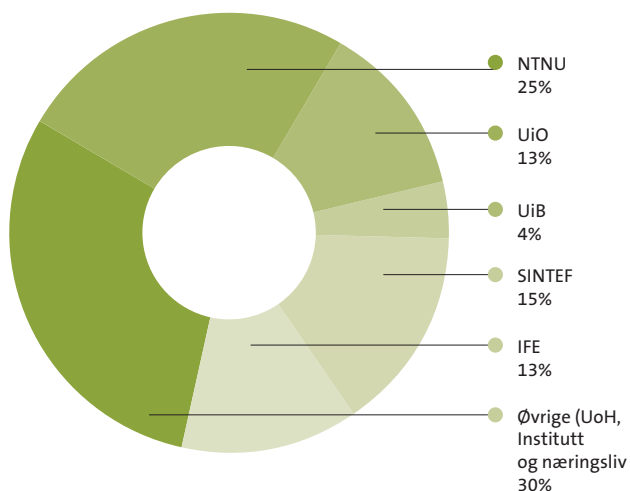
NANOMAT vektla kommunikasjon og samfunnsdialog.

Målet var å bidra til økt kunnskap og en informert debatt om fagområdets utvikling. Særlig fra 2008 har det vært en økende samfunnsdebatt om mulige farer ved nanoteknologi.

En bred samfunnsdialog har blitt adressert via en rekke dialogmøter mellom forskere og interessenter. Programmet har gjennom hele programperioden hatt en aktiv kommunikasjonsvirksomhet. Nettryheter og nyhetsbrev ble publisert jevnlig på programmets hjemmeside. En kortfilm om nanoteknologi for energi og miljø ble utviklet med støtte fra programmet. NANOMAT har i en årrekke vært deltaker under Forskningsdagene. Allmennheten og barn og unge ble prioritert gjennom en rekke populærvitenskapelige foredrag og særskilte samarbeidstiltak som utviklingen av *Nanoskopet* på forskning.no, et Nysgjerrigperhefte om nanoteknologi og det mobile laboratoriet *SciLab* for skoleelever. Programmet har også medfinansiert tre formidlingsprosjekter med Profileringsprogrammet for realfag (PROREAL).

NANOMAT oppnådde gode resultater. Faktaboksen viser noen utvalgte aggregerte resultater fra programmets portefølje av prosjekter per desember 2011. Tallene er ikke fullstendige. Resultater realiseres ofte i tiden etter at kontraktperioden med Forskningsrådet er avsluttet. Publikasjoner eller patenter etc. som fremkom etter prosjektslutt, er altså ikke med.

Figur 4. Fordeling av midler (i %) over programperioden til nasjonale FoU-aktører.



«Resultater» for NANOMAT

«Resultater» for NANOMAT	Aggregerte resultater (2002-2011)
Publikasjoner- med referee	1121
Publiserte foredrag fra internasjonale møter	782
Andre rapporter og foredrag	1100
Antall patenter og patentsøknader	56
Antall nye foretak	6
Antall nye produkter og prosesser	31
Antall ny metoder, modeller og prototyper	101

Ekstern evaluering av NANOMAT

NANOMAT har nådd sine mål. Dette er hovedkonklusjonen i ekstern evaluering av programmet. Evalueringen ble gjennomført av det danske konsultentselskapet DAMVAD i samarbeid med Econ Pöyry, samt eksperter innenfor både teknologi-områdene og virkemiddelevaluering.

Evalueringen påpeker at NANOMAT har bidratt til å: >>

- > Styrke kvalitet og kapasitet i de norske forskningsmiljøene
- > Sikre langsiktighet og nasjonal oppmerksomhet rundt et relativt nytt fagområde
- > Etablere forpliktende samarbeid og arbeidsdeling mellom førende forskningsmiljøer
- > Etablere nasjonalt koordinerte prosjekter som nasjonale tyngdepunkt
- > Sette forskningsfeltet i relasjon til samfunnsutfordringer
- > Forsterke og fornye FoU i næringslivet
- > Internasjonalisere norsk FoU
- > Understøtte en ansvarlig teknologiutvikling
- > Øke den allmenne- og spesifikke kunnskap om forskningsfeltet

Evalueringen om kvalitet og publisering. Norsk forskning bærer i dag frukter av kunnskapsbygging i NANOMATs tidlige programperiode. Her har de nasjonalt koordinerte prosjek-

tene spilt en vesentlig rolle. I 2002 lå vitenskapelig produksjon klart etter internasjonal front. Evalueringen påpeker at NANOMAT bidro til å løfte publiseringshyppigheten på området selv om vi fortsatt ligger godt etter internasjonal front (figur 5). 23 % av publikasjonene fra NANOMAT ble publisert i internasjonale toptidsskrifter.

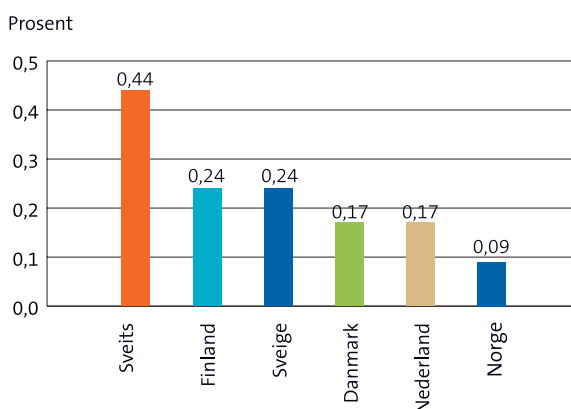
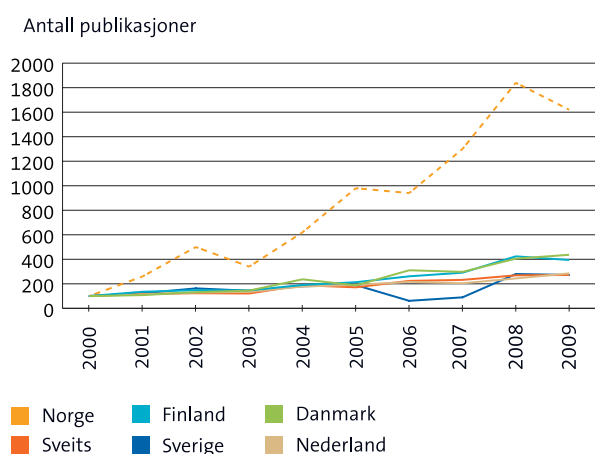
Evalueringen om samarbeid, arbeidsdeling og nasjonal kunnskapsbase.

NANOMAT har i hele programperioden hatt som mål å bygge kunnskap på tvers av forskningsmiljøer og å lage nasjonale samspillarenaer mellom forskning, forvaltning og industri, med særskilt vekt på rekruttering. Samlet er over 200 doktorgrader og postdoktorer gjennomført med støtte fra NANOMAT. Bakgrunnstall fra evalueringen viser at 80 % av prosjektlederne i programmets prosjektportefølje sier seg i høy eller i noen grad enig i at programmet har bidratt til en generell økning i samspill mellom norske forskningsmiljøer. En stor andel av prosjektlederne sier tilsvarende at programmet har bidratt til å styrke forskningsbasert kunnskap i Norge (figur 6).

Evalueringen om samfunnsutfordringer.

Evalueringsrapporten fremhever at programmet har lyktes godt i å tilpasse seg forskningspolitiske prioriteringer gjennom programperioden. Programmet har ifølge evalueringen evnet å løfte forskningsfeltet i Norge og etter hvert også satt det i relasjon til samfunnsutfordringer. I løpet av de ti årene som programmet har eksistert, har det utviklet seg fra å være et «grunnforskningsprogram» til å bli en bredere anlagt satsing i tråd med intensjonen bak Store programmer, der også næringsrelevans og samfunnsnytte er sentrale kriterier.

Figur 5. Relativ utvikling i antall publikasjoner på området nanoteknologi for perioden 1992 til 2009 (venstre) og antall publikasjoner pr 1000 innbygger i 2009 i noen utvalgte land (høyre). Kilde: DAMVAD.



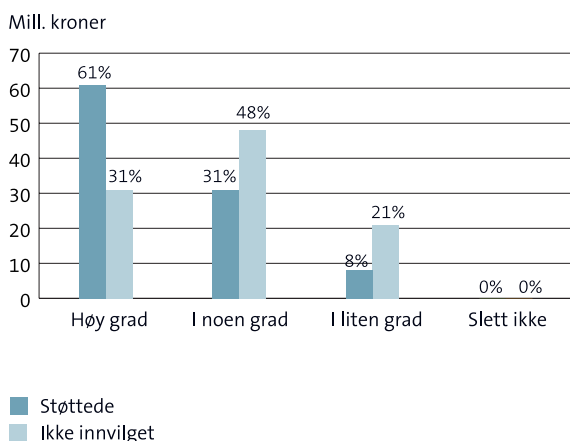
Evalueringen om næringsutvikling. NANOMAT har lyktes med å involvere og bidra til økt kunnskap og økt FoU innsats i næringslivet, særlig i siste del av programperioden. Om lag 80 bedrifter deltok i NANOMATs prosjekter, og 27 % av programmets prosjekter rapporterer om industrideltakelse. Evalueringen påpeker at programmet lykkes best med å forsterke og fornye FoU-innsats innenfor etablert næringsliv. Programmets effekt på nytt kunnskapsbasert næringsliv er så langt mer moderat. Det er interessant å merke seg at næringslivet selv vektlegger egen kompetanseutvikling og tilgang på forskningsfronten som vesentlige resultater av prosjektdeltakelse, og at dette er like viktig som det å løse et konkret teknisk problem. Næringslivet selv etterlyser ifølge evalueringen flere og nye samspillsarenaer mellom næringsliv og forskningsmiljøene.

Evalueringen om internasjonalisering av norske forskningsmiljøer. NANOMATs strategiske grep med å bygge kunnskap gjennom samarbeid, arbeidsdeling og konsentrasjon har bidratt til et nasjonalt kompetanseløft slik at norske forskningsmiljøer i dag fremstår som internasjonalt konkurransedyktige og attraktive samarbeidspartnere på utvalgte områder. 55 % av prosjektlederne rapporterer om deltakelse av utenlandske forskningsmiljøer i prosjektene. NANOMAT har ifølge evalueringen bidratt svært godt med tanke på internasjonalisering i prosjektene. Programmet har bidratt positivt med å legge et fundament for å styrke Norges internasjonale orientering innenfor området (figur 7) og gjøre norske forskningsmiljøer bedre egnet til å lykkes i EUs programmer for forskning og innovasjon.

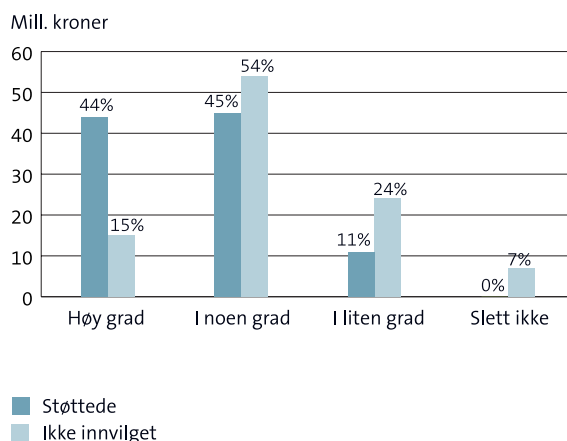
Veien videre

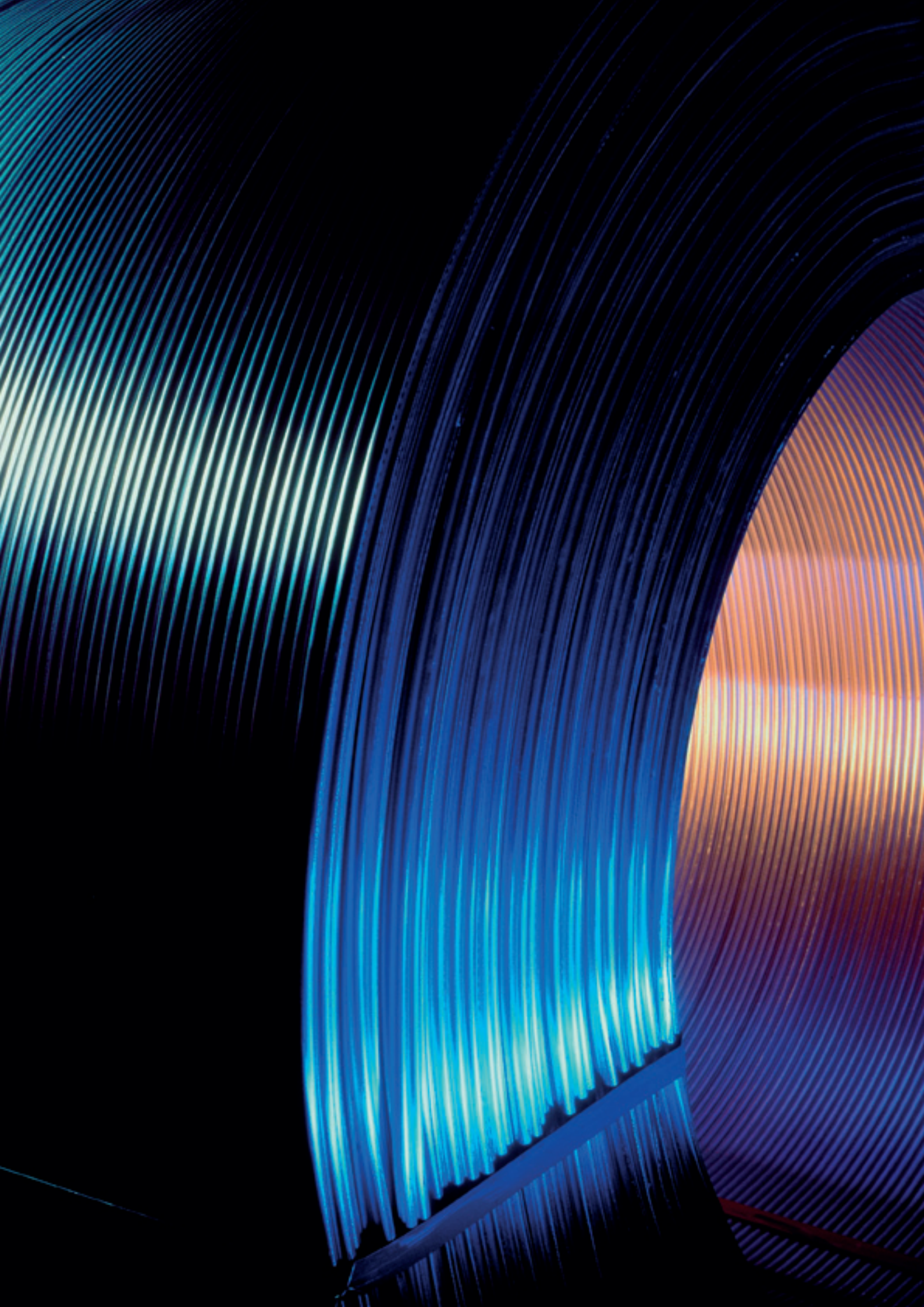
I lys av forskningsmeldingens prioriteringer og et omfattende kunnskapsgrunnlagsarbeid igangsettes det Store programmet NANO2021 (2012-2021). Programmet skal gjennom en konsentrert og helhetlig forskningsinnsats bidra til å videreutvikle den kompetanse, kvalitet og kapasitet som er bygd opp i norsk forskning på nanoteknologi og nye materialer de siste 10 år, blant annet gjennom NANOMAT. Grunnleggende kunnskapsutvikling og innovative løsninger skal styrke norsk næringsutvikling og bidra til løsninger på brede samfunnsutfordringer som energi og miljø, naturressurser og helse. I dette ligger også et ansvar for å forvalte ny kunnskap og ny teknologi til samfunnets og fellesskapets beste. Det nye programmet vil mer enn tidligere vektlegge helsemessige, miljømessige og samfunnsmessige problemstillinger knyttet til utvikling og bruk av nanoteknologi. Regjeringens nasjonale strategi for nanoteknologi som lanseres våren 2012, vil legge premisser for ytterligere valg av tema, fokusområder og prioriteringer og på den endelige utformingen av programmets satsingsområder.

Figur 6. Andel av prosjektledere som mener NANOMAT har bidratt til en generell styrking av forskningsbasert kunnskap og kompetanse innenfor material- og nanoteknologi i Norge. Kilde: DAMVAD.



Figur 7. Andel av prosjektledere som mener NANOMAT har gjort det mulig for norske forskningsgrupper å henge med i den internasjonale forskningsfronten. Kilde: DAMVAD





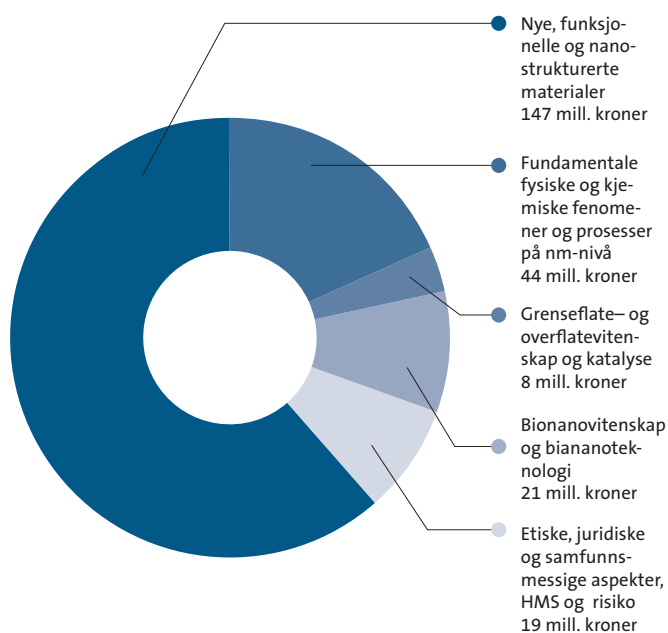
Kvalitet, kapasitet og kompetanse

NANOMAT har siden oppstart i 2002 hatt fokus på å bygge nasjonal spisskompetanse innenfor et relativt nytt fagområde i Norge, med vekt på nasjonal koordinering og arbeidsdeling, infrastruktur og rekruttering. Programmet la i den tidlige fasen vekt på grunnleggende kompetanseutvikling. I de senere år var samspillet rundt kunnskap, kompetanse og nytte mer fremtredende. Programmet har videre prioritert rettede rekrutteringstiltak som forskerskole og personlige postdoktorer. I tillegg har det vært fokus på oppbygging av infrastruktur. Fra og med 2010 har denne satsingen vært koordinert med Forskningsrådets programsatsing på infrastruktur.

Prosjektporteføljen

Programmet har en bred portefølje av prosjekter innenfor en rekke generiske områder kalt kompetanseområder. Total finansiering (2002-2011) er omlag 240 mill. kroner (34 % av totalen) fordelt på 65 prosjekter.

Figuren under viser NANOMATs innsats på ulike kompetanseområder.



Nasjonal koordinerte prosjekter (147 mill. kroner), infrastruktur (66 mill. kroner) og rekrutteringstiltak (20 mill. kroner) har også blitt prioritert. I tillegg til programmets infrastruktursatsing har området blitt tildelt omlag 180 mill. kroner til realisering av nasjonale infrastruktursentre. Her skal både academia og bedrifter få tilgang til kompetanse og utstyr de trenger. NorFab (nano- og mikroteknologi og fabrikasjon, 2010) og NORTEM (avanserte mikroskoper for materialstudier, 2011) er gode eksempler i så måte.

Noen trender - og utfordringer

I Norge er det i dag langt mer vekt enn tidligere på nasjonal samhandling og koordinering om nasjonalt prioriterte områder, og på oppbygging av nasjonal infrastruktur. Kvalitet og kapasitet i fagmiljøene har også fått et løft, og det publiseres hyppigere i mer anerkjente tidsskrifter. Vi i Norge kan ikke bli gode på alt, men vi kan og bør rendyrke noen nisjer hvor vi er/blir ledende. Områder hvor vi allerede er gode og har særskilte nasjonale fortrinn, bør styrkes ytterligere.

Det er viktig å opprettholde langsiktighet og forutsigbarhet for videre styrking av kvalitet og kapasitet. Innenfor enkelte områder, blant annet fundamental nanovitenskap, ligger vi bak internasjonal front. Her trengs forsterkede grep, som god tilgang på moderne infrastruktur. Infrastruktur er kostbart, og her kreves dugnad og nasjonal samhandling. I de senere år er det også økende internasjonalt samarbeid på dette området. Ingen land kan alene ta kostnadene ved virkelig store infrastrukturene som nøytron- og røntgenfasiliteter. Her er det viktig at Norge er med der det skjer.

Vil forstå fysikken bedre

Å finne et ideelt materiale som egner seg som hydrogenlager, er som å lete etter nåla i høystakken. På IFE forsøker forskerne å ta «snarveien» gjennom en bedre forståelse av katalysatorene.

Metallhydrid er en fellesbetegnelse på metallegeringer som kan lagre til dels store mengder hydrogen inne i selve molekylgitteret. Siden begynnelsen av 2000-tallet har IFE vært blant verdens ledende forskermiljøer på slike legeringer.

Pekepinn

Gjennom to store prosjekter har IFE jobbet seg gjennom flere typer legeringer som var lovende i utgangspunktet. Den siste tiden har arbeidet dreiet seg i retning av å forstå fysikken ved de katalytiske prosessene bedre. Det kan gi prosjektleder Bjørn Hauback og hans kolleger en pekepinn på hvor i høystakken nåla befinner seg, det vil si hvilke kombinasjoner av metaller som gir metallhydridet de rette egenskapene.

Etter å ha prøvd og forkastet tidligere lovende blandinger, som for eksempel alanater (aluminiumbasert), jobber IFE nå mest med bor-baserte blandinger. Bor er et lett grunnstoff med mange interessante egenskaper. Forskerne studerer også egenskapene til grunnstoffer som litium, magnesium og kalsium, med tanke på bruk i metallhydrider.

Suksesskriterier

Bøyen er å finne fram til en blanding som ikke trenger å tilføres så mye energi, det vil si varme, for å gi fra seg hydrogenatomene igjen. En vellykket løsning bør være en legering som kan avgi hydrogenet ved mindre enn 150 grader celsius. Når man skal fylle materialet, bør det ikke kreve et trykk på mer enn 50 bar.

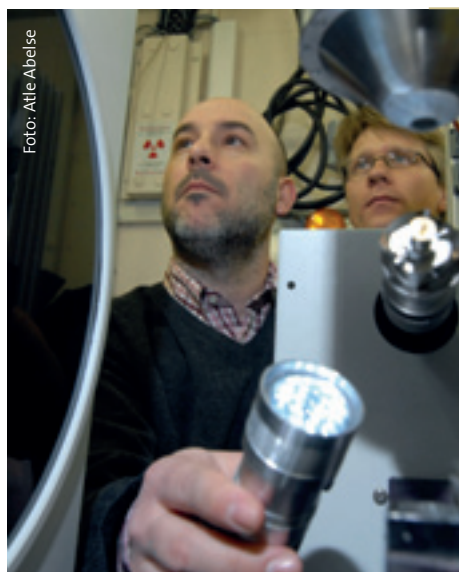
I et beslektet prosjekt studerer IFE også metallhydrider for bruk i batterier.

PROSJEKTER

158516 Nationally Coordinated Projects in Materials for Hydrogen Technology (Nasjonalt koordinert prosjekt)

182040 Novel nanomaterials and nanostructured materials for hydrogen storage applications

203323 Novel Mg-based materials for advanced Ni-Metal Hydride batteries



IFE-forskerne Stefano Deledda (t.v.) og Magnus Sørby har etter hvert studert svært mange legeringer under de intense røntgenstrålene ved den sveitsisk-norske strålelinja (SNBL) ved ESRF i Grenoble.

Modellering av molekyler

It prosjekt ledet av Per-Olof Åstrand ved NTNU har forskerne utviklet teknikker som gjør det mulig å lage modeller av molekyler på en enklere måte. Det ble brukt for å designe nye katalysatormaterialer og optiske materialer.

Prosjekt: 158538 Molecular modeling in nanotechnology

Overflatebehandling av aluminium

Ved å forstå hvordan sporelementer påvirker overflaten av aluminium, kan disse brukes til å redusere korrosjon og slitasje. Resultatene av et prosjekt ledet av Kemal Nisancioglu ved NTNU brukes allerede til kvalitetssikring av aluminiumsprodukter.

Prosjekt: 158545 Modification of Properties of Aluminum Alloys by Surface Segregation of Nanoscale Trace Element Particles

Gjennomstrømning i plast

Under ledelse av Jon Samseth i SINTEF har forskerne prøvd å forstå de grunnleggende egenskapene ved sammensatte polymerer der nanopartikler er lagt inn i materialet. Det kan påvirke tettheten til membraner og dermed bruksområdene.

Prosjekt: 158558 Using Nanoscale objects to Modify Structural Development at Different Length Scales

Bærekraftig energiteknologi

Oksidmaterialer er en av de mest spennende materialgruppene innen fremtidig energiteknologi.

Etter at et titall forskere, postdoktorer og doktorgradsstudenter avsluttet det såkalte FOET-prosjektet i 2008, sitter deltakerne fra SINTEF, UiO og NTNU igjen med svært mye kunnskap og kompetanse innen oksidmaterialer. Denne materialgruppen er en av de mest lovende og nyttige når industrien skal bidra til å løse verdens klima- og miljøproblemer.

De tre nevnte institusjonene er de tyngste og viktigste på området i Norge. Prosjektet har stimulert samarbeidet mellom de allerede etablerte fagmiljøene, med prosjektleder Rune Bredesen ved SINTEF i spissen. Kunnskapen fra prosjektet har bidratt til suksess i EU og flere prosjekttildelinger.

Kommersielle anvendelser

To utviklingsbedrifter har sprunget ut fra forskningen som har foregått i prosjektet og aktiviteter i de deltagende forskningsmiljøene. Sammen med samarbeidspartner NTNU etablerte UiO bedriften Protia, som i denne sammenhengen skal produsere protonledere for bruk i brenselceller og membraner.

En annen nyetablert bedrift med utspring fra NTNU, CerPoTech (Ceramic Powder Technology) produserer oksidisk nanopulver til dette og mange andre formål.

I en annen del av prosjektet ble det utviklet tynnfilm som legges i et ultratynt sjikt på silisiumwafer. Det har bidratt til å øke effektiviteten i solceller. I regi av prosjektet ble det også etablert en unik database over oksidiske materialer og deres egenskaper, der forskere over hele verden har mulighet til å legge inn data og utvikle og bruke databasen.

PROSJEKTER

158517 Functional Oxides for Energy Technology (FOET)
(Nasjonalt koordinert prosjekt)

163560 Pulsed Laser Deposition Laboratory



Solceller

Solceller blir mer effektive med et ultratynt sjikt av oksidmateriale.

Materialer for hydrogenlagring

Et prosjekt under ledelse av Helmer Fjellvåg ved UiO har tatt for seg på to klasser lagringsmaterialer for hydrogen: nanofase hydrider og komplekse hydrider. Redusert partikkelstørrelse endrer de kjemiske egenskapene, men gjør materialet mer ustabil.

Prosjekt: 163550 Theoretical modeling of nanomaterials for hydrogen storage applications

Leirepartikler

Når man modifierer overflaten til leirepartikler, vil de fordeles bedre i olje. Et prosjekt ledet av Jon Fossum ved NTNU resulterte i nye partikler som kunne brukes av studenter for elektroheologiske studier.

Prosjekt: 163558 Structure and Dynamics of Soft and Complex Nanomaterials

Ser enkeltatomer

Scanning-tunnelmikroskopi (STM) er godt egnet til å avbilde overflater i et kjemisk miljø, for eksempel under elektrokjemiske forhold. I et prosjekt under ledelse av Svein Sunde ved NTNU har denne metoden frembrakt en rekke resultater relatert til hydrogenteknologi.

Prosjekt: 163576 Application of STM techniques for the study of electrocatalytic systems

Nano for IKT

Nanoteknologi vil spille en avgjørende rolle innen fremtidens IKT-industri. Norske forskere har bidratt til å utvikle et helt nytt fagfelt.

Det store, nasjonale IKT-prosjektet innen nanoteknologi og -vitenskap som ble avsluttet i 2009 har vært et av de viktigste virkemidlene for å bygge opp nasjonal kompetanse og samarbeid på dette området. Det har også bidratt til å profilere norsk akademisk kompetanse.

Spinn i verdensklasse

Spintronikk er et av fagene som internasjonal IKT-industri har størst tiltro til i utviklingen av fremtidige IKT-løsninger. Her har prosjektet bidratt til å bygge opp et solid akademisk miljø i Norge. Delprosjektleder Arne Brataas ved NTNU vant også stor akademisk oppmerksomhet etter en artikkel i Nature om elektronets spinn i et karbonnanorør.

Superledere og modellering

Et annet fokusområde i prosjektet er de teoretiske og eksperimentelle arbeidene innen superledere. Hovedprosjektleder Asle Sudbø ved NTNU fikk forsiden i Nature for en artikkel om teoretiske beregninger på hvordan hydrogen oppfører seg under ekstremt høyt trykk, et arbeid som blant annet har bidratt til utviklingen av ultrarene og ultraharde industrielle diamanter.

Delprosjektleder Tom Henning Johansen ved UiO var ansvarlig for den eksperimentelle delen, med svært gode og spennende resultater innenfor optiske tynnfilmer. Dette er et felt med stort potensial, der man fremdeles bare står på terskelen av et framtidig stort forskningsfelt.



Foto/montasje: Geir Mogen/Gemini



Spinn i verdensklasse

Arne Brataas ved NTNU er koordinator for EUs spintronikkaktiviteter. Det forteller mye om hvor sterkt norsk kompetanse står på dette feltet.

Prosjektet har også bidratt til at Norge i dag er i verdens-toppen innen simulering og modellering. Dette nyter oljeselskapene godt av. Mange av de beste fagfolkene innenfor reservoarteknologi har fått sin basiskunnskap direkte eller indirekte fra prosjektet.

PROSJEKT

158518 Nationally Coordinated Project in Oxides for Future Information Technology (Nasjonalt koordinert prosjekt)

Katalyse 1

Et prosjekt ledet av Mats Tilset ved UiO har utviklet metoder for å lage stabile metall-organiske strukturer (MOF). Prosjektet har bidratt til at UiO er blant de ledene innen katalytisk anvendelse av denne klassen av materialer.

Prosjekt: 158552 New Catalysts for Activation and Functionalization of Alkanes

Katalyse 2

Ved hjelp av elektronmikroskop ved DTU i Danmark har Anders Holmen ved NTNU observert kobolt nanopartikler som brukes i katalysatorer og fått verdifull innsikt i fundamentale forhold ved katalyse.

Prosjekt: 169673 Advanced transmission electron microscopy in catalysis

Aluminiumslegeringer

Sporstoffer i kommersielle aluminiumslegeringer påvirker kvaliteten. Et prosjekt ledet av Kemal Nisancioglu ved NTNU kan føre til reduksjon eller eliminering av uønskede virkninger ved sammensetning og resirkulering av aluminium.

Prosjekt: 182026 Exploitation of naturally formed nanostructured surface films on aluminum alloys

Bedre produkter fra komplekse materialer

Komplekse materialer er grunnlaget for både nye produkter og ytelsesforbedringer i gamle. COMPLEX har samlet og effektivisert forskningsaktivitetene.

Komplekse og avanserte materialer som organiserer seg selv er et relativt nytt forskningsfelt. Slike materialer vil spille en betydelig rolle innenfor flere industrielle områder i fremtiden. Enkle stikkord er smarte sensorer, bedre kompositter, tilsatsmaterialer som forbedrer egenskapene i eksisterende produkter og ikke minst helt nye materialer med hittil ukjente egenskaper og muligheter.

For norsk industri er det svært viktig at akademia og forskningsmiljøene klarer å utvikle kompetanse og produsere fagfolk på dette området. Det vil bidra til at industrien også i fremtiden klarer å opprettholde en internasjonal posisjon.

COMPLEX-prosjektene, med prosjektlederne Alex Hansen, Jon Otto Fossum og Knut Jørgen Måløy, har knyttet sammen sterke fagmiljøer ved NTNU, UiO og IFE, og bidratt til en samordning og optimal utnyttelse av kompetanse og infrastruktur i de tre institusjonene. Et titall personer har tatt master- og doktorgrader gjennom COMPLEX, som også har lønnet et større antall doktorgradsstipendiater i løpet av årene 2003–2011. Prosjektene har også bidratt til at aktørene har kunnet bygge opp solide internasjonale nettverk.

Nye produkter

De viktigste vitenskapelige resultatene knytter seg til forståelsen av selvorganiserende materialer. Her står karbonnanorør og -kjegler i en særstilling. Bedriften n-Tec, som har vært tilknyttet fysikkavdelingen på IFE, har utviklet en fremstillingsmetode som har vist seg å være industrielt robust. Samtidig har de utviklet materialet til nye og hittil ukjente former.

Condalign AS er en annen bedrift som er sprunget ut av dette miljøet. De utvikler avanserte materialer som skal øke ytelsen til blant annet solceller, batterier og elektriske sensorer.

En vesentlig del av prosjektene har økt forståelsen av struktur og sammensetning av leire. Dette har ført til forskjellige, vellykkede resultater som spenner fra en bedre forståelse av hvordan selvorganiserte leirestrukturer dannes i naturen, og hvordan vann transporteres og filtreres i leireholdig grunn, til hvordan kontrollert inklusjon av leire-nanopartikler forbedrer egenskapene til funksjonelle plastmaterialer.

PROSJEKTER

158541 Nanostructured Soft and Complex Materials (COMPLEX)
(Nasjonalt koordinert prosjekt)

163558 Structure and Dynamics of Soft and Complex Nanomaterials (COMPLEX)

182075 Microrheology of nanostructured soft condensed matter (COMPLEX)

158554 Exclusion statistics transformation and application to mesoscopic systems



COMPLEX

Reaktoren på Kjeller utenfor Oslo var et viktig instrument i det store COMPLEX-prosjektet.

Nanotykt lag på metaller

Hvordan legger de første nanopartiklene seg på overflaten til silisium? Ingeborg Kaus i SINTEF leder et prosjekt for å avdekke hvilke krefter som påvirker partiklene. Kunnskapen skal brukes til å lage tynne filmer på ulike metaller.

Prosjekt: 182033 Fundamental study of the mechanism for deposition of sol particles on a substrate

Alternativ til zeolitter

Koordinasjonspolymerer er en hybrid av metall og organiske polymerer. De kan egne seg til adsorpsjon av hydrogen, metan og CO₂, viser et prosjekt ledet av Pascal D.C. Dietzel i SINTEF.

Prosjekt: 182056 Template based synthesis of nanoporous metal-organic frameworks with high surfaces areas

Hybride katalysatorer

I et prosjekt ledet av Richard Blom i SINTEF frembringes nye strukturer av koordinasjonspolymerer. Disse har åpne porer i nanostørrelse og som har katalytisk aktive seter inne i porene. Kunnskapen er tatt med inn i EU-prosjektet MOFCAT.

Prosjekt: 153869 Hybrid Materials

Ser inn i atomene

I Grenoble bruker norske forskere intense røntgenstråler til å finne ut hvordan faste stoffer er bygd opp. Et samarbeid med Sveits har gitt dem tilgang til Europas største synkrotron.

Helt siden 1995 har Norge og Sveits samarbeidet om to av de førti strålelinjene ved European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) i Grenoble. En synkrotron kan sende ut ekstremt intense og velfokuserede røntgenstråler. Den kraftige strålingen gjør at forskerne kan «se» inn i materialene på atomnivå, og bidrar til å forstå faste stoffers fysikk og kjemi, og hvordan biologiske krystaller er bygd opp. Resultatene brukes for eksempel i utvikling av katalysatorer og hydrogenlagring, og til å forstå biologiske prosesser.

Forskere som bruker den sveitsisk-norske strålelinjen (SNBL), publiserer cirka 100 vitenskapelige artikler pr år, hvorav ca 30 med norske forfattere, noe som er langt over gjennomsnitt ved ESRF.

Et felles selskap med åtte fast ansatte, finansiert halvparten fra hvert av landene, står for driften. Forskningsrådet dekker to tredeler av den norske kontingenten, mens resten dekkes av de norske deltakerne IFE, UiO, NTNU, UiS og UiT.

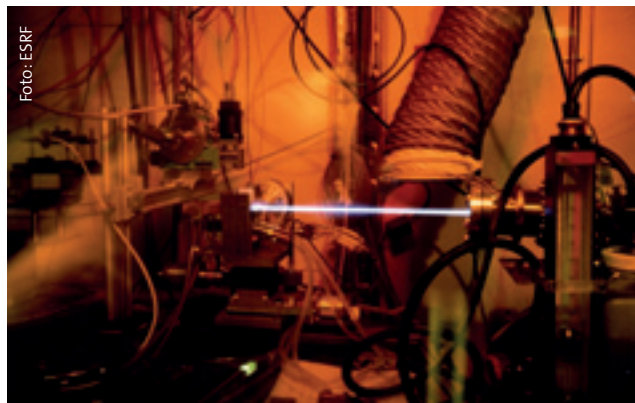
PROSJEKTER

169676 Støtte til Swiss-Norwegian Beamlines (SNBL) at ESRF, Grenoble, Frankrike

163563 Nytt pulver nøytron diffraktometer - PUS 2



Synkrotronen i Grenoble er viktig for norske forskere.



Strålelinjene i Grenoble avdekker atomenes oppførsel.

Celluloseforsterket plast

Cellulosekrystaller og leirepartikler kan brukes til å forsterke plastmaterialer i såkalte nanokompositter. Et prosjekt ledet av Kristiina Oksman ved NTNU har utviklet nye materialer med gode mekaniske egenskaper.

Prosjekt: 158534 Bio polymer based nanocomposites; Processing and Relationship between Structure and Properties

Materialer med nanoporer

Nye funksjonelle materialer kan skreddersys til bruk i fiberoptikk, katalysatorer og biosensorer. Et prosjekt ledet av Mikael Lindgren ved NTNU har sett på ulike typer av slike hybridmaterialer. Noen av disse er brukt i biosensorer for sykdomsdiagnose.

Prosjekt: 163529 Dendritic nanoporous materials with multifunctionality

Magnetiske materialer

Et prosjekt ledet av Suzanne McEnroe i NGU har sett på de magnetiske egenskapene ved mineraler som ilmenitt og hematitt på nanonivå. Resultatene får betydning for å lage datalagre med høy lagringstetthet og som tåler høy temperatur, og for å forstå jordmagnetismen.

Prosjekt: 163556 The nature and origin of natural magnetic nanoscale materials

Lærer opp en ny generasjon forskere

En nasjonal forskerskole løfter nivået på et åttitalls doktorgradsstudenter innenfor nanoteknologi for mikrosystemer.

Forskerskolen er laget som et nettverk mellom de sentrale utdanningsinstitusjonene for mikrosystemer i Norge. Ved at doktorgradsstudentene kan legge deler av utdanningen ved andre studiesteder og bruke avansert utstyr der, øker motivasjonen og kvaliteten.

Forskerskolen startet i 2009 og har finansiering frem til 2013 fra NANOMAT. Industrien blir trukket inn i utdanningen blant annet gjennom en årlig workshop der doktorgradsstudenter forteller om sin forskning og bedriftene om sin utvikling.

Prosjektleder Jostein Grepstad ved NTNU har dannet et landslag for forskerutdanning der han trekker på ressurser fra NTNU, UiO, UiB, Høgskolen i Vestfold og SINTEF. I tillegg

er industrien representert gjennom NCE Micro- and Nanotechnology, som er en industriklynge på rundt 25 bedrifter i Vestfold og Buskerud.

Foruten å arrangere kurs og workshops, gir forskerskolen støtte til reiseutgifter og utgifter til bruk av laboratorieutstyr og finansierer to doktorgrader og en postdoktor.

PROSJEKT

190086 Nanoteknologi for mikrosystem Forskerskole



Nanokjegler for hydrogenlagring

Nanostrukturer i form av kjegler har gode egenskaper for å lagre og avgj hydrogen ved normale temperaturer, viser et prosjekt ledet av Arne T. Skjeltnor i IFE. Resultatene førte til et EU-prosjekt.

Prosjekt: 163570 Nanocarbon for novel composites and functional materials

Kompetanse på metalloksider

Et stort prosjekt ledet av Erik Wahlström ved NTNU har bygd opp norsk kompetanse på nanostrukturer i metalloksider gjennom internasjonalt samarbeid og oppbygging av eksperimentelle metoder.

Prosjekt: 182037 Magnetodynamics of Nanostructured Metal Oxides

Verktøyplattform for materialforskning

Norge har fått et nytt laboratorium for å «se inn i» materialene ved hjelp av NMR. Prosjektet som ledes av Bjørnar Arstad i SINTEF, skal bidra til bedre katalysatorer og polymermaterialer, samt annen materialvitenskap.

Prosjekt: 190367 FASTNMR - Solid-state Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for Material Science

Felles nanoplattform i Bergen

Forskning på nanovitenskap krever avansert laboratorieutstyr. I Bergen gikk flere miljøer sammen om å bygge en nasjonal forskningsplattform.

Kjernen i «The UiB Nano Platform» er et samarbeid mellom Institutt for biomedisin og Institutt for fysikk og teknologi ved UiB. Utstyret er fordelt på de to stedene.

Laboratoriene inneholder utstyr for fotolitografi og elektronlitografi. I elektronlitografi brukes elektronstråler til å etse mønstre i materialene. UiB har bygd opp internasjonalt anerkjent kunnskap om hvordan egenskapene til gullpartikler og store biomolekyler kan skreddersys ved å feste aktive molekyler til overflaten.

NANOMAT har vært en viktig bidragsyter til investeringene i og utviklingen av plattformen, i et prosjekt som løper fra 2008 til 2012, ledet av Bodil Holst ved UiB. Oppbyggingen er også basert på midler fra blant annet Trond Mohn.

En viktig effekt av den nye plattformen er et tettere samarbeid mellom fysikk og biomedisin. Også industrien er koblet inn og vil bli trukket mer med i nye prosjekter, blant annet innenfor solceller og sensorer.

PROSJEKT

190707 The UiB Nano Platform

Lager grunnlaget for ny beinsubstans

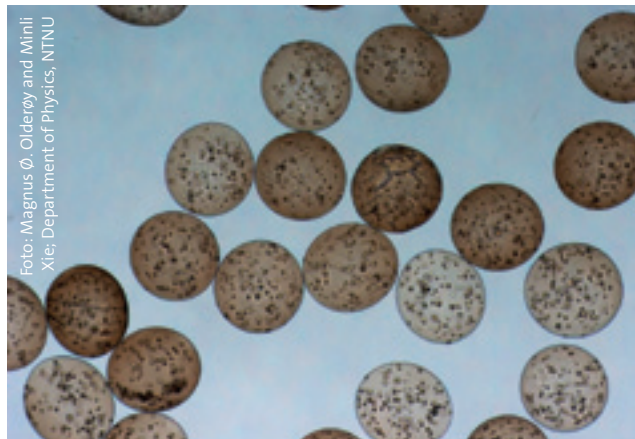
Ved å etterligne naturens måte å bygge opp beinvev, har forskere ved NTNU utviklet metoder for å bygge opp skreddersydd kunstig vev.

Levende organismer har en enestående evne til å bygge opp sterke og samtidig fleksible komposittmaterialer, slik som beinvev, basert på noen få typer byggesteiner. Oppbyggingen av vevet skjer ved at mineralpartikler i nanostørrelse fester seg til et rammeverk av en gel, bygd opp av biopolymerer. Når mineralene fester seg, blir gelen stiv, men den kan fortsatt være bøyelig.

Denne prosessen har et prosjekt ledet av Pawel Sikorski ved NTNU greid å gjenskape i laboratoriet. Forskergruppen tok utgangspunkt i en gel av alginater og fikk mineralene kalsiumkarbonat og kalsiumfosfat til å feste seg på rammeverket av polymerer i gelen slik at den fikk de ønskede egenskapene. Forsøk viste at de nye materialene er kompatible med humane stamceller. Det åpner for at i fremtiden kan beinbrudd hos eldre pasienter med beinskjørhet leges ved å injisere bioaktive kompositter.

PROSJEKT

182047 Nanoscale control of mineral deposition within polysaccharide gel network



Stamceller fra benmargen innkapslet i alginatkuler.

Fysikere lærte av hverandre

Teoretikere fra tre ulike institusjoner slo seg sammen og fikk ny innsikt innenfor nanovitenskap. Tre doktorgrader ble det også.

Blant temaene de samarbeidet om var studier av kvantekontroll, det vil si å kunne kontrollere kvantemekaniske systemer med ytre instrumenter. Det gjøres ikke fysisk, men ved å gjøre matematiske simuleringer. De svært tidkrevende simuleringene gir fysikerne muligheten til å teste sine teorier.

Prosjektleder Jan Petter Hansen ved UiB jobbet sammen med Arne Brataas og Asle Sudbø ved NTNU og Yuri Galperin ved UiO i prosjektet fra 2003 til 2007. Hvert lærested hadde en doktorgradsstudent som en del av prosjektet.

Møtene bidro til at deltakerne fikk utvidet horisonten, og sammen forsterket de den grunnleggende nanovitenskapelige kunnskapen i Norge. Kunnskapen tok de med i andre nano-vitenskapelige prosjekter som gikk samtidig. I ettertid har prosjektet medvirket til at de fire teoretikerne på hver sin kant fikk midler til nye prosjekter utenfor NANOMAT.

PROSJEKT

158547 Quantum Transport in Nanoscale Systems

Lager nanoflak på bestilling

Forskere i Oslo har funnet ut hvordan de kan lage nanoflak med akkurat de egenskapene de ønsker. Flakene er bare 1-2 nanometer tykke, men kan være opptil 1000 nanometer i diameter.

Enkelte materialer er på atomært nivå bygd opp av sterke lag som holdes sammen av svake krefter. Dette gir forskerne muligheten til å separere lagene fra hverandre slik at man kan stabilisere nanoflak i løsningsmidler.

I prosjektet, ledet av Poul Norby og Anja Olafsen Sjøstad ved UiO, har forskerne utviklet og optimalisert metoder for fremstilling av nanoflak der man opprettholder kjemisk sammensetning og måten atomene er arrangert på. Disse flakene kan deretter bygges sammen i nye former for nanomaterialer og kompositter.

Grunnleggende kompetanse på fremstilling og karakterisering av nanoflak er bygd opp ved UiO, i samarbeid med IFE og SINTEF. Kompetansen benyttes til utvikling av nye katalysatorer, nanokompositter og videre forskning innen overflatekemi. En mulig anvendelse er fotokatalyse for å rense vann med sollys; en annen er katalysatorer for reformering av

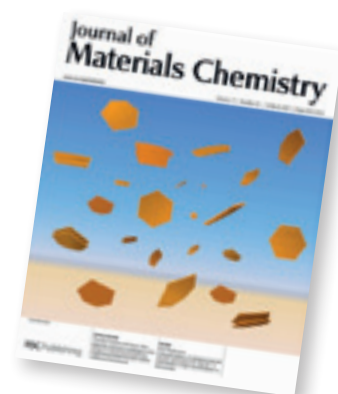
naturgass til syntesegass. Selskapet Abalonyx bygger på denne kompetansen.

PROSJEKT

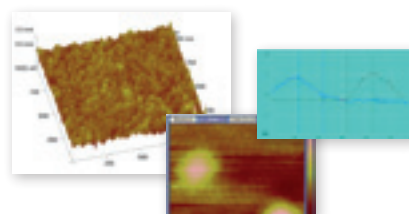
158519 Preparation of new chemically nanostructured materials via exfoliation of layered materials

182077 Novel catalysts and oriented oxide thin films from exfoliated nanosheets of layered materials

163565 Novel nanostructured materials by chemical methods



Prosjektet fikk forsiden av Journal of Materials Chemistry i 2007.



AFM bilde av nanoflak på en overflate. Nanoflakene er ca 1 nm tykke med en diameter på 20-30 nm.

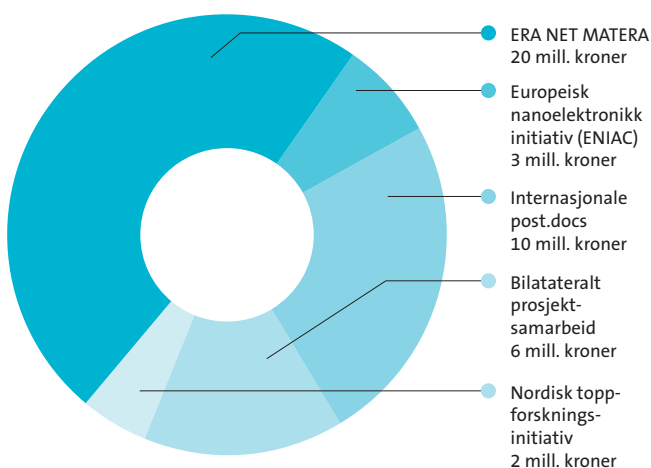


Internasjonalt

NANOMAT har siden oppstart i 2002 hatt fokus på internasjonalisering og mobilitet av norske forskere. Oppbyggingen av sterke og anerkjente miljøer i Norge tiltrekker utenlandske forskere. Tilsvarende har programmet hatt egne tiltak for å gi forskere mulighet til å dra utenlands. Programmet har videre deltatt i internasjonale programmer (som ERA NET, ENIAC, Nordisk toppforskningsinitiativ og bi-lateralt samarbeid) hvor forskere gis anledning å delta på den internasjonale arena, samt i internasjonale fora (som OECD, COST og EU) hvor politikktutforming og utlysning av internasjonale forskningsmidler diskuteres.

Prosjektporteføljen

Ifølge ekstern evaluering av NANOMAT oppgir 83 % av prosjektlederne at programmet i stor eller noen grad har bidratt til økt internasjonalt samspill. 55 % av publikasjonene er internasjonal sampublisering. Så mye som 80 % av alle publikasjoner fra BIP'er har internasjonal samproduksjon. Prosjektlederne selv fremhever felles forskningsprosjekter og felles publikasjoner som viktigste internasjonale dimensjoner i prosjektene. Dette har lagt et meget godt fundament for å styrke Norges internasjonale orientering innenfor nanoteknologi og nye materialer. Figuren under viser konkrete internasjonale initiativ hvor programmet har bidratt med midler (6 % av porteføljen).



Noen trender - og utfordringer

Fagmiljøene i Norge har økende bevissthet rundt internasjonalisering og behovet for å delta på den internasjonale arena. Norske fagmiljøer fremstår i dag som mer interessante som internasjonale forskningspartnere enn for 10 år siden. De når også rimelig godt opp i konkurranse om EUs forskningsmidler, særlig innenfor området materialer og energi. På området grunnleggende nanovitenskap er suksessen enn så lenge lav. Det er fortsatt en utfordring å legge til rette for at norske forskningsmiljøer og næringsaktører kan «ta hjem» en større andel av midlene som årlig kanaliseres fra Norge til EUs satsing på forskning og innovasjon.

Kunnskap kjenner ingen landegrenser. Kunnskap bygges globalt, og næringslivet benytter nasjonal kunnskap kun dersom den er konkurransedyktig. Også markeder blir mer globale. Der hvor landegrenser tidligere var «beskyttende» barrierer for konkurranse, blir nå «hjemmemarkedene» globaliserte. Det er følgelig en utfordring å gjøre norske kunnskaps- og næringsmiljøer synlige og attraktive internasjonalt, slik at de får ta del i global kunnskap og næringsutvikling.

Norsk industri og kunnskapsutvikling knyttet til denne flytter ut til områder og markeder hvor rammebetingelsene er gunstige. Derfor bør vi gjøre våre nasjonale fortinn attraktive slik at vi trekker på global kunnskap og næring, ved å bygge eksellens i FoU-miljøene og skape attraktive incentiver for internasjonal industri.

Nanokuler leverer kreftmedisin

En 50-200 nanometer stor gelkule kan utstyres slik at den finner kreftcellene og tømmer medisinen inn i dem. Et MATERA-prosjekt viser vei for kreftbehandling med færre bivirkninger enn dagens medisiner.

Cellegiftkurer for å slå ut kreftcellene er en tøff behandlingsform. Mye av grunnen er at cellegiften rammer også mange friske celler. Målstyrte medisiner kan gjøre behandlingen vesentlig bedre for kreftpasienter. Lovende forsøk har brakt slike medisiner nærmere en realitet.

Finn, fest og forgift

Når pasienten får en injeksjon av medisin med spesiallagde nanokuler, er første hinder kroppens egne forsvarsverk. De hvite blodlegemene vil prøve å uskadeliggjøre nanokulene. Overflaten på nanokulene er derfor dekket av molekyler som forhindrer at de ødelegges. Neste utfordring er å få nanokulene til å finne kreftcellene og feste seg til dem, og ingen andre celler. Skreddersydde molekyler utenpå nanokulene

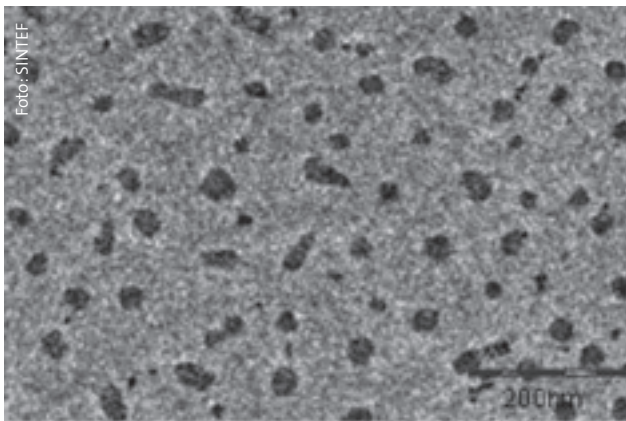
sørger for dette. Når nanokulene er festet til utsiden av kreftcellen, trenger de gjennom celleveggen. Vel på innsiden løser nanokulene seg opp slik at medisinen spres inne i kreftcellen, som dermed dør.

Internasjonalt

SINTEF har i flere år arbeidet med å lage skreddersydde kuler i nanostørrelse, og i 2007 kom de med i et europeisk MATERA-prosjekt, NanoMedPart, sammen med en polsk og en israelsk partner.

For prosjektleder Christian Simon i SINTEF ga MATERA-prosjektet muligheter til en mye raskere utvikling av nanokuler som kan levere kreftmedisin. En fordel med MATERA er at de krever færre partnere og enklere rapportering sammenlignet med de store EU-prosjektene.

I prosjektet prøvde forskerne ut en rekke metoder for å produsere de rette nanokulene og for å koble til de rette molekylene på overflaten. De viste også at nanokulene er biokompatible, det vil si at de ikke er farlige for kroppen. Forsøkene er gjort på celler in vitro. Neste trinn blir dyreforsøk. Partnerne ser nå etter industrielle partnere som jobber på dette området.



Silikakapsler med en gjennomsnittlig partikkelstørrelse på 30 nm sett med transmisjonselektronmikroskop.

PROSJEKT

179590 Multifunctional Particulate Systems for Nanomedicine

Fjerner hormonhermere

I et MATERA-prosjekt har forskerne under ledelse av Per Martin Stenstad i SINTEF lyktes å fjerne hormonhermere fra avløpsvannet. Enzymet laccase som bryter ned hormonhermere, er bundet til nanostrukturer i renseanlegget.

Prosjekt: 189716 Laccase-Nanoparticle Conjugates for the Elimination of endocrine disrupting chemicals from wastewater in bioreactors

Stein som husker

Suzanne McEnroe i NGU leder et MATERA-prosjekt der forskerne ser på magnetiske bergarter som «husker». I grenseflaten mellom mineralene ilmenitt og hematitt oppstår ørsmå magneter i nanostørrelse som er veldig stabile.

Prosjekt: 189721 Novel Nanomagnetic Oxide Composites: Giant Exchange Bias Storage Devices

Varmevekslere uten groing

I et MATERA-prosjekt som ledes av Stein Tore Johansen i SINTEF, har forskerne utviklet en matematisk modell for hvordan partikler fester seg på overflaten i industrielle varmevekslere. Resultatene vil bidra til mindre groing i varmevekslere.

Prosjekt: 179587 Modeling of particle deposition phenomena in heat exchangers

Ut å stjæle kunnskap

Norske studenter har fått kvasset kunnskapene og spunnet solide kontaktnett gjennom studieopphold ved anerkjente internasjonale universiteter.

Ved NTNU har Helge Weman utvekslet mastergradsstudenter og doktorgradstipendiater med Colorado School of Mines. I prosjektet har forskerne studert dannelsen av og egenskaper ved nanotråder av sinkoksid, et materiale med potensial for blant annet å øke effektiviteten i såkalte hybridsolceller. Dette er solceller som kombinerer fordelene ved både organiske og uorganiske halvledere.

NTNU og SINTEF oppnådde lovende resultater blant annet med å bruke silisium og safir som substrat som nanotrådene kan gro på. Gruppen utviklet en metode for å undersøke hver enkelt nanotråd, for å studere og karakterisere trådenes struktur og optiske egenskaper.

Resultatene fra prosjektet har kommet til nytte blant annet i senere studier av nanotråder av galliumarsenid, og i utvikling av solceller med høyere effektivitet.

Materialers evolusjon

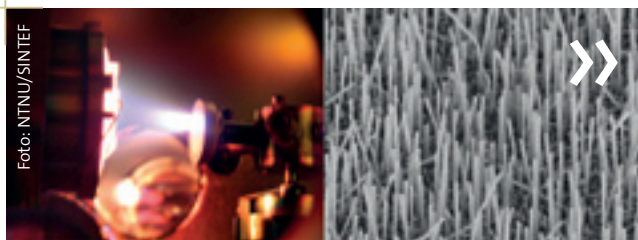
Chris Erik Mohn ved Universitetet i Oslo mottok et treårig postdoktorstipend som finansierte en plass som gjesteforsker ved universitetet i Bristol i England, og siden ved universitetet i franske Montpellier. Dette stipendet brukte Mohn til å utvikle genetiske algoritmer, en slags kunstig intelligens.

Med disse algoritmene kan han modellere hvordan komplekse materialers kjemiske sammensetning kan utvikle seg gjennom en slags darwinistisk evolusjonsmetode. Metoden er i dag til hjelp for flere materialforskere ved UiO. I en annen del av prosjektet studerte Mohn molekylstrukturen til superioriske ledere. Dette har i dag betydning for utviklingen av såkalte SOFC-brenselceller.

PROSJEKT

182092 NSF-European Materials Cooperative Activity. Nanostructured oxide thin films for organic/inorganic solar cell applications

169713 Gentic approaches to complex materials



Utteksling

Omfattende utveksling av forskere og studenter med utenlandske forskningsmiljøer har bidratt til at NTNU i dag har svært høy kompetanse innenfor blant annet karakterisering og framstilling av nanotråder.

Partikkelstrømning

Jan-Ludvig Vinningland ved UiO har videreutviklet den numeriske modellen for granulær strømning, blant annet gjennom to år ved ETH i Zürich. Modellen gir bedre forståelse for bevegelsene av partikler i en væske.

Prosjekt: 178533 A numerical and experimental study of flow and instabilities in concentrated colloidal suspensions

Enveggede nanokarbonrør

Karbonrør med bare en vegg er velegnet til å forsterke materialer. Utfordringen er å skille dem fra flerveggede nanorør. Juan Cardenas ved UiO har, delvis i Sverige, sett på hvordan spektroskopi kan bidra til dette.

Prosjekt: 178556 Conformation and Physical Properties of Single Wall Carbon Nanotube-Biomolecule Hybrids

Nanokjøling

Væsker med en jevn fordeling av nanopartikler, såkalte nanofluider, kan øke kjøleeffekten i f.eks. elektronikk. Matteo Chiesa var ved MIT som postdoktor for å studere hvordan nanopartiklenes egenskaper virker.

Prosjekt: 169659 Heat Transferability in Nanofluids

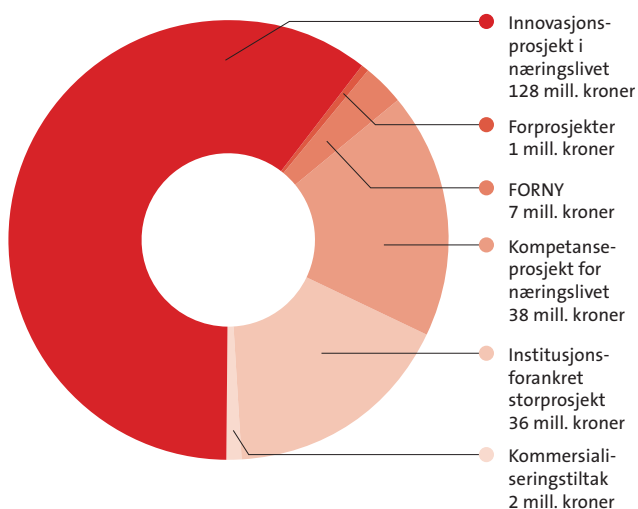


Verdiskaping

NANOMAT har siden oppstart i 2002 hatt fokus på å bygge grunnleggende kompetanse, men allerede fra 2004 ble det igangsatt næringsrettede prosjekter. Fra 2006 økte finansieringen fra NHD, og programmet økte fokus på innovasjonsprosjekter i næringslivet, forprosjekter og støtte til kommersialiseringstiltak. Programmet har også benyttet kompetanseprosjekter for næringslivet og institusjonsforankrede prosjekt som virkemiddel for å kople forskermiljøene (akademia og instituttsektoren) inn mot næringslivets behov og utfordringer.

Prosjektporteføljen

Programmet har nå en bred portefølje av næringsrettede prosjekter. Total finansiering (2002-2011) er 214 mill. kroner (30 % av totalen) fordelt på 53 prosjekter. I tillegg bidrar nær 100 deltagende bedrifter med om lag 200 mill. kroner i prosjektbidrag. Prosjektstøtte varierer fra forprosjekter på 100 000 kr til et institusjonsforankret storprosjekt på 36 mill. kroner. Figuren under viser fordeling på støttetyper.



Noen trender- og utfordringer

Næringslivet i Norge har de siste årene vist økende interesse og evne til å omsette tverrfaglig kunnskap om materialer og strukturer til industrielle produkter. De første produktene basert på nanoteknologi er produsert i industriell skala og tilgjengelige på markedet, eller bedriftene bruker nanoteknologi for å forbedre dagens produkter og oppnå prosesser som bruker mindre energi og mindre råstoffer. Det er særlig innenfor nanostrukturerte materialer at veien har vist seg relativt kort fra ny teknologi i laboratorieskala til industriell bruk. Det er først og fremst etablert næringsliv som tar generisk teknologi i bruk. En utfordring er å bidra til oppbyggingen av nye bedrifter som har nanoteknologi som sin kjernekompetanse.

Det forventes at andelen «nanoprodukter» og bedrifter vil øke i årene som kommer. En viktig forutsetning er avklaring av spørsmål knyttet til lovverk, regulering og kunnskap om mulige uheldige sideeffekter av disse produktene. Mangel på kunnskap på disse viktige områdene legger en demper på markedsintroduksjonen.

Suksess med pulver

Norsk forskning er god på keramer. Suksessen starter i det små, i pulverform.

Keramisk pulver er utgangspunktet for en enorm mengde avanserte materialer. Slike materialer kan ha anvendelse innenfor så å si alle industrigrener. Keramisk pulver kan blant annet brukes til de fleste komponenter som inngår i høytemperatur brenselceller, ferroelektriske materialer og høytemperatur superledere. Materialeene brukes i innovativ teknologi som katalytiske membraner og annen energi-relatert teknologi, og kan bidra til å utvikle ny og mer miljøvennlig energiteknologi.

Ny bedrift

Med støtte fra blant annet et et FORNY-prosjekt finansiert av NANOMAT etablerte Kjell Wiik, Tor Grande og Mari-Ann Einarsrud ved NTNU bedriften CerPoTech. Grunnlaget for etableringen er basert på en rekke tidligere pulver-/keram-prosjekter ved NTNU.



Foto: Cerpotech

Ved hjelp av et spray-pyrolyseanlegg produserer bedriften i dag multikomponent keramisk pulver av høy kvalitet i betydelige kvanta. Med denne apparaturen kan de produsere komplekse pulversammensetninger med homogene partikkelstørrelser og krystalittstørrelser helt ned i 10 nanometer. Dette pulveret gir et godt utgangspunkt for å framstille rene høykvalitetsmaterialer med høy tetthet.

De små utgangspartiklene gir også muligheter til å strukturere materialeene på nanoskala, noe som åpner opp for å forbedre materialeenes mekaniske og funksjonelle egenskaper ytterligere. Fokus i prosjektet var å finne fram til nye og bedre materialer, og forstå de fundamentale prosessene bak utviklingen av materialeene.

Europa og USA

NTNU TTO, som var prosjekteier for nanopulverprosjektet, var av avgjørende betydning i prosessen med å utvikle et vellykket vitenskapelig resultat til en kommersiell suksess. CerPoTech markedsfører seg som en samarbeidspartner for forsknings- og utviklingsbedrifter og -institusjoner. Selskaps produkter anvendes blant annet til å erstatte miljøskadelig bly i elektronikkindustrien, samt i materialer innen fornybar energi som brenselceller og keramiske membraner. CerPoTech har bygd opp en første produksjonslinje for småskalaproduksjon og leverer til kunder i Europa og USA.

PROSJEKT

183890 Value added products based on ceramics nano sized powder produced by spray pyrolysis (FORNY)

Raskere herding av epoksy

SINTEFs partikler av hybridpolymerer i nanostørrelse kan akselerere herdingen av epoksysystemer og redusere utslippene av formaldehyd i trekompositt-plater viste et prosjekt ledet av Ferdinand Männle i Sinvent AS.

Prosjekt: 179973 Verification of technology-nanoparticle-additives for improved curing of thermoset polymer systems (FORNY, finansiert fra NANOMAT)

Metallhydrider for hydrogenanvendelser

I et prosjekt under ledelse av Mari-ann Ødegård i Campus Kjeller AS har forskerne sett på hvordan produksjon av metallhydrider til lagringstanker og annet utstyr for hydrogen kan kommersialiseres.

Prosjekt: 187355 Metallhydride technology for production of advanced hydrogen storage materials and hydrogen supply systems (FORNY, finansiert fra NANOMAT)

Sterkere kompositter

I et forprosjekt ledet av Reidar Stokke har SINTEF kartlagt hvordan nanoteknologi kan utnyttes for å forbedre egenskapene til kompositter med kontinuerlige armeringsfibre. De brukes for å forsterke herdeplaster som polyester og epoksy.

Prosjekt: 176115 Utnyttelse av nanoteknologi for komposittmaterialer

Membraner i lange baner

Membraner er en liten, men viktig del av materialforskningen på NTNU. Så vel den petrokjemiske industrien som kraftselskap er svært interesserte i resultatene.

Tynnfilm komposittmembraner har mange anvendelsesområder innenfor industrien, blant annet i avsaltingsanlegg og i industrielle prosesser. Membraner er viktige i prosesser som avsalting, butanolrensing og trykkretardert osmose, for eksempel saltkraft.

Den internasjonale membranindustrien er betydelig, med høy grad av produktutvikling. De siste 10 årene har norske



Inger Alsvik (bildet) har arbeidet sammen med May-Britt Hägg og Tom Nilsen ved NTNU om å utvikle en membran for trykkretardert osmose, såkalt saltkraft, med lovende resultater.

forskningsmiljøer blitt en del av dette, blant annet som følge av Statoils petrokjemiske virksomhet og Statkrafts ambisjoner om å utvikle saltkraftteknologi.

Nøkkel

Ved NTNU har May-Britt Hägg ledet et prosjekt som tar sikte på å øke effektiviteten i de ulike prosessene. Nå har en av forskerne i prosjektet funnet fram til og patentert et plastmateriale som er egnet for framstilling i svært tynn form, og som lar seg feste til støttestruktur på en fornuftig måte.

Membraner til saltkraft må tåle spesielle betingelser som bare kan testes ut i større skala. Forskerne sjekker blant annet hvordan den tåler beleggdannelse som følge av saltopphoping og urenheter i vannet.

Tidligere har Hägg etablert bedriften MemfoACT, sammen med Jon Arvid Lie og Arne Lindbråthen, på basis av forskning på ulike membranmaterialer. Selskapet har fått vind i seilene ved å utvikle en unik membranbasert separasjonsteknologi med en rekke industrielle anvendelser. De har skaffet seg sterke industrielle partnere og pilotkunder, og har en god posisjon for videre vekst.

PROSJEKT

187266 Parameter optimization in preparation of membranes for osmotic processes

Vil etterligne kjempesnegle

Skallet til sjøsneglen «red abalone» er bygget opp av plateformede krystaller og har enestående strekkfasthet og bruddseighet. I et prosjekt ledet av Rune Wendelbo har Abalonyx utviklet metoder for syntese av nanoflak med egenskaper som ligner denne sjøsneglens.

Prosjekt: 176231 Biomimetiske nanokompositter - tynne filmer og supersterke materialer

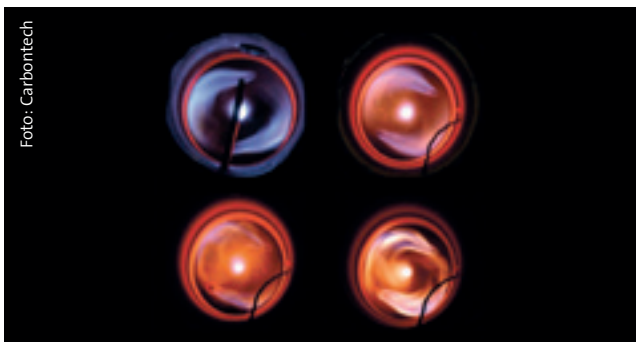


Nanopartikler av naturgass

Naturgass (CH₄) kan bli en viktig kilde til nanopartikler av karbon. En metode utviklet i Bergen sikrer jevnstore karbonkuler som kan brukes som fargestoff, materialforsterker og i moderne elektronikk.

I over ti år har Bergensbedriften Carbontech utviklet prosessen som produserer slike nanopartikler. Forsknings- og pilotstadiene er passert, og nå tester selskapet et prototypanlegg på Kollsnes utenfor Bergen, med gass fra Trollfeltet. Neste trinn kan bli en liten fabrikk i Høyanger. Men vyene til direktør Arne Godal er mye større: Ved å kombinere en fabrikk for produksjon av nanokarbonpartikler med et gasskraftverk kan gasskraftverket bli mer lønnsomt, samtidig som CO₂-utslippet halveres.

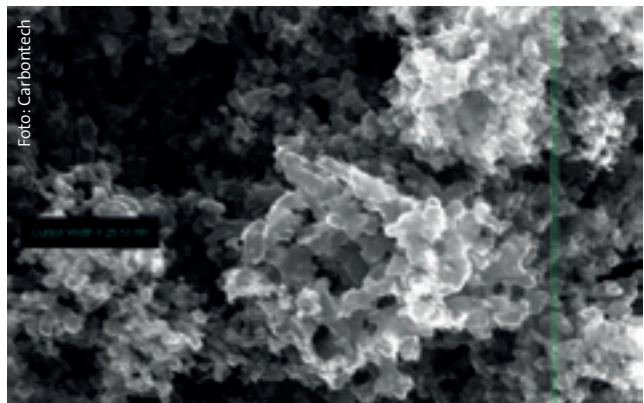
Nanopartiklene dannes ved at naturgass blåses inn i et kammer med flammetemperatur på 3-4000 C. Partiklene blir jevnstore kuler med rundt 20 nanometer i diameter. Størrelsen kan styres ved å styre temperaturen og gasstrømmen i reaktoren. I prosessen blir over halvparten av karbonet i naturgassen til nanopartikler. Resten er en naturgassblanding med mye hydrogen som gir mer energi og mindre CO₂-utslipp, enn ren naturgass.



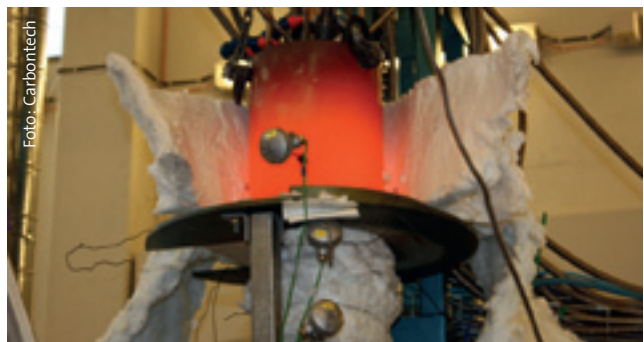
Flammer med ulik temperatur.

PROSJEKT

176392 Høykvalitets nanokarbon fra naturgass



Nanopartiklene bygger seg opp som drueklaser.



Pilotanlegget for produksjon av nanopartikler i karbon.

Ny båtmaling

Firmaet Re-Turn AS har gjennomført en forstudie om hvordan epoksy kombinert med nanokarbonrør kan brukes i maling av skipsskrog, som gir lavere forbruk av drivstoff. Prosjektleder har vært Paal Skybak.

Prosjekt: 179159 Studie av nano karbonrør modifiserte epoksyer og egenhet som gift- og løsningsmiddelreie bunnstoff/coating/malinger i marine applikasjoner

Silikonskum

Ved å bruke silisiumpartikler i mikrometerstørrelse i en vannholdig løsning, kan det dannes silikonskum med huller bare noen nanometer store. Gylseth AM Research med Duncan Akporiaye som prosjektleder har sett på kommersielle anvendelser.

Prosjekt: 179200 Commercial application of Nano-porous silicon

Karakterisering av silikonskum

På bakgrunn av prosjekt 179200 har SINTEF etablert en forståelse av de fysiske og kjemiske egenskapene for et nanoporøst silikonskum. Prosjektet under ledelse av Knut Thorshaug legger grunnlaget for å kunne justere materialets egenskaper og kvalitet i produksjonsprosessen. Prosjektet ble ikke fullført.

Prosjekt: 181848 Commercial application of Nano-porous silicon

Grafénholdig belegg til rullbare dataskjermer

Et belegg bygd opp av nanopartikler av grafén kan gjøre flatskjermer og solceller fleksible. Belegget som utvikles av Abalonyx AS, leder strøm samtidig som det slipper lys gjennom.

Gründeren av Abalonyx, Rune Wendelbo, har i flere år forsket på overflatestrukturen av flakformete nanopartikler - nanoflak. Han har utviklet en metode for å endre overflaten på nanoflakene slik at de holder seg unna hverandre når de dispergeres i vann. Nanoflakene er 0,3-1 nanometer tykke og kan være fra 30-1000 nanometer i bredde og lengde. Belegget bygges opp ved at nanoflakene manipuleres til å gli som «flygende tepper» ned på underlaget til belegget har nådd en tykkelse på noen titalls nanometer. For å få et jevnt belegg er det viktig at partikkelflakene fordeler seg pent utover, ved såkalt «selvorganisering» og ikke klumper seg enkelte steder.

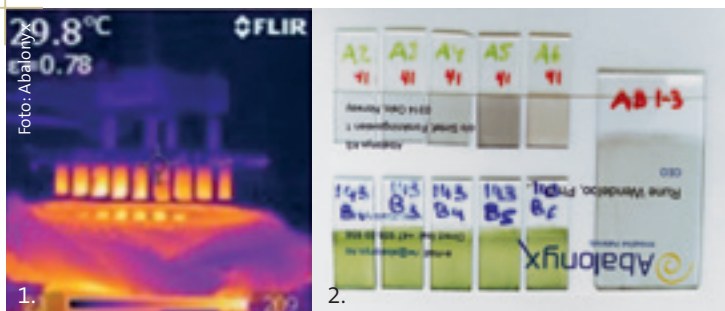
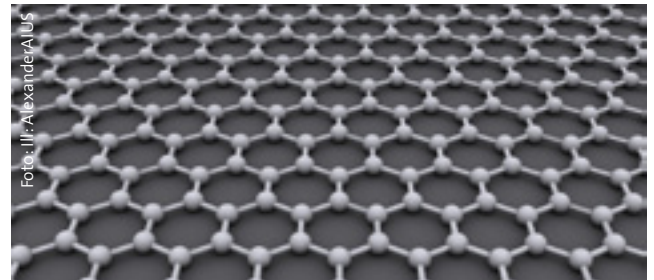
Grafén har eksepsjonell ledningsevne, men det er høy motstand i kontakten mellom de enkelte grafénpartiklene. I jakten på additiver fant forskerne i Abalonyx et disulfid med ledningsevne like god som indium tinnoksid. Meningen er å blande inn disulfidet i belegget for å gi bedre kontakt mellom de enkelte grafénpartiklene.

Abalonyx begynte å bruke grafén som materiale i sine nanostrukturerte belegg allerede før Nobelprisen i fysikk gikk til de to forskerne som oppdaget grafén. Nå merker selskapet økt interesse fra industrien, blant annet i Japan.

PROSJEKTER

193248 Fleksibelt transparent ledende belegg

210762 Pilotproduksjon av grafen derivater



Belegg av nanopartikler

1. Prøver etter varmebehandling, avbildet med varmekamera
2. Visittkortet er lett å lese gjennom de transparente, elektrisk ledende belegg. Grafenholdige (grå) og sulfidbaserte (grønne).

Nanobelegg

Microbeads AS med Anne Kari Nyhus som prosjektleder har gjennomført en forstudie om hvordan nanopartikler, alene eller i kombinasjon med Ugelstadkuler, kan brukes i ulike vannløselige lakker.

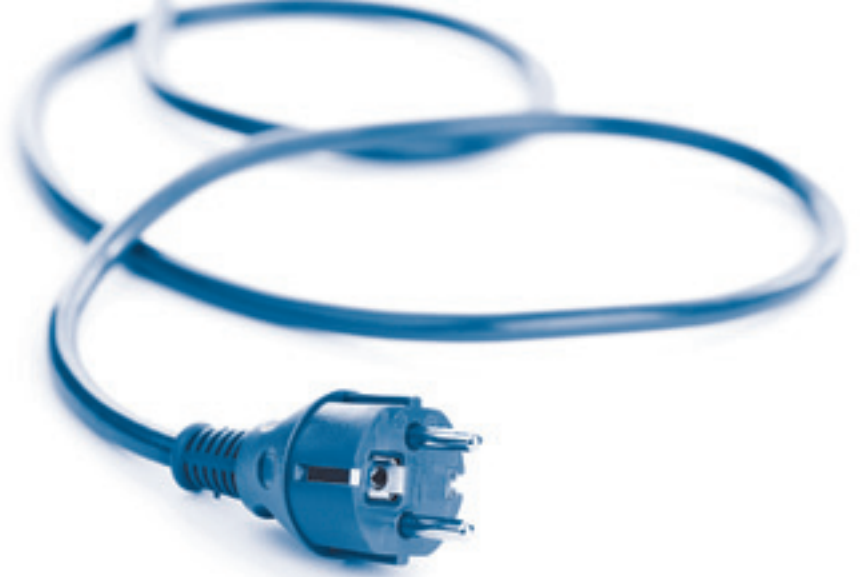
Prosjekt: 182115 Forstudie på nanopartikler for anvendelse innenfor coating applikasjoner

Nanostrukturert verktøymateriale

HyBond med Ulf Roar Aakenes som prosjektleder har utviklet en verktøymaskin for sammenføring av aluminium i «kald» tilstand. Gevinsten i forhold til tradisjonell smeltesveising som svekker metallstyrken, er at man opprettholder styrken i konstruksjonen.

Prosjekt: 187247 Hymen bonding som metode for sammenføring av aluminium





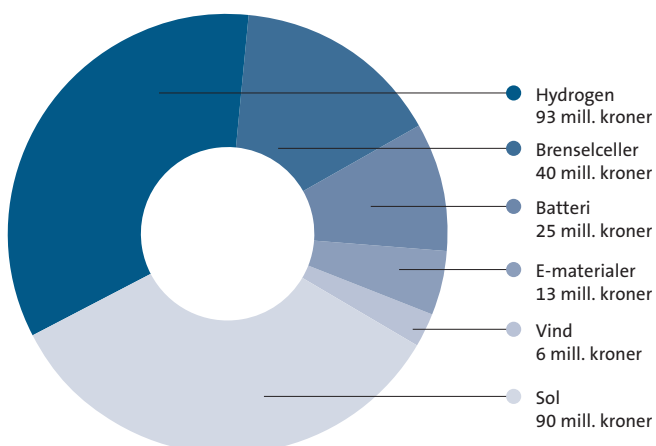
Energi

NANOMAT prioriterte allerede fra starten anvendelser mot energi og miljø. Programmet har finansiert prosjekter fra helt grunnleggende forskerprosjekter med til dels svært langsiktige målsettinger til langt mer markedsnære prosjekter. Hovedfokus har vært på sol og hydrogenteknologi, i tillegg til andre former for fornybar energi, batterier og brenselceller. Klimaforliket i 2008 medførte at NANOMAT fikk tilført ekstra midler og kunne satse særskilt på energi i siste programperiode.

Prosjektporteføljen

Total finansiering (2002-2011) til prosjekter med relevans for energiområdet er 267 mill. kr (ca. 37 % av NANOMATs totalbudsjett) fordelt på 34 prosjekter, hvorav 15 er forskerprosjekter. De resterende er fordelt på innovasjonsprosjekter i næringslivet (13), kompetanseprosjekter for næringslivet (3), institusjonsforankret storprosjekt (1) og kommersialiseringstiltak (2). Prosjektfinansiering varierer fra 42 mill. kr til forprosjekt på 0,1 mill. kr. Prosjektporteføljen har dreid fra hydrogenlagring i tidlig fase til solenergi de senere årene.

Figuren under viser fordeling per tema.



Noen trender – hvor er forskningsutfordringene?

Nanoteknologi har stort potensial til å bidra til å realisere nye løsninger og gjennombrudd innenfor (fornybar) energi – både i form av materialvalg og (nano)teknologiske løsninger. Forskning finansiert av programmet har gitt teknologiske gjennombrudd blant annet innen nye materialer for brenselceller og solfangere, og det er produsert forskningsresultater av internasjonal toppklasse i flere prosjekter. Når det gjelder solceller er det i dag foruten kostnadseffektivisering, også stort fokus på å oppnå økt virkningsgrad, enten ved å introdusere modifikasjoner på dagens silisiumbaserte teknologi eller ved å introdusere helt nye løsninger. Innen batteriteknologi jobbes det med å forbedre yteevne og redusere vekt, blant annet via nanostrukturerte elektroder med større overflateareal. Brenselceller og hydrogen kan gi alternativer til oljebasert energi og bidra til å imøtekomme økende krav til reduksjon av klimagasser – forutsatt at tilstrekkelig effektiv og sikker lagring av hydrogen i for eksempel biler oppnås.

Diversiteten innenfor energi og miljø området øker. Saltkraft, vind, bølger, bioenergi, membraner og geotermisk energi får økende fokus. For vindmøller er det behov for å fremstille lettere materialer med høy styrke og stivhet. For bioenergi er det en utfordring å utnytte biologisk karbon i for eksempel trevirke som drivstoff. Innenfor saltkraft utvikles nye nanobaserte membraner, noe som er helt nødvendig om denne teknologien skal bli markedsmessig interessant.



Effektive og stabile bilbatterier

Litiumion-batterier som vi kjenner fra PC-ene, er høyst aktuelle også i elbiler, såfremt utfordringene knyttet til sikkerhet og levetid kan løses. Da trengs en bedre forståelse av overflatesjiktet på elektrodene i batteriet.

Litiumion-batterier har høyest energitetthet av alle batteritypene, og dominerer i markedet for transport, men forbedringer er nødvendige for å kunne møte kravene i privatbiler.

Akkurat passe tynn

En av utfordringene ligger i å finne optimal tykkelse for overflatesjiktet som skiller grafittanoden og elektrolytten i litiumion-batteriet. Anodene lages av grafittpulver, som er rene karbonpartikler på rundt 15 mikrometer. Det tynne sjiktet på overflaten av grafittpartiklene forhindrer at grafitt-partiklene løses opp i den aggressive elektrolytten. Det beskyttende sjiktet kan ikke være for tykt, for da hindrer den litiumioner å nå inn til elektroden. Samtidig bindes mer

av litiumet opp, noe som fører til at batteriet mister kapasitet over tid, såkalt irreversibel kapasitet. En for tykk overflatefilm øker også risikoen for at det settes i gang kjemiske reaksjoner i grenseflaten mellom film og elektrolytt som avgir mye varme. I aller verste fall kan slike reaksjoner være starten på en løpsk varmeutvikling som gjør at batteriet tar fyr.

Gir industrien svar

I et prosjekt som ledes av Ann Mari Svensson i SINTEF, og der flere industripartnere er med, er målet å redusere den såkalte irreversible kapasiteten. Ved å granske strukturen på overflaten av elektrodene og kartlegge hva som skjer kjemisk i overflaten, skal forskerne gi svar til industrien om hvordan de kan lage elektrodematerialer av bedre kvalitet for å unngå store tap ved første lading. Prosjektet løper fra 2009 til 2012.



Hensyn til sikkerhet er en av grunnene til at rene elektriske kjøretøy og plugg-inn hybridbiler kommer senere på markedet enn forventet. Forskerne jobber med å finne sammenhenger mellom struktur og overflatekemi for karbonanoder, og hvordan dette påvirker levetid og termisk stabilitet av anodene.

PROSJEKT

195431 Carbon Materials for improved stability of anodes Li-ion batteries

Mer effektive brenselceller

NTNU og SINTEF med Signe Helene Kjelstrup som prosjektleder, vil gjøre hydrogen brenselceller mer effektive ved å utvikle nye funksjonelle lag i såkalte PEM (Proton exchange membrane) brenselceller.

Prosjekt: 203502 Nanodesign to Improve the Catalytic layer of the Polymer Electrolyte fuel cell (NICE)

Skiller ulike isotoper av silisium

Isosilicon AS utviklet en metode for å skille ulike isotoper av silisium fra hverandre. Metoden er patentsøkt. I prosjektet ledet av Dag Øistein Eriksen testet forskerne også den separerte gassen som overflatemateriale i solceller.

Prosjekt: 181769 Utnyttelse av monoisotopisk ²⁸Si

Mer effektive solceller

En gruppe ledet av Bengt Gunnar Svensson ved UiO har utviklet nye solceller der ulike sjikt av behandlet silisium blir dekket av et antireflekslag. Strømmen fra solcellene går gjennom gjennomskjinnelige ledere av oksider.

Prosjekt: 169656 High efficiency Si-based solar cells employing nanostructured layers

Protonledere sparer miljøet

Protonledere kan være et av svarene på kravet til et klimavennlig og mer effektivt energisystem.

Konvensjonell framstilling av flytende drivstoff fra kull og naturgass ved hjelp av Fischer-Tropsch-syntese er lite energi-effektiv, og forårsaker store CO₂-utslipp. En ny metode som baserer seg på protonledere kan øke effektiviteten fra 50 prosent til nærmere 65 prosent, samtidig som utslippene av CO₂ fjernes helt.

Konkurransedyktig

Christian Kjøseth er forsker ved Universitetet i Oslo og teknologiansvarlig i bedriften Protia AS. Han leder et prosjekt som utvikler fabrikkasjonsmetoden av keramiske protonledere av jordartswolframater. Disse materialene vil inngå i en prosess som gjør framstillingen av flytende drivstoff fra naturgass prismessig konkurransedyktig med konvensjonelle metoder.

Selskapet etablerer et lite pilotanlegg ved Forskningsparken i Oslo. Målet er å produsere én liter drivstoff om dagen. Neste steg er et pilotanlegg som skal produsere mer enn 1000 liter daglig.

I et parallelt prosjekt skal selskapet introdusere teknologien for markedet gjennom et demonstrasjonsprosjekt, som forhåpentligvis kan bidra til at forurensende og lite effektive konvensjonelle løsninger raskt kan fases ut.

Prosjektene har faglige koblinger til et SINTEF-prosjekt under ledelse av Rune Bredesen, som har jobbet med de samme materialene.

PROSJEKTER

195912 Fabrication of Robust Ceramic Proton Conductors

210765 Rapid market introduction of new membrane technology for clean energy applications: upgrading the ProboStat with ceramic proton conductors

182090 Development of highly efficient nanostructured SOFCs integrating novel Ln(Nb,Ta)O₄-based proton conducting oxides

187441 Electrolyte for Proton Conducting Fuel Cells made with La(Nb,Ta)O₄ Verification of manufacturability



Eksperiment ved UiO

Reidar Haugsrud ved UiO (t.v.) og Christian Kjøseth hos Protia setter opp et eksperiment for å karakterisere protonlederegenskapene til et jordartswolframater.

Limer fast solcellelederne

I stedet for å lodde eller sveise fast lederne som fører strøm fra solcellene, så prosjektleder Mark Buchanan i Norsk Solkraft på hvordan de kunne bruke lim med nanopartikler. Prosjektet ble ikke fullført.

Prosjekt: 181823 Nano-particles in adhesive conductive materials

Billigere produksjon av solceller

Målet for alle solcelleprodusentene er å få ned kostnadene. I et prosjekt ledet av Martin Kirkengen i REC Solar AS har selskapet utviklet ny teknologi og ny produksjonsmetode som er patentsøkt.

Prosjekt: 181839 Hetero-junction Si based solar cells

Alternativ prosess for solcelleproduksjon

Produksjon av silisium til solceller krever mye energi og store investeringer. I et MATERA-prosjekt under ledelse av Torgeir Lunde i HyCore ANS har forskere sett på en alternativ prosess som krever mindre energi og lavere investeringskostnader.

Prosjekt: 183606 Next generation solar grade silicon and solar cells technology

Et europeisk solsentrum

Innenfor enkelte nisjer har Institutt for energiteknikk (IFE) utviklet et av de ledende forskningsmiljøene på solceller i Europa.

Solceller er en av de raskest voksende energiteknologier på det internasjonale markedet. På sikt har solcellene et stort potensial når det gjelder å løse menneskehetens behov for klima- og miljøvennlig energi i tilstrekkelige mengder. Det krever at teknologien blir enda mer billig og effektiv, og forskere på IFE er i ferd med å gi et betydelig bidrag til dette. De er i ferd med å utvikle supertynne silisiumbaserte solceller som skal danne grunnlaget for framtidens billige og super-effektive teknologiske løsninger.

Senter for miljøvennlig energi

Erik S. Marstein leder nå et sjuårig prosjekt. I tillegg til å utvikle produksjonsmetoder som skal muliggjøre fremstilling av billige og effektive solceller, spesielt gjennom reduksjon av tap ved overflater, har prosjektet også gitt resultater innen nano-, tynnfilm- og materialteknologi.

Et eksempel er overflater som kan være totalt svarte for å absorbere så mye av lyset som fysisk mulig. Et annet er utvikling av helt nye solcellematerialer basert på metallhydrider,

blant annet til bruk i såkalte «tandemceller», med enormt effektivitetspotensiale. Arbeidet med metallhydridfilmene har vakt internasjonal oppsikt også fordi de fremviser andre interessante egenskaper som reversibel fargeendring ved belysning, kalt fotokronisme.

Andre prosjekter

Prosjektet har faglige koblinger til UiO-prosjektet CONE, som ledes av Bengt Gunnar Svensson ved UiO. De utvikler nye ledende oksider og nanostrukturerte overflater for framtidens solceller. En del av kompetansen i disse prosjektene bygger på det tidligere NANOMAT-støttede prosjektet Functional Oxides (2003–2008), ledet av Rune Bredesen ved SINTEF.

PROSJEKTER

181884 Thin and highly efficient silicon-based solar cells incorporating nanostructures

181882 Conducting Oxides and Nanostructures for Energy Technology

158517 Functional Oxides for Energy Technology



Testing i laboratoriet

Nye materialer testes i solcellelaboratoriet ved IFE.

Avdekket feil i silisiumhypotese

Solceller som består av bare en isotop av silisium ble regnet for å være mest effektive. I et prosjekt ledet av Dag Øistein Eriksen i Isosilicon AS skulle forskerne utnytte denne effekten, men det viste seg at hypotesen var feil, og prosjektet ble avsluttet.

Prosjekt: 193329 Isotope separation of silicon for use in the photovoltaic industry

Solceller til lavkost

Tynnfilmteknologi kan få ned prisen på solceller. Et prosjekt under ledelse av Ole Martin Grimsrud i Scatec AS kom et stykke på vei med nye materialer til solcellene. Prosjektet ble imidlertid stanset av prosjektleder.

Prosjekt: 195193 Novel low-cost nano-silicon solar cells

Lagringstanker for hydrogen

Metallhydrid er egnet seg godt for både lagring av hydrogen i kompakte tanker og i kompressorer. I et prosjekt under ledelse av Volodymyr A. Yartys ved IFE utviklet forskerne teknologi for ESA som resulterte i en patentsøknad.

Prosjekt: 169736 Nano science for new advanced metal-hydrogen systems towards applications

Samfunnet og dopede solceller

Tredje generasjons solceller kan utnytte mye mer av sollyset og vil bli et viktig bidrag til å sikre verden nok energi. Men hva med helse, miljø og sikkerhet i produksjonsprosessen? Og hva mener samfunnsaktørene og forbrukerne?

I et såkalt integrert prosjekt, som er en nyvinning i Forskningsrådet, skal teknologisk utvikling av nye solcellematerialer gå hånd i hånd med samfunnsvitenskapelig forskning. Teknologene skal utvikle solceller som både skal gi mer energi enn dagens solceller og bli enklere å produsere enn tilsvarende høyeffektive solceller brukt i satellitter, og dermed gi lavere produksjonspriser for strøm. Samtidig blir teknologene selv gjenstand for forskning.

Dette er en ny måte å drive et forskningsprosjekt på, der den ene halvdel utvikler avansert ny teknologi og ser på helse, miljø og sikkerhet mens den andre halvdel ser på interessegruppens syn på utviklingsprosessen og teknologien. Målet med prosjektet, som ledes av Turid Worren Reenaas ved NTNU, er å utvikle samfunnsmessig robuste solceller. Dette innebærer at solcellene utvikles i samsvar med hva samfunnet aksepterer og ønsker.

Underveis og til slutt i prosjektet, som løper fra 2011 til 2014, vil forskerne se på hvordan diskusjonene på tvers av faggruppene påvirket utviklingen og design av teknologien.

Doping

Utviklingen av de nye solcellene er basert på kunnskap bygd opp i et tidligere teknologiprojekt, som nå spisses inn mot utvikling av høydopede halvledere. Dopedet er atomer fra et annet stoff enn halvlederen. Det styrer egenskapene til solcellen. Ideen med høydoping er at dersom halvlederen blir tilført tilstrekkelig mange atomer av dopedstoffet, vil det bli en mye mer effektiv solcelle. I en ferdig solcelle vil det høydopede laget plasseres mellom to andre lag med dopenivåer

som i en vanlig solcelle. I teorien kan en høydopet solcelle av sinkulfid dopet med krom som prosjektet ser på, oppnå en virkningsgrad på 47 prosent.

Det finnes materialer som gir enda mer effektive solceller, men de inneholder i mange tilfeller stoffer som er giftige før de blir bundet i solcellene. Spørsmålet er da om teknologene, industrien, politikere, miljøorganisasjoner og samfunnet forøvrig vil akseptere en solcelle som gir billigere strøm, men som inneholder potensielt farlige stoffer.

PROSJEKTER

203503 Socially Robust Solar Cells (SoRoSol)

181886 Nanomaterials for 3rd Generation Solar Cells



Turid W. Reenaas ved NTNU på laboratorium for deponering av tynnfilm.

Termoelektriske materialer

Fysisk Institutt ved UiO, med prosjektleder Johan Taftø i spissen, har bygd opp nasjonal kompetanse på materialer som produserer elektrisk strøm når temperaturen endrer seg. Forskerne har lyktes i å lage et energieffektivt materiale.

Prosjekt: 181995 Thermoelectric materials; synthesis, electronic structure, functionality

Bedre brenselceller

I et prosjekt ved UiO med Anette Eleonora Gunnæs som prosjektleder har forskerne studert metalloksid-grenseflater i anoder for brenselceller (SFOC) og laget modellkatoder med ulike teknikker.

Prosjekt: 182065 Nano-ionics for energy technology (NANIONET)- Integrated theoretical and experimental analysis of surfaces and microstructures

Nye litiumbatterier for biler

UiO bruker en metode med å legge på lag på lag med atomer (Atomic Layer Deposition) for å utvikle mer effektive og bedre litiumbatterier. Prosjektet ledet av Helmer Fjellvåg har brakt UiO i forskningsfronten på denne teknologien.

Prosjekt: 178177 High-Power Solid-State Lithium Batteries

Bidrar til mye større vindturbiner

Jo lengre turbinblader, jo mer energi kan en vindturbin produsere. Men hvordan lager man 100 meter lange turbinblader som ikke knekker eller slår borti tårnet? I Porsgrunn har man deler av svaret.

Bladene i vindturbiner er i prinsippet bygd opp av et tynt, hardt overflateskall og en porøs stiv kjerne i midten. Kjernen skal både holde formen på turbinbladet og sørge for stivheten. For å få mest mulig ut av hver vindturbin, er drømmen å lage lengre og lengre turbinblader. Dobbelt så lange turbinblader betyr omtrent fire ganger så mye energi ut fra vindturbinene. I dag er de lengste bladene 50 meter. Med ny teknologi kan de bli hele 100 meter.

Problemet med dagens materialer er at bladene kan slå borti tårnet dersom de ikke er stive nok, og dersom de er stive nok, blir de for tunge for turbinene på toppen av tårnet.

I et prosjekt under ledelse av Harald Jacobsen i Ineos, utvikler forskerne PVC-skum til kjernen i turbinbladet som er 30 prosent lettere enn dagens materialer uten at det går utover stivheten til turbinbladene. Partikler i størrelse 5-100 nanometer er nøkkelen.

Partiklene i blandingen vil påvirke kjernematerialet slik at det blir lettere og sterkere.

Utfordringen ligger i å lage en blanding av PVC og nanopartikler der partiklene fordeler seg helt jevnt i PVC-en uten å klumpe seg sammen, og der det samtidig er god kontakt mellom partiklene og PVC-materialet.

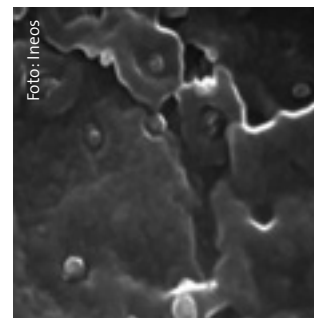
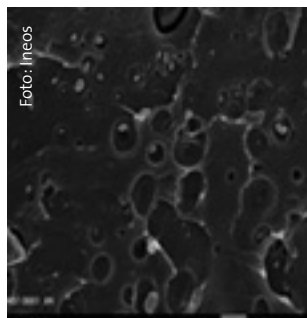
I et tidligere prosjekt avklarte forskerne hvordan modifiserte nanopartikler basert på metalloksider eller silika kan fordeles jevnt i PVC-en slik at slagfastheten til materialet kan økes uten at stivheten reduseres. Det førte til en patentsøknad for metoden.

Det nye prosjektet har funnet frem til flere nanopartikler som har de rette overflateegenskapene for bruk i PVC-skummet. SINTEF og Elkem Silicon Materials deltar i prosjektet med nanopartikler basert på egen teknologi.

PROSJEKTER

203505 High Strength PVC Foam for Wind Mill Applications

181785 Funksjonaliserte nanopartikler for bruk i PVC materialer og prosesser



Bruddflater i PVC etter slag tatt i elektronmikroskop. T.v.: Dårlige mekaniske egenskaper som skyldes at det ikke er kontakt mellom partikler og PVC-materialet. T.h.: Sterkt forbedret slagfasthet på grunn av god kontakt mellom partikler og PVC-materialet.

Hybridbatteri 1

KeraNor har undersøkt hvordan porøse keramiske materialer kan brukes i blybatterier for hybridbiler. Under ledelse av Bernt Thorstensen har prosjektet gitt grunnleggende kunnskaper som er videreført i et nytt prosjekt (se Hybridbatteri 2) og i flere EU-prosjekter.

Prosjekt: 176234 Utvikling av keramiske, bipolare batteriplater ved bruk av nanomaterialer og nanoteknologi

Hybridbatteri 2

KeraNor AS utvikler keramiske plater for blybatterier til hybridkjøretøyer. I et prosjekt ledet av Bernt Thorstensen utvikles stabile, porøse, keramiske plater med tilstrekkelig styrke. Prosjektet skal kunne ut i en prototyp-plate.

Prosjekt: 193331 Nye materialer for bipolare batterier

Ny produksjonsmetode for batterier

I et prosjekt ledet av Lars Ole Valøen i Miljøbil Grenland AS utvikler forskerne en produksjonsmetode for litiumionbatterier som reduserer produksjonskostnadene og øker energitettheten uten at det skal gå ut over levetid eller sikkerhet.

Prosjekt: 195491 Ny fremstillingsprosess for litium-baserte battericeller

Lovende energimaterialer

Ledende oksider er en ny gruppe materialer som det stilles store forventninger til over hele verden. Norske forskere er med på utviklingen både innen transparente ledere og protonledere.

Ved Universitetet i Oslo (UiO) oppdaget Ola Nilsen og hans kolleger at de kunne fremstille ledende sinkoksid med billige kjemikalier, og produsere såkalte protonledende filmer med tynnfilmteknikken ALD (atomic layer deposition). Dette er en teknikk som gjør det mulig å designe materialer med atomær presisjon.

Nå er UiO og deres samarbeidspartnere ett år ute i det treårige prosjektet EMALD. Målet er å utvikle transparente, ledende materialer for solceller og smarte vinduer, basert på sinkoksid, samt protonledende materialer basert på tyngre

grunnstoffer. Målet er at resultatene skal lede til en teknologi og en fremstillingsmetode til et konkurransedyktig kostnadsnivå. Dette kan gi mer effektive solceller, billigere flatskjermer, og elektrolytter for nye typer lavtemperatur brenselceller.

PROSJEKTER

195233 Energy Materials by Atomic Layer Deposition (EMALD)

163574 Metal Organic Chemical Vapour Deposition (MOCVD) for synthesis of complex oxides

Fargerik solvarme

Nanostrukturerte overflater skal gjøre moderne solfangere både mer effektive og attraktive.

Gründerbedriften Aventa AS i Oslo har samarbeidet med slovensk industri og forskning om å utvikle en spesialmaling med nanopartikler. Den gjør at solfangere avgir mindre varmestråling i det infrarøde området, og mer av energien i sollyset kan omsettes til nyttig varme. Flere fargenyanser som samtidig opprettholder en høy energieffektivitet bidrar til at solfangere blir mer attraktive valg for byggherrer og arkitekter.



Bygningsintegrerte solfangere kan snart fås i flere farger, ikke bare i svart som på dette pilotanlegget i Oslo.

I MATERA-prosjektet som ledes av Michaela Meir ved UiO, vurderes også et slitesterkt og selvrensende sjikt på den transparente og UV-absorberende dekkplaten. Et nanostrukturert overflatebelegg hindrer at støv og smuss fester seg og reduserer solfangereffektiviteten.

PROSJEKTER

189710 Multifunctional paint coatings for «all-polymeric» solar thermal collectors

Nye elektrodematerialer i brenselceller

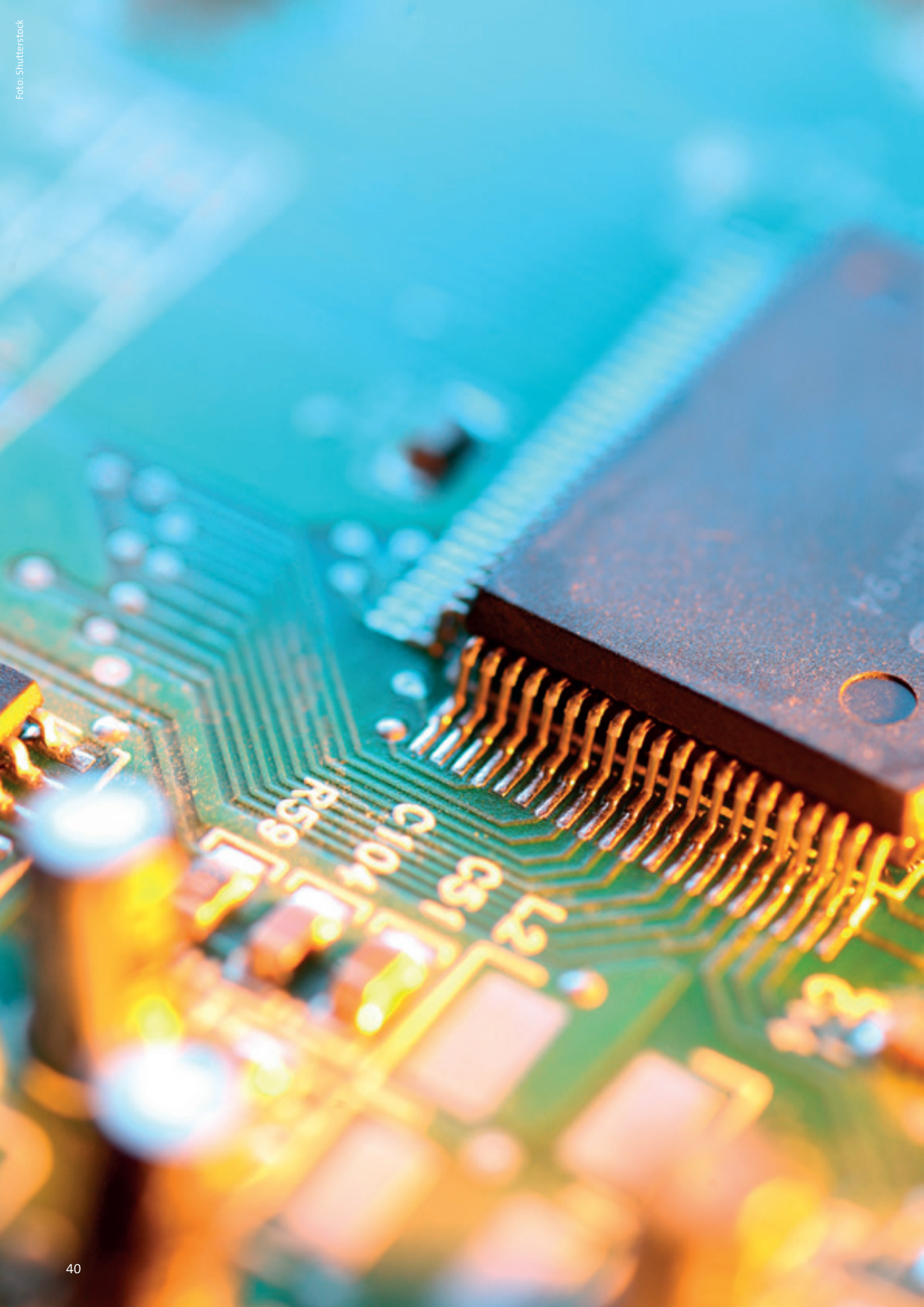
For å få enklere og mer stabile brenselceller jobber forskerne med å få driftstemperaturen under 800 °C. I et prosjekt ledet av Arild Vik i Prototech AS er målet å utvikle nye materialer på overflaten av elektrodene i brenselcellen og med lavere produksjonskostnad.

Prosjekt: 176214 Design and Production of Planar SOFCs from Nanoparticles with Emphasis on Support and Sealing

Katalysator for brenselceller

Ørsmå partikler av edelmetaller dekket med et lag andre atomer kan være gode katalysatorer for å bedre ytelsen av brenselceller. I et prosjekt ledet av Svein Sunde ved NTNU studeres hvordan slike partikler kan forbedre forbrenningen av metanol.

Prosjekt: 182044 Carbon-supported core-shell electrocatalysts for oxidation of small organic molecules

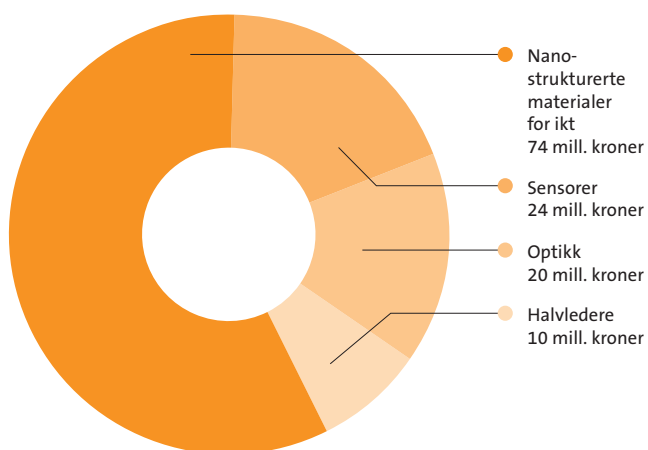


IKT og mikroteknologi

IKT/mikroteknologi har vært et satsingsområde fra programstart. Programmet har finansiert prosjekter fra helt grunnleggende forskerprosjekter med til dels svært langsiktige målsettinger til langt mer markedsnære prosjekter innenfor IKT/mikroteknologi. Viktige problemstillinger knytter seg til mikroprosessorer og sensorer. Området er programmets nest største satsingsområde etter energi.

Prosjektporteføljen

Total finansiering (2002-2011) til prosjekter med relevans for IKT/mikroteknologi er om lag 130 mill kroner (ca. 18 % av totalbudsjettet) fordelt på 15 prosjekter, hvorav 8 forskerprosjekter, 5 innovasjonsprosjekter i næringslivet og én nasjonal forskerskole «Nanoteknologi for mikrosystem». Prosjektfinansiering varierer fra 2 til 52 mill. kroner, hvor sistnevnte prosjekt var et nasjonalt koordinert og utgjorde hele 40 % av NANOMATs satsing innenfor temaet. Figuren under gir en forenklet skjematisk inndeling av innsatsen.



Noen trender – hvor er forskningsutfordringene?

Skillet mellom mikro- og nanoelektronikk er i ferd med å viskes ut. Miniatyrisering, kapasitetsøkning og krav til raskere prosesser driver forskningsfront og innovasjoner fremover. Nanoteknologi har stort potensial for å realisere nye løsninger og gjennombrudd for håndtering og flyt av informasjon, via deteksjon, lagring og styring. Stikkord her er mikroprosessorer og sensorer.

Det utvikles stadig mindre enheter for for eksempel miljø- og prosessovervåking via sensorer. Disse brukes ofte for kontinuerlig overvåking i systemer med store krav til robusthet og driftssikkerhet. Det samme gjelder sensorer innenfor helse og helsevesen. På høste siden utvikles nye energisensorer som kan hente ut overskuddsenergi fra for eksempel biler. På lagringssiden har nanoteknologi allerede demonstrert sitt fulle potensial gjennom dagens avanserte datamaskiner, som får stadig større lagringskapasitet, blir hurtigere, men samtidig mindre og mindre. Basert på nye nanoteknologiske løsninger og nye materialer vil denne trenden kunne fortsettes.

Kuler med suksess

Norske ugelstadkuler vinner stadig nytt terreng. I fremtiden kan de få en viktig anvendelse også i forbrukerelektronikk.

Skedsmo-bedriften Conpart har med utgangspunkt i de såkalte Ugelstadkulene utviklet materialteknologi som er meget etterspurt av internasjonal elektronikkindustri. Suksessen kan i stor grad tilskrives det gode samarbeidet mellom Conpart og NTNU, der mer grunnleggende forskning er gjennomført.

Resultatene fra det såkalte Hybrid-prosjektet resulterte i en vellykket kommersialisering av kuler for LCD-industrien. Bedriften er nå i ferd med å gjenta det samme med resultatene fra et annet prosjekt som ble avsluttet i 2011.

Homogene

I 2008 ble første generasjon av kuler for bruk under sammenstilling av LCD-skjermer kommersialisert. Strenge krav medførte at nye materialkombinasjoner måtte utvikles og karakteriseres, samt at en metode måtte utvikles for å luke ut absolutt alle partikler som ikke hadde riktig størrelse (i utgangspunktet 1 av 1000 kuler) og garantere 100 prosent homogene polymerkuler med diameter ned i 2,5 mikrometer størrelse. Kulenes fysiske egenskaper måtte også tilpasses og verifiseres i samarbeid med leverandøren Dynal på Lillestrøm, som i dag heter Life Technologies.

Conparts kunde legger metall på kulene, slik at de kan brukes som elektriske kontakter. I dag finnes disse kulene i mange LCD-skjermer.

I det siste prosjektet, med prosjektleder Helge Kristiansen i spissen, har Conpart sammen med Microbeads og SINTEF utviklet langt større kuler (700 mikrometer) som basis for nye, miljøvennlige og fleksible loddekuler. Hensikten er å utvikle

et produkt som skal erstatte konvensjonelle loddekuler, som oftest av tinn eller kobber. Her blir polymerkulene påført et lag kobber, før de dekkes av et legeringsmateriale som skal gi kulene de riktige fysiske egenskapene for selve loddeprosessen.

Uvurderlig betydning

Conpart mottar støtte fra flere av Forskningsrådets programmer for å utvikle og kommersialisere disse produktene. Gründer og daglig leder Tom Ove Grønland understreker at denne støtten er av helt avgjørende betydning for at Conpart og de mange samarbeidspartnerne har klart å utvikle vellykkede produkter for elektronikkindustrien.

PROSJEKTER

181817 Manufacturing and application of metal coated polymer particles as BGA/CSP balls in electronic interconnect

176225 Hybrid partikler: Design, syntese og karakterisering

Tilknyttede prosjekter ved NTNU:

169737 Nanostructured Polymer and Composite Particles: Mechanical Properties

187269 From Molecular Structures to Mechanical Properties: Multiscale Modelling for Ugelstad Particles (MS2MP)

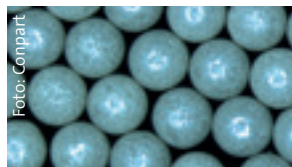


Foto: Conpart



Foto: Conpart

Conpart samarbeider med flere store aktører i den internasjonale elektronikkindustrien om å utvikle mer effektive og miljøvennlige loddemetoder basert på ugelstadkuler.

Høster energi fra vibrasjoner

Mange steder er det ikke ønskelig med batterier, særlig i små sensorer på utgjengelige steder. I et prosjekt ledet av Terje Kvisterøy i SensoNor, har forskerne utviklet energihøstere som er integrert med sensorer for måling av dekktrykket i biler uten ekstern strømtilførsel.

Prosjekt: 176485 Nanomaterialer for Mikro Energihøsting

Nye nanostrukturer i halvledere

Bedre forståelse av nanostrukturene i halvledere kan bane veien for nye anvendelser innenfor elektronikk og optikk. Et bruksområde er solceller

Prosjekt: 158549 Semiconductor nanostructure research

Produksjon av nytt halvleder materiale

Énkrystallint sinkoksid er et lovende nytt halvleder materiale. I et prosjekt under ledelse av Bengt Gunnar Svensson ved UiO, ser forskerne på hvordan ionestråling kan modifisere elektriske, optiske og magnetiske egenskaper i tynne filmer. Slike modifiserte filmer kan for eksempel bli brukt i solceller.

Prosjekt: 182018 Nanostructuring of novel semiconductors by ion beams

Linse for mobilkamera

Ved å etterligne det menneskelige øye kan mobilkameraet få linse med innebygd autofokus uten bevegelige deler.

Når øyet fokuserer på nært hold, strammer musklene rundt øyet seg akkurat nok til at linsen får riktig krumning. Musklene slapper av igjen når vi skal se på langt hold. Hos PoLight i Horten bruker forskerne den samme teknikken. Øyets linse er erstattet av en polymer mens musklene er representert ved en piezoelektrisk film. Piezoelektriske materialer trekker seg sammen når de blir påført en elektrisk spenning.

Uten bevegelige deler blir linsen svært rask og fokuserer på ett millisekund. Andre linser trenger 10–50 millisekunder på å fokusere.

Jon Herman Ulvensøen i PoLight har ledet prosjektet TLENS, som la grunnlaget for det som kan bli en kommersiell suksess. Ignis Photonyx og SINTEF så allerede i 2006 et stort potensial i styrbare linser. Året etter kom flere investorer med, og selskapet ble døpt om til PoLight. Teknologien ble demonstrert i 2008. Nå er planen å få i gang volumleveranser i 2012.

PROSJEKTER

176390 TLENS (Tunable lens)-En styrbar polymerbasert autofokuslinse
169595 Funksjonell optiske og elektriske polymere filmer



Jon Herman Ulvensøen i PoLight med prototypen til en linse for mobilkamera.

Fra laser til solceller

NTNU forsøkte å utvikle nanotråd-lasere. Det ble i stedet lyse utsikter for mer effektive solceller.

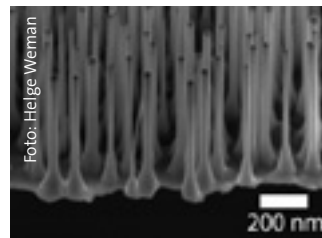
Etter fire år av NTNUs nanolaserprosjekt kom forskerne fram til at det var mer utfordrende å nå målet enn de håpet i utgangspunktet. I stedet har resultatene fra prosjektet ført til to lovende spin-off-prosjekter innen utvikling av mer effektive solceller.

Nå er prosjektet, som ledes av Helge Weman ved NTNU, på god vei med å finne riktige materialer og strukturer for nanolasere.

Forskergruppen har sett på hvordan de kan kontrollere groing av nanotråder i henholdsvis kubisk og heksagonal struktur. De to strukturene har forskjellige optiske og elektriske egenskaper, og kan kombineres for å lage nye komponenter med helt nye egenskaper.

PROSJEKT

182091 Modelling and Fabrication of Nanowire lasers



Karbonnanotråder som vokser på gullprikker i nano-størrelse.

Avanserte produksjonsmetoder

Senter for materialvitenskap og nanoteknologi i Oslo, med prosjektleder Henrik Ræder i spissen, har bygd opp kompetanse på produksjon av nanopartikler av halvledere og på hvordan silisium og piezoelektriske filmer kan integreres og produseres.

Prosjekt: 153864 Material science and nanotechnology at the NMC-MRL; functional oxides and oxide-embedded nanostructures

Justerbare optiske filtre

Åpningen av MiNaLab ga støttet til et prosjekt for å se på hvordan halvleder-materialer også kunne brukes til optikk. Prosjektet Nanophot under ledelse av Aasmund Sudbø ved UNIK førte til patentsøknad og industriell utnyttelse.

Prosjekt: 163549 Nanostructures for optics

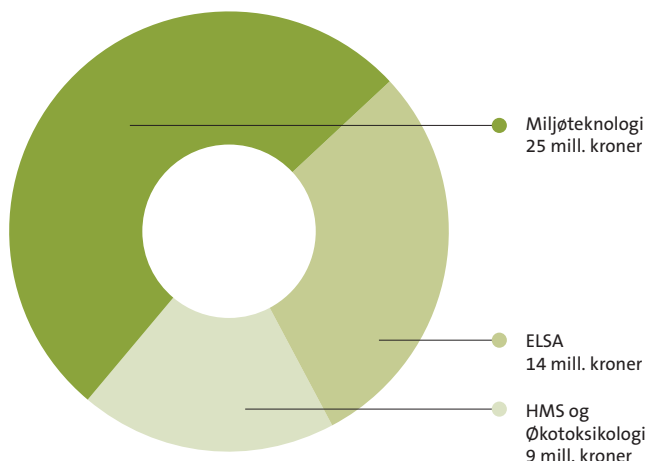


Miljø og ansvarlig teknologiutvikling

Programmet har gjennom programperioden hatt et økende fokus på helse, miljø og sikkerhet (HMS) og etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter (ELSA) ved teknologiutviklingen. Idet programmet har beveget seg fra et «grunnforskningsprogram» til et strategisk Stort program, er HMS og ELSA gitt en større forskningspolitisk rolle og prioritet i programmet

Prosjektporteføljen

Total finansiering (2002-2011) til prosjekter innenfor denne kategorien er omlag 48 mill. kr (ca 6 % av totalbudsjett) fordelt på 13 prosjekter. Av disse kan omlag 23 mill. kroner tilskrives ELSA (herunder integrert forskning om forbrukerperspektiver) og HMS/økotoksikologi. 25 mill. kroner kan tilskrives miljøteknologiprojekter, gjennom nye teknologiske løsninger for reduserte miljøbelastninger og/eller bærekraftig bruk av naturressurser. Prosjektfinansiering varierer fra små nettverkstiltak på 0.014 mill. kroner til et 6 mill. kroners forskerprosjekt. Figuren under viser fordeling per område i mill. kroner.



Noen trender - og utfordringer

Innenfor miljøteknologi jobbes det for en bærekraftig utnyttelse av naturressurser og nye løsninger med lavere miljøbelastninger. Her har norske forskningsmiljøer gode muligheter til å bidra på en rekke områder. Ny innsikt om katalysatorer på nanonivå kan gi mer effektive prosesser for fremstilling av biodrivstoff og resirkulering av avfall. Innen transport er det stort potensial for å redusere forbruk av drivstoff ved å bruke lettere og sterkere materialer basert på nanoteknologi. Rent vann er en viktig samfunnsutfordring, og ny nanobasert membranteknologi har stort potensial for kommersielle aktører og norske forskningsmiljøer.

Det er viktig å ha fokus på en samfunnsmessig ansvarlig teknologiutvikling. En utfordring er mangelen på kunnskap om mulige effekter av nanomaterialer på mennesker og miljø, og det er behov for bedre analysemetoder for å karakterisere nanomaterialer.

Samfunnsmessig ansvarlig teknologiutvikling forutsetter et produktivt samarbeid mellom forskning og samfunn (ELSA) og forskning knyttet til HMS, risiko og økotoksikologi. Dette krever nye former for tverrfaglig samarbeid og en samfunnsdialog hvor forskning diskuteres bredt i åpent rom.

Kunnskap om nanoteknologiene vil gi beslutningstakerne et bedre utgangspunkt for å utforme politikk og reguleringer som tar hensyn til muligheter og trusler, og sikre at viktige verdivalg knyttet til teknologiutviklingen er forankret i befolkningen.

Utviklingen av nanoteknologi ut i det offentlige rom

Forbrukere, politikere og samfunnsborgere trengs i debatten om hvordan nanoteknologi skal utvikles og utnyttet.

Hvordan man skal fatte politiske, regulatoriske og fagpolitiske beslutninger når det er god grunn til å anta at teknologien vil få uforutsette og overraskende virkninger? Et treårig prosjekt ledet av Roger Strand ved Universitetet i Bergen tilnærmet seg spørsmålet ved å gå på tvers av faggrensene, og se på usikkerheten og kompleksiteten i et helhetsperspektiv.

Prosjektet omfattet blant annet studier av bruk av bilder og grafikk i presentasjon og kommunikasjon om nanoteknologi, vilkår for en velfungerende samfunnsdialog, og moralske og regulatoriske aspekter ved nanoforskerens samfunnsansvar.

Prosjektet inneholdt blant annet en analyse av ulike ideologiske diskurser om nanoteknologi og natur, som resulterte i en artikkel i det prestisjetunge tidsskriftet *Nature Nanotechnology*.

Fikk engasjert forbrukerne

Et lite prosjekt i 2006 fikk store ringvirkninger for åpenheten rundt nanoteknologi i Norge. Tidligere hadde forskerne og næringslivet i stor grad definert agendaen og pekt på alle de positive sidene ved nanoteknologi.

I et prosjekt ledet av Eivind Stø ved Senter for forbrukerforskning (SIFO) ble både forbrukere, politikere og interesseorganisasjoner trukket med i spørsmålet om hvem som skulle være føre var.

I løpet av prosjektperioden flyttet nano seg ut fra universitetene og laboratoriene til bedriftene og etter hvert i forbrukermarkedet.

Forskerne intervjuet ulike aktører i samfunnet om hvor opptatt de var av føre-var-prinsippet i utvikling av ny teknologi. Det viste

seg at kunnskapsnivået var veldig variabelt, men undersøkelsen i seg selv høynet bevissthetsnivået og kunnskapen om nanoteknologi.

Prosjektet resulterte i at Norge kom inn i et nettverk for lignende forskning i andre land, og det ble en plattform for norske forskningsmiljøer til å bli med i EU-programmer. Blant annet ble SIFO koordinator for et EU-prosjekt.

PROSJEKTER

171 838 Interdisciplinary Studies of Ethical and Societal Implications of Nanotechnology

171 842 The precautionary principle in nanotechnology: Who should be precautionary?

Oppfølger

182043 Governance of the precautionary principle and the nano-consumer: A comparison of ethical aspects in nano-products in Norway and the UK



Kamilla Kjølborg ved UiB fikk Meltzers yngre forskerpris for sin forskning på nanoteknologi og etikk av UiBs rektor Sigmund Grønmo.

Foto: Thor Brødreskift

Nettverk for HMS og ELSA

Nettverket SafeNano Norway dekker alle områder av helse, miljø og sikkerhet (HMS) og etiske, juridiske, samfunnsmessige aspekter (ELSA) ved nanoteknologi. De fleste store forskningsaktørene er med, og noen industribedrifter.

Prosjekt: 203559 National network initiative in the area of HSE and ELSA aspects of nanomaterials

Tillitskapende teknologiutvikling

I et prosjekt ledet av Bjørn Myskja ved NTNU har forskerne studert hvordan risikoanalyser blir håndtert i tidlig fase i teknologiprojekter. Prosjektet diskuterer risiko, tillit og fordeler ved nanoteknologi.

Prosjekt: 182046 NANOTRUST: Ethical conditions for a socially robust use of nanobiotechnology in aquaculture

Samfunnet og nye solceller

I et integrert prosjekt, som er en nyvinning i Forskningsrådet, skal teknologisk utvikling av tredje generasjons solceller gå hånd i hånd med samfunnsvitenskapelig forskning, for å få med interessegruppens syn på utviklingsprosessen og teknologien.

Prosjekt: 203503 Socially Robust Solar Cells (SoRoSol)

Nanoteknologi som miljøproblem – og løsning

Enkelte nanopartikler kan representere en helsemessig trussel mot levende organismer. Andre nanoskalerte materialer kan tilby gode løsninger på andre miljøproblemer.

Metaller som sølv, kobolt og cerium er giftige i enkelte kjemiske forbindelser. I et prosjekt ledet av Erik Joner ved Bioforsk, har forskerne funnet ut at de også har uheldige helse- og miljømessige effekter når de slipper ut i naturen i form av nanopartikler. Sølv er her det vanligste materialet, og brukes som bakteriedrepende belegg i blant annet vaskemaskiner. Det giftige stoffet er funnet igjen i blant annet fisk og meitemark.

Hinne av cellulosefibriller

Nanostrukturerte materialer kan også være positive for miljøet. PFI har gjennom flere sammenhengende prosjekter over flere år blitt blant de ledende i verden til å skape nye, spennende egenskaper ved cellulose. I dette siste prosjektet, ledet av Kristin Syverud, har de utviklet metoder for å utnytte cellulosefibriller til å gi væsker mer miljøvennlige egenskaper.

I et samarbeid med Akzo Nobel har de frambragt såkalt mikro-fibrillert cellulose for å stabilisere vanndråper i diesel. I det samme prosjektet har de samarbeidet med Jotun om å bruke cellulose-produktet som et miljøvennlig tilsetningsstoff i maling. Cellulosefibrillene legger seg som en hinne på overflaten

av de mikroskopiske vanndråpene i dieselen, og tilsvarende oljedråper i malingen. Det bidrar til en mest mulig stabil og homogen blanding, og hindrer væskene i å skille seg.

Bedre bestandighet

I et tidligere prosjekt har Jotun i samarbeid med SINTEF utviklet overflatemodifiserte silikapartikler som bidrar til å redusere behovet for helseskadelige løsemidler i maling.

I et prosjekt ledet av Tina Helland i Jotun har forskerne sett på hvordan partiklene kan gi epoxybasert maling bedre slitestyrke og bedre bestandighet mot lys og kjemisk påvirkning.

PROSJEKTER

- 182069 Environmental fate and ecotoxicity of manufactured nanoparticles
- 181808 Nanosized cellulose fibrils as stabilizers of emulsions
- 187250 Miljøvennlige bindemidler og malingssystemer basert på modifiserte nano Silika partikler
- 176216 Nano Silika Bindemiddel teknologi
- 163582 Development of new bio based materials using nanotechnology



Foto: Thor Nielsen

Prisvinnere 2011 SINTEFs fremragende forskning

Ferdinand Männle og Christian Simon fikk SINTEFs pris for fremragende forskning som har gitt mer miljøvennlig husmaling.

Plastmembraner for å skille ut CO₂

Ved å velge ulike plastmolekyler (polymerer), kan en membran være åpen for noen gasser og stengt for andre, for eksempel for å skille CO₂ fra hydrogen-gass. I et prosjekt ledet av Jon Samseth i SINTEF ble det utviklet tre ulike membraner med lovende egenskaper.

Prosjekt: 163530 Design and Development of Robust Nanostructured Polymer and Nanocomposite Membranes for Selective Acid-Gas Separation

Design av nanofiber med lav giftighet

Når hydrogen produseres fra naturgass, er et av produktene karbonfiber i nano-størrelse. I et prosjekt ledet av Ellen Katrine Jensen i Elkem har forskere undersøkt egenskaper til slike karbonfibre fremstilt ved ulike betingelser og gjennomført toksikologiske tester på mus og på celler.

Prosjekt: 176425 Karbonfiber og helse - design av nanofiber med lav toksisitet

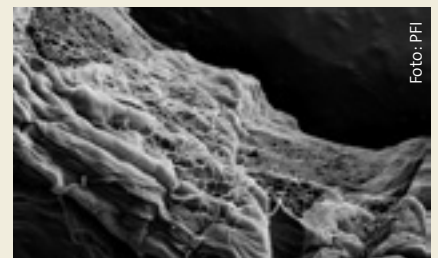


Foto: PFI

Såkalt mikro-fibrillert cellulose viser seg å ha svært mange spennende anvendelser som komponent i andre materialer.





Helse

NANOMAT har siden oppstart i 2002 hatt fokus på helseområdet, særlig fremtredende er dette i programplanen fra 2007-2011. NANOMAT har finansiert prosjekter innenfor målrettet medisiner, personalisert medisin og fremstilling av vev/implantater med bedre biologisk funksjon. I tillegg har det vært finansiert prosjekter av grunnleggende karakter innenfor celle-celle kommunikasjon og celleopptak av nanopartikler, områder av vital betydning for anvendelse av nanostrukturer på helseområdet.

Prosjektporteføljen

Total finansiering (2002-2011) til prosjekter med relevans for helseområdet er drøyt 40 mill. kroner (ca. 7 % av totalbudsjettet), fordelt på 13 prosjekter. Prosjektfinansiering varierer fra 8 mill. kroner til nasjonale nettverk på 0,08 mill. kroner. Området har vært underfinansiert fra programmet de siste årene. Veksten til programmet kom til fornybar energi gjennom Klimaforliket. Figuren under viser fordeling per tema.

Noen trender – hvor er forskningsutfordringene?

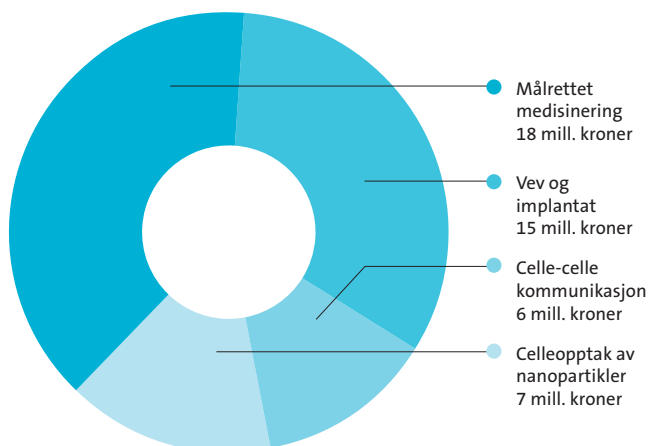
Norge står overfor enorme utfordringer med å opprettholde et bærekraftig helsevesen. Dette skyldes dels en utvikling

mot en betydelig eldre befolkning og de sykdommer og pleiebehov dette medfører. Pasientenes behov er derfor en driver for nanoteknologisk helseforskning. Forskningen er tverrfaglig og kjennetegnes av at biologiens prinsipper utvikles i samspill med forståelsen av «tingenes» egenskaper på nanonivå og med bruk av IKT for å styre komplekse prosesser.

Målrettet medisiner er et intensivt forskningsområde. Ideen er å gi medisiner «stealth» egenskaper med målrettet funksjon. Bivirkninger unngås og medisiner kan tilpasses individuelle behov. Et annet tema er nye måter å «gro» vev og lage implantater til erstatning for skadet hud og defekte organer og ledd (regenerativ medisin). Et tredje område er biosensorer og annen form for tidlig diagnose og sykdomsovervåking, også knyttet til en terapi, såkalt teranostikk.

Nanomedisin berører problemstillinger relevante for samfunnet og den enkelte, og for forholdet mellom lege og pasient. Eksempler er gapet mellom tilgang til diagnose og reelle behandlingsmuligheter samt muligheter for tett(ere) pasientovervåking. De unike egenskapene ved materialer på nanoskala utgjør også en potensiell usikkerhet med tanke på hvor og hvordan de eventuelt tas opp i kroppen og hvordan de påvirker vitale organer. Først når mer kunnskap om dette er på plass, vil nanomedisin kunne finne bred anvendelse.

Norge har etter hvert opparbeidet en rekke spennende oppstartbedrifter innenfor nano og helsesegmentet. Utfordringen er å videreutvikle disse til industrielle aktører av størrelse og omfang som betyr noe for norsk verdiskaping.



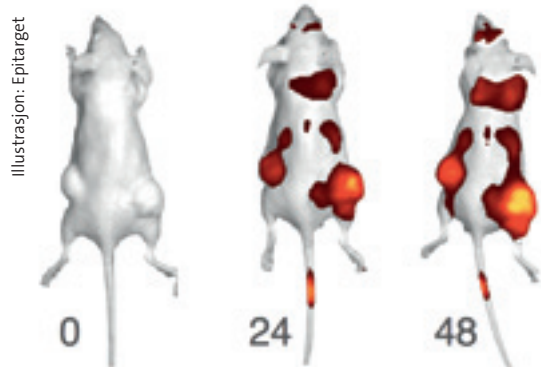
Ultralyd frigjør kreftmedisin

Snart kan medisiner leveres direkte til kreftceller uten at friske celler påvirkes. Det norske selskapet Epitarget har sikret seg en internasjonal posisjon og kontakter med store farmasiselskaper.

Mange forsker på metoder for å levere medisin til kreftcellene der medisinen plasseres i liposomer, eller fettbobler, som fraktes med blodet og fester seg til kreftcellene. Utfordringen er å få medisinen fra fettboblen inn i kreftcellen. Esben A. Nilssen og Sigrid Fosshem hadde en ide om at ultralyd kunne åpne liposomene og celleveggen samtidig slik at medisinen kunne komme inn i cellen.

Industrielt prosjekt

Etter fire års forskning har de utviklet en metode som virker, demonstrert gjennom flere dyreforsøk. Nå står selskapet Epitarget foran et veiskille: Skal de lisensiere ut teknologien



Figuren viser hvordan liposomene hoper seg opp i kreftsvulstene i en mus over en periode på 48 timer. Måltrettet ultralyd får liposomene til å åpne seg og slippe ut cellegiften.

til et stort farmasiselskap eller skal de utvikle leveringsmetode og kreftmedisin videre selv?

Historien bak Epitarget er ikke som andre gründerhistorier der en forsker fra en forskningsinstitusjon starter et nytt selskap basert på mange års forskning. Her var det et rent industrielt prosjekt i et lite selskap.

Internasjonalt

Det privateide selskapet ble i 2007 strømlinjeformet til å utvikle ideen, og omdøpt til Epitarget, og etablerte et samarbeid med det franske forskningsinstituttet INSERM i Lyon. Epitarget har støtte fra både NANOMAT og Fransk-norsk stiftelse for vitenskapelig og teknisk forskning og industriell utvikling (FNS). Nylig har bedriften sammen med franske partnere fått finansiering fra det europeiske EUROSARS-programmet, som skal fremme samarbeid mellom FoU-intensive små og mellomstore bedrifter.

Forskningen har resultert i åtte vitenskapelige artikler og tre doktorgrader, deriblant en nærings-ph.d. Metoden er under patentbehandling i flere land.

PROSJEKTER

181779 Development of novel sonosensitive liposomes for targeted ultrasound mediated drug delivery - a new paradigm within cancer therapy

179253 Effect of ultrasound dosimetry on drug release from liposomes- implications for development of novel acoustically sensitive liposomes

Kontrollert medisiner

Medisin i innkapslet i en gel kan slippes ut i kroppen ved hjelp av temperatur, pH eller lys. Et prosjekt ved UiO under ledelse av Bo Nystrøm har gitt ny innsikt i hvordan biomolekyler i gelen fungerer.

Prosjekt: 158550 Functional Biomacromolecules for Application in Controlled Drug Delivery

Skreddersyr nanokapsler

I et prosjekt ved SINTEF under ledelse av Christian R. Simon har forskerne utviklet metoder for å produsere stabile medisin kapsler i nanostørrelse (50 og 250 nanometer i diameter). Overflaten på kapslene blir modifisert ut fra hvilket formål de har.

Prosjekt: 179590 Multifunctional Particulate Systems for Nanomedicine

Nanomedisinsk nettverk

For å styrke norske aktørers muligheter til å delta i EUs syvende rammeprogram innen nanomedisin, opprettet SINTEF Norsk nettverk for nanomedisin i 2007. Dette er blitt møteplasser hvor medlemmene får informasjon om relevante forskningsprogrammer.

Prosjekt: 182280 Nasjonale nettverks-tiltak innen nanomedisin

På vei mot reservedelsmennesket

Nanoteknologi gir oss nye, tryggere materialer i implantater og framsteg innen kreftforskning og utviklingen av kunstig framstilt vev.

Titan har høy biokompatibilitet, og er svært ettertraktet i proteser og implantater. Ofte brukes en legering for å gi metallet riktig seighet og styrke. Om den begynner å korrodere, eller ørsmå partikler løsner fra legeringen, kan dette være giftig eller kreftfremkallende. I et prosjekt ledet av John Walmsley ved SINTEF, er forskere i ferd med å utvikle en metode for å framstille rent titan av en slik kvalitet at det lar seg forme og bruke til proteser og implantater.

Sterkere enn metall

Ved å knuse metallet endrer de størrelsen på kornstrukturen til nanometerskala. Ved i tillegg å ettervarme det, blir det mye sterkere og kan ha bedre biokompatibilitet enn et ubearbeidet stykke metall. Styrken blir nesten like god som i legeringene, men prosessen er foreløpig kostbar. Annen forskning har vist at biokompatibiliteten til prosessert titan er enda bedre enn ren, ubearbeidet titan.

SINTEF og NTNU begynner å få et betydelig fagmiljø på dette området, noe som også er bemerket i internasjonale forskningsmiljøer.

Etterligner kroppens prosesser

I et prosjekt under ledelse av James Lorens ved UiB har forskere funnet en metode som får celler til å utvikle blodkar og blodårer i kunstig framstilt vev. I prinsippet «vet» cellen godt hva den skal gjøre. Utfordringen har vært å gi cellene de riktige betingelsene til at prosessen forløper normalt, og at det dannes friske og funksjonelle blodkar. Forskerne har blant annet funnet fram til en bestemt nanostrukturert overflate som gir cellene de riktige signalene slik at de utvikler seg som ønsket.

Håp for kreftbehandling?

Et av de mest oppsiktsvekkende funnene er at forskerne ikke bare bruker denne metoden for å utvikle nytt, friskt vev, men også til å gjenskape sykt vev, det vil si kreftsvulster. Dette kan bidra til ny kunnskap om hvordan kreftsvulster utvikler seg og hvordan de vekselvirker med blodkar, og i sin tur til utviklingen av nye medisiner og terapeutiske metoder i bekjempelsen av kreft.

PROSJEKTER

182000 Pure and ultra-fine grained Titanium for biomedical applications

182061 Nanostructured biomaterials for improved vascularization in tissue engineering

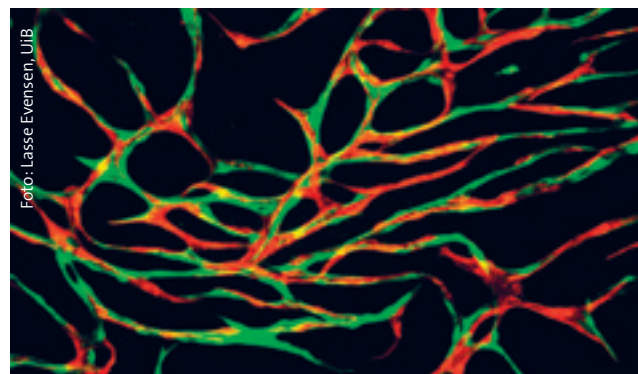


Foto: Lasse Evensen, UiB

Forskere ved UiB har klart å gro blodårer i en cellemodell som etterligner blodåredannelse i kroppen.

Plaster som stopper blødninger

Ved å legge et lag med nanofibre på plater materialet, har Snøgg gjort innledende studier av et plaster som stopper blødningen. Nanofibrene er så små at de kommer i direkte kontakt med det enkelte blodlegeme.

Prosjekt:182294 Innovative nanotechnology-based depot plaster for wound healing and medical treatment

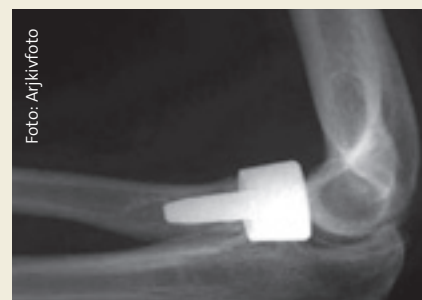


Foto: Arjivfoto

Rent titan er perfekt for proteser, men vanskelig å tilvirke. Det har forskere ved SINTEF gjort noe med.

Cellene bruker nanorør til å sende signaler

Oppsiktsvekkende forskning i Bergen har avslørt at de fleste celler kommuniserer med elektriske signaler. Oppdagelsen kan forklare hvordan cellene samarbeider for å utvikle vev i fosteret og hvordan sår gror.

I snart ti år har forskerne visst at celler kan «gro» tynne rør mellom hverandre. Rørene er 50-200 nanometer i diameter og opptil to-tre cellestørrelser lange. Disse forbindelsene oppstår mellom nesten alle typer celler og er en kommunikasjonskanal som er forskjellig fra alle tidligere kjente kommunikasjonsmekanismer mellom celler.

I 2010 oppdaget Xiang Wang og Hans-Hermann Gerdes ved UiB i tillegg at det går elektriske signaler gjennom nanorørene. Informasjon sendes dermed lynraskt fra en celle til en annen.

Resultatene har vakt oppsikt og ble trukket frem i Nature News høsten 2011.

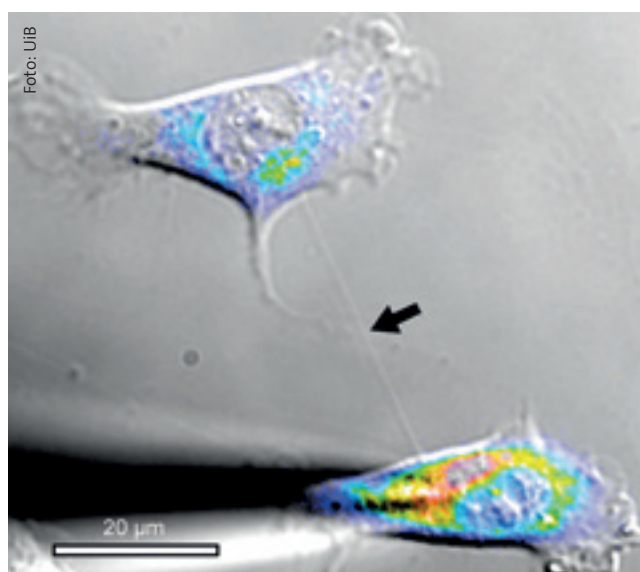
Nanorørene mellom cellene er vanskelige å følge. De etableres mellom to celler og så forsvinner de igjen etter bare noen få minutter. Forskerne i Bergen utviklet derfor avansert utstyr for å kunne manipulere cellene og filme hva som skjedde.

Nå jakter forskerne på hvorfor cellene sender elektriske signaler til hverandre. En mulig forklaring er at signalene brukes til å koordinere cellene når embryoet vokser. Da beveger cellene seg over lange avstander, og likevel viser de kollektiv oppførsel og beveger seg som en fugleflokk. En annen mulig anvendelse er styring av reparasjonscellene slik at de beveger seg mot et sår og lukker det. Dersom signalmekanismene også finnes i hjerneceller, bringer de inn ny informasjon om hvordan hjernen fungerer. Etter artikkelen i Nature News ser hjerneforskere muligheter for bedre forklaringer på bevissthet og elektriske koblinger i hjernen.

PROSJEKTER

182093 Towards the mechanism of formation and function of tunneling nanotubes

172646 Characterization of nanotubular networks on cell adhesive micro- and nano-patterned surfaces



En celle har koblet seg til en annen ved å gro et langt nanorør. Dermed kan elektriske signaler sendes fra en celle til den neste.



Nanorørene ble omtalt i Nature News 30. november 2011.

Nanopartikler kan stoppe transporten i cellene

Nye medisiner med nanopartikler kan bli gode til å helbrede sykdom, men de kan også føre til komplikasjoner. Forskere ved Radiumhospitalet har påvist hvordan transporten av viktige stoffer i cellene stopper opp.

Nanoteknologi gjør det mulig å skreddersy medisinene og «kjøretøyet» som bringer medisinene dit de skal. Flere dyreforsøk viser lovende resultater. Men det er ikke helt klart hvordan nanopartiklene påvirker celledisfunksjonen etter at medisinen har gjort jobben.

Tore-Geir Iversen ved Oslo Universitetssykehus/Radiumhospitalet og hans kolleger stilte seg det fundamentale spørsmålet om hva som skjer med nanopartiklene når de kommer inn i cellene: Hoper de seg opp eller blir de skilt ut igjen? Har de en giftig effekt? Forskningsrådet ga støtte til prosjektet både gjennom NANOMAT og gjennom det store programmet Funksjonell genomforskning (FUGE).

Forskerne studerte nanopartikler av typisk størrelse for å levere medisin og DNA inn i cellene, det vil si 30-100 nanometer i diameter. Partiklene må være så store for å få med seg medisinen eller DNA-et.

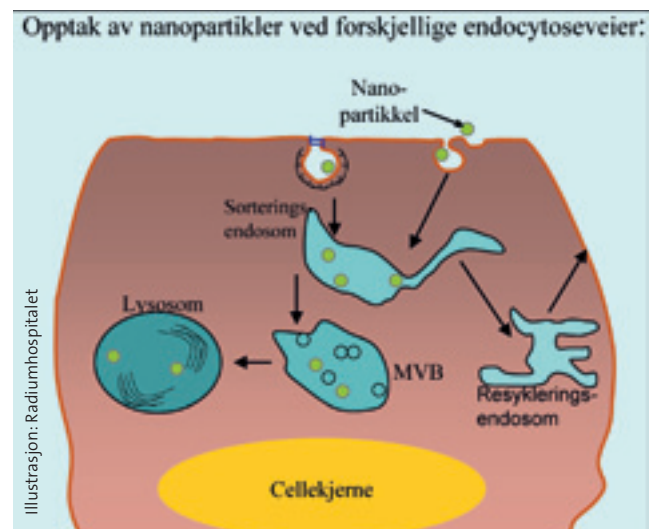
Etter fire års eksperimenter er forskerne på sporet av hvordan nanopartiklene oppfører seg i cellene. Iversens gruppe er den første til å påvise at når en nanopartikkel koblet til et protein tas opp i en celle, forstyrrer den viktige transportveier.

Forsøkene viste at et protein som transporter jern inn i cellen, ble tatt opp som normalt også når proteinet var koblet til en nanopartikkel. Men mens 99 prosent av proteinene normalt kommer ut igjen og kan brukes på nytt, ble proteinet med nanopartikkel værende igjen i cellen. Trolig er grunnen at proteinet går inn i veldig tynne rørstrukturer i cellene. Nanopartiklene som er større, kommer enten ikke inn i rørene eller de blir sittende fast som en plugg. Dette er viktig kunnskap for design av partiklene for medisinsk bruk.

PROSJEKTER

172663 Entry of nanoparticles into cells: Characterization of nanoparticles as tools to study endocytic pathways and intracellular transport

182058 Uptake and toxicity of quantum dots in cancer cells



Nanopartiklene tas opp i cellene via ulike transportveier







Hav og mat

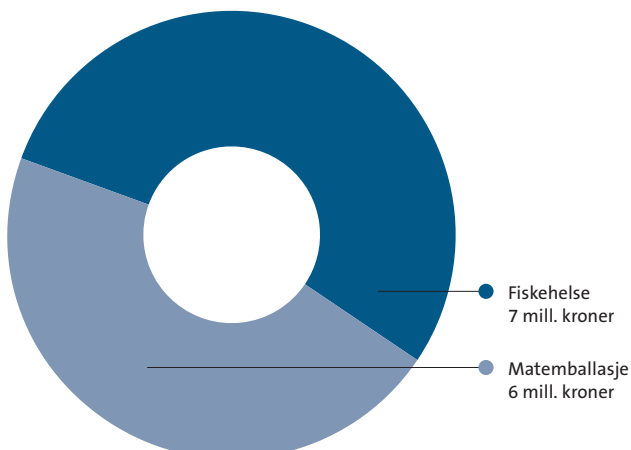
I programplan fra 2007-2011 er hav og mat er et eget tematisk satsingsområde. I alt vesentlig er det matprosjekter som har fått bevilgning, derav fokus på mat og matemballasje i denne rapporten.

Prosjektporteføljen

Total finansiering (2002-2011) til prosjekter med relevans for hav og mat området er 13 mill. kroner (ca. 2 % av total NANO-MAT) fordelt på 3 prosjekter. Prosjektfinansiering varierer fra 1,6 mill. kroner til 8,8 mill. kroner. Området mat er delvis underfinansiert fra programmet de senere år. Veksten til programmet kom til fornybar energi gjennom Klimaforliket. Figuren under viser fordeling per tema.

Noen trender – hvor er forskningsutfordringene?

Produksjon og god distribusjon av mat er viktig for global utvikling og utjevning. Når det gjelder dyrehelse og sykdomskontroll, kan nanoteknologi bidra med nye løsninger for vaksiner og medisiner.



Sporing av mat er et område i vekst. Ved hjelp av nanoteknologi kan sensorer introduseres i matvarer for å spore innholdet i matvarer tilbake til hvert enkelt dyr, eller hver enkelt kornåker.

Bioøkonomien innebærer økt fokus på produksjon av nye typer biomasse til mat, fôr, industrielle mellomprodukter og energi. Bedre utnyttelse av biologiske ressurser i ulike deler av kretsløpet er et annet stikkord. Destruksjon av «dårlig» mat er et stort samfunnsproblem. Det forskes på nanomaterialers egenskaper i emballasje for å gi økt holdbarhet til matvarer, og for å kunne distribuere dem over større avstander og temperaturer.

Et annet forskningsområde er funksjonell mat, som er tilført en dimensjon utover å mette. For eksempel kan maten «smugle» næringsstoffer inn i kroppen ved hjelp av nanoteknologi, eller smak og næringsinnhold kan tilpasses til den enkeltes smak og helsetilstand. Særlig er det fokus på å få ned fett- og sukkerinnholdet i maten uten at dette går utover smaksopplevelsen.

Havbruksproduksjonen har stort vekstpotensial, men krever samtidig forskning for bærekraftig produksjon. Nanoteknologi og avanserte materialer i tett samspill med bioteknologi har potensiale til å bidra med teknologiske løsninger. Stikkord er utnyttelse av eksisterende biomasse til fôr, bedre fiskehelse og nye materialvalg til merder og foredlingsutstyr.

For matsektoren utgjør nanomaterialer en potensiell usikkerhet med tanke på opptak i matvarene og følgelig i kroppen. Emballering basert på nanomaterialer i direkte kontakt med mat kan for eksempel være problematisk. Forskingen på området må ta opp i seg disse problemstillingene.

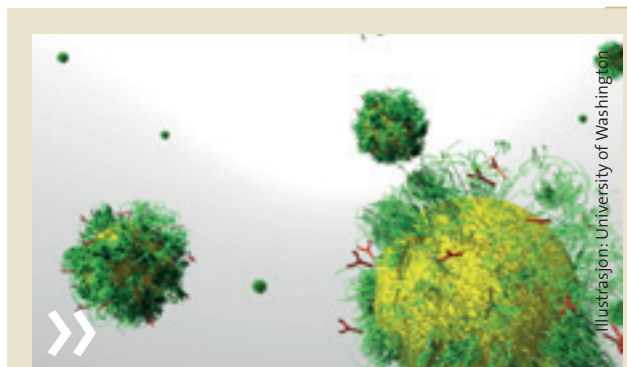
Kan spare milliarder

Oppdrettsnæringen taper årlig et milliardbeløp på viruset IPN. Nå er forskere på sporet av en mer effektiv vaksinasjonsmetode ved hjelp av nanopartikler.

Infeksiøs Pankreas Nekrose (IPN) er et virus som forårsaker store tap for norsk oppdrettsnæring. Tapene kan komme opp i rundt en milliard kroner årlig, om man regner med aktiviteter i både saltvann og ferskvann. Å finne en enda mer effektiv vaksine, som samtidig ikke gir alvorlige bivirkninger for blant annet atlantisk laks, har hatt høy prioritet.

I et prosjekt under ledelse av Øystein Evensen ved Norges veterinærhøgskole (NVH) har forskerne utviklet en partikkelbasert vaksine med lovende utsikter. Vaksineviruset transporteres inn i kroppen ved hjelp av nanopartikler.

Det har vist seg at særlig fisk, men også andre arter, reagerer bedre immunologisk på noe som finnes i partikkelform enn i væskeform. Siden nanopartiklene er ensartet i form og størrelse, blir vaksinen lettere «sett» av fiskens immunsystem. Partiklene i seg selv utgjør ikke utgjør noen risiko for fisken eller miljøet. De er bygd opp av sukkerarter, og brytes ned i fiskens kropp rett etter at jobben er gjort. Selv om de er små (drøyt 100 nanometer), er de ikke så små at størrelsen i seg selv utgjør noen fare.



Vaksine for fisk

Forskere ved Veterinærhøgskolen har utviklet en vaksine for fisk, der virkestoffet bringes inn i kroppen ved hjelp av nanopartikler.

PROSJEKT

182035 Immunisation strategies against viral pathogens of Atlantic salmon

Barrierer for et bedre miljø

Ny forskning ligger til grunn for stadig mer miljøvennlig emballasje i blant annet næringsmiddelindustrien.

Hvert år kaster vi over 800.000 tonn mat i Norge. Samtidig forårsaker bedrevet mat flere tusen tilfeller av akutt matforgiftning årlig. Bedre emballasje er en nøkkelkomponent for å redusere disse tallene. Forskningsmiljøer og industri jobber for å utvikle emballasjeprodukter med minst like gode egenskaper som de gamle, men som er både mer klima- og miljøvennlige, uten at det skal koste noe mer.

Bjørn Steinar Tanem i SINTEF har vært prosjektleder for to NANOMAT- prosjekter der forskerne har utviklet bærekraftige nanomaterialer som forenkler en del emballasje. Nanomaterialene som brukes er mikrofibrillær cellulose (MFC) fra PFI og organisk/uorganisk hybridpolymer som SINTEF har registrert under merkenavnet FunzioNano.

Forskerne har blant annet utviklet en labprototyp på en emballasje til en drikkekartong, der antall sjikt er redusert fra seks til fire.

Kunnskapen fra prosjektet er videreført i EU-prosjektet NanoBarrier.

PROSJEKTER

169735 Development of customized barrier packaging by novel nanoparticle technology (Fase 1)

176212 New innovative barrier solutions for targeted fresh food packaging applications (Fase 2)



Foto: Atle Abelsen

Forbedret emballasje

Forbedret emballasje er en nøkkelkomponent for å redusere sløsing av mat og antall tilfeller av matforgiftning.



Foto: shutterstock

Prosjektoversikt NANOMAT

Nr.	Prosjekttittel	Fra år	Til år
157327	Kombinatorisk (utstyr partene FUNMAT)	2002	2003
157326	Våtkjemisk utstyr (partene i FUNMAT)	2002	2003
157325	Utstyrskjøp partene FUNMAT (Spin-coater Våtkjemisk utstyr)	2002	2005
157324	Spin-coater (utstyr partene i FUNMAT)	2002	2003
157323	Utstyr for spray-pyrolyse (FUNMAT)	2002	2003
157322	LPE-digel (utstyr partene i FUNMAT)	2002	2003
157321	ALCVD-reaktor (utstyr partene i FUNMAT)	2002	2005
157320	Utstyr for elektronstrålelitografi (utstyr partene i FUNMAT)	2002	2003
157318	Utstyr for elektronstrålelitografi (utstyr partene i FUNMAT)	2002	2004
157317	PCT-utstyr (partene i FUNMAT)	2002	2002
156746	Utenlandsopphold for partene i FUNMAT-konsortiet	2002	2007
158541	Nanostructured Soft and Complex Materials	2003	2009
153869	Hybrid Materials	2003	2007
153864	Material science and nanotechnology at the NMC-MRL functional oxides and oxide-embedded nanostructures	2003	2007
158552	New Catalysts for Activation and Functionalization of Alkanes	2003	2007
158547	Quantum Transport in Nanoscale Systems	2003	2007
158538	Molecular modeling in nanotechnology	2003	2007
158534	Bio polymer based nanocomposites Processing and Relationship between Structure and Properties	2003	2007
158518	Nationally Coordinated Project in Oxides for Future Information and Communication Technology	2003	2009
158516	Nationally Coordinated Projects in Materials for Hydrogen Technology	2003	2009
158545	Modification of Properties of Aluminium Alloys by Surface Segregation of Nanoscale Trace Element Particles	2003	2007
158519	Preparation of new chemically nanostructured materials via exfoliation of layered materials	2003	2008
158549	Semiconductor nanostructure research at the Norwegian Microtechnology Centers Microtechnology Research Laboratory	2003	2007
158558	Using Nanoscale objects to Modify Structural Development at Different Length Scales	2003	2008
158550	Functional Biomacromolecules for Application in Controlled Drug Delivery	2003	2006
158521	FUNMAT - Infrastructure and nationally coordinated network of functional materials and nanotechnology	2003	2004
158517	Functional Oxides for Energy Technology	2003	2008
158554	Exclusion statistics transformation and application to mesoscopic systems	2004	2008
163574	Metal Organic Chemical Vapour Deposition (MOCVD) for synthesis of complex oxides	2004	2011
163556	The nature and origin of natural magnetic nanoscale materials	2004	2007
163582	Development of new bio based materials using nanotechnology	2004	2007
163563	Nytt pulver nøytron diffraktometer - PUS 2	2004	2010
163558	Structure and Dynamics of Soft and Complex Nanomaterials	2004	2008
163529	Dendritic nanoporous materials with multifunctionality	2004	2007
163549	Nanostructures for optics	2004	2010
163565	Novel nanostructured materials by chemical methods	2004	2009
163560	Pulsed Laser Deposition Laboratory	2004	2007
163530	Design and Development of Robust Nanostructured Polymer and Nanocomposite Membranes for Selective Acid-Gas Separation	2004	2010
163570	Nanocarbon for novel composites and functional materials	2004	2006
169676	Støtte til Swiss-Norwegian Beamlines (SNBL) at ESRF, Greoble, Frankrike	2005	2011

Nr.	Prosjekttittel	Fra år	Til år
163550	Theoretical modeling of nanomaterials for hydrogen storage applications	2005	2008
169656	High efficiency Si-based solar cells employing nanostructured layers	2005	2009
169595	Funksjonell optiske og elektriske polymere filmer	2005	2008
163576	Application of STM techniques for the study of electrocatalytic systems	2005	2008
169735	Development of customized barrier packaging by novel nanoparticle technology	2005	2006
169704	Nano-magnetoelectronic-mechanical systems	2005	2005
172646	Characterization of nanotubular networks on cell adhesive micro- and nano-patterned surfaces	2005	2010
169738	Delivery of liposome-membrane associated anticancer agents to solid tumors exemplified by Camptothecin liposomes	2005	2007
179109	Teknologisamarbeidet Japan - Norge - Kyoto International Forum for Environment and Energy (KIFEE)	2006	2006
175760	Kyoto International Forum for Environment and Energy (KIFEE)	2006	2007
171842	The precautionary principle in nanotechnology: Who should be precautionary? The role of stakeholders in the governance of nanotechnology.	2006	2006
171838	Interdisciplinary Studies of Ethical and Societal Implications of Nanotechnology	2006	2009
169736	Nano science for new advanced metal-hydrogen systems towards applications	2006	2008
169713	Gentic approaches to complex materials	2006	2009
169673	Advanced transmission electron microscopy in catalysis	2006	2011
169737	Nanostructured Polymer and Composite Particles: Mechanical Properties	2006	2011
176392	Høykvalitets nanokarbon fra naturgass	2006	2012
176234	Utvikling av keramiske, bipolare batteriplater ved bruk av nanomaterialer og nanoteknologi	2006	2008
176225	Hybrid partikler: Design, syntese og karakterisering	2006	2008
176216	Nano Silika Bindemiddel teknologi	2006	2008
176115	Utnyttelse av nanoteknologi for komposittmaterialer (Forprosjekt)	2006	2007
179159	Studie av nano karbonrør modifiserte epoksyer og egenhet som gift- og løsningsmiddelfrie bunnstoff/coating/malinger i marine applikasjoner	2006	2006
176485	Nanomaterialer for Mikro Energihøsting	2006	2009
176214	Design and Production of Planar SOFCs from Nanoparticles with Emphasis on Support and Sealing	2006	2011
179200	Commercial application of Nano-porous silicon	2006	2006
176231	Biomimetiske nanokompositter - tynne filmer og supersterke materialer	2006	2008
176390	TLENS (Tunable lens)-En styrbar polymerbasert autofokuslinse	2006	2008
176212	New innovative barrier solutions for targeted fresh food packaging applications	2006	2009
176425	Karbonfiber og helse - design av nanofiber med lav toksisitet	2006	2008
169659	Heat Transferability in Nanofluids	2006	2008
179253	Effect of ultrasound dosimetry on drug release from liposomes-implications for development of novel acoustically sensitive liposomes	2006	2006
178542	Optics of meta- and (nano-) structured materials: How to engineer textures tailored towards given applications?	2006	2009
188854	FORNY 188584/110 Samfinansiering verifiseringmidler	2007	2009
184534	OECD Committee for Scientific and Technological Policy (CSTP)	2007	2008
182280	Nasjonale nettverkstiltak innen nanomedisin	2007	2007
182116	Micro Scale Fire Train	2007	2008
182115	Forstudie på nanopartikler for anvendelse innenfor coating applikasjoner	2007	2007
181656	ESF Research Networking Programmes - Nanoscience and engineering in superconductivity	2007	2011

Nr.	Prosjekttittel	Fra år	Til år
179587	Modeling of particle deposition phenomena in heat exchangers	2007	2010
172663	Entry of Nanoparticles into cells: Characterization of Nanoparticles as tools to study endocytic pathways and intracellular transport	2007	2011
178533	A numerical and experimental study of flow and instabilities in concentrated colloidal suspensions	2007	2010
182294	Innovative nanotechnology-based depot plaster for wound healing and medical treatment	2007	2007
178556	Conformation and Physical Properties of Single Wall Carbon Nanotube-Biomolecule Hybrids	2007	2010
179590	Multifunctional Particulate Systems for Nanomedicine	2007	2010
182091	Modeling and Fabrication of Nanowire Lasers	2007	2012
181839	Hetero-junction Si based solar cells	2007	2011
181823	Nano-particles in adhesive conductive materials	2007	2010
181817	Manufacturing and application of metal coated polymer particles as BGA/CSP balls in electronic interconnect	2007	2011
181785	Funksjonaliserte nanopartikler for bruk i PVC materialer og prosesser	2007	2009
181779	Development of novel sonosensitive liposomes for targeted ultrasound mediated drug delivery - a new paradigm within cancer therapy.	2007	2011
181769	Utnyttelse av monoisotopisk ²⁸ Si	2007	2008
182093	Towards the mechanism of formation and function of tunneling nanotubes	2007	2012
182092	NSF-European Materials Cooperative Activity. Nanostructured oxide thin films for organic/inorganic solar cell applications	2007	2011
182090	Development of highly efficient nanostructured SOFCs integrating novel Ln(Nb,Ta)O ₄ -based proton conducting oxides	2007	2011
182075	Micro-rheology of nanostructured soft condensed matter	2007	2011
182061	Nanostructured biomaterials for improved vascularization in tissue engineering	2007	2010
182058	Uptake and toxicity of quantum dots in cancer cells	2007	2011
182056	Template based synthesis of nanoporous metal-organic frameworks with high surfaces areas	2007	2011
182043	Governance of the precautionary principle and the nano-consumer: A comparison of ethical aspects in nano-products in Norway and the UK	2007	2009
182018	Nanostructuring of novel semiconductors by ion beams	2007	2011
181995	Thermoelectric materials synthesis, electronic structure, functionality	2007	2012
181884	Thin and highly efficient silicon-based solar cells incorporating nanostructures	2007	2013
181882	Conducting Oxides and Nanostructures for Energy Technology	2007	2012
182044	Carbon-supported core-shell electrocatalysts for oxidation of small organic molecules	2007	2011
182037	Magnetodynamics of Nanostructured Metal Oxides	2007	2012
182035	Immunisation strategies against viral pathogens of Atlantic salmon	2007	2011
182033	Fundamental study of the mechanism for deposition of sol particles on a substrate	2007	2011
181886	Nanomaterials for 3rd Generation Solar Cells	2007	2011
178547	Experimental studies and theoretical analyses of nanoparticles	2007	2007
181808	Nanosized cellulose fibrils as stabilizers of emulsions	2007	2011
182077	Novel catalysts and oriented oxide thin films from exfoliated nanosheets of layered materials	2007	2012
182069	Environmental fate and ecotoxicity of manufactured nanoparticles	2007	2012
182026	Exploitation of naturally formed nanostructured surface films on aluminium alloys	2007	2011
181848	Commercial application of Nano-porous silicon	2007	2008
182047	Nanoscale Control of Mineral Deposition within Polysaccharide Gel Networks	2007	2011
182046	NANOTRUST: Ethical conditions for a socially robust use of nanobiotechnology in aquaculture	2007	2011
182000	Pure and ultra-fine grained Titanium for biomedical applications	2007	2011

Nr.	Prosjekttittel	Fra år	Til år
183606	Next generation solar grade silicon and solar cells technology	2007	2009
182040	Novel nanomaterials and nanostructured materials for hydrogen storage applications	2007	2012
178177	High-Power Solid-State Lithium Batteries	2007	2011
182065	Nano-ionics for energy technology (NANIONET)- Integrated theoretical and experimental analysis of surfaces and microstructures	2007	2012
189696	FUGE 175637/S10 Samfinansiering med prosjekt 172663/S10 Entry of Nanoparticles into cells:	2008	2010
187266	Parameter optimization in preparation of membranes for osmotic processes	2008	2012
187247	Hymen bonding som metode for sammenføyning av aluminium	2008	2009
187250	Miljøvennlige bindemidler og malingsystemer basert på modifiserte Nano Silika partikler	2008	2011
187269	From Molecular Structures to Mechanical Properties: Multiscale Modelling for Ugelstad Particles (MS2MP)	2008	2012
189716	Laccase-Nanoparticle Conjugates for the Elimination of endocrine disrupting chemicals from wastewater in bioreactors.	2008	2011
201050	ESF Temporary Expert Committee in Materials Science and Engineering (MatSEEC)	2009	2013
193987	Nordisk toppforskningsinitiativ	2009	2011
193984	ESF Research Networking-programme: 07-RNP 100 Exploring the Physics of Small Devices	2009	2013
190707	The UiB Nano Platform	2009	2012
190367	FASTNMR - Solid-state Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for Material Science	2009	2011
190086	Nasjonalt forskerskole innen nanoteknologi for mikrosystem	2009	2013
189710	Multifunctional paint coatings for all-polymeric solar thermal collectors	2009	2011
193248	Fleksibelt transparent ledende belegg	2009	2011
189721	Novel Nanomagnetic Oxide Composites: Giant Exchange Bias Storage Devices	2009	2013
187760	Nanoskolen.no – En innføring i nanoteknologi og funksjonelle materialer for ikke-realister	2009	2011
201141	Nano-particles in adhesive conductive materials	2009	2011
193331	Nye materialer for bipolare batterier	2009	2012
193329	Isotope separation of silicon for use in the photovoltaic industry	2009	2010
195912	Fabrication of Robust Ceramic Proton Conductors	2009	2012
195193	Novel low-cost nano-silicon solar cells	2009	2011
195431	Carbon Materials for improved stability of anodes for Li-ion batteries	2009	2012
195491	Ny fremstillingsprosess for litium-baserte battericeller	2009	2013
195233	Energy Materials by Atomic Layer Deposition (EMALD)	2010	2013
203559	National network initiative in the area of HSE and ELSA aspects of nanomaterials: SafeNano Network (SNN)	2010	2011
203505	High Strength PVC foam for Wind Mill Applications	2010	2013
218536	ESF Research Networking-programmet 09-RNP-061Advanced Concepts in ab-initio Simulations of Materials	2011	2011
212123	Fransk-norsk stiftelse (FNS) reisestøtte nettverksmøte 2011	2011	2011
212120	Samfinansiering ENIAC (European Nanoelectronics Initiative Advisory) Samf prosj nr: 217996	2011	2016
203323	Novel Mg-based materials for advanced Ni-Metal Hydride batteries	2011	2013
203502	Nanodesign to Improve the Catalytic layer of the polymer Electrolyte fuel cell (NICE)	2011	2013
210762	Kommersialisering av resultater fra tidligere og pågående nanomatprosjekt. Pilotproduksjon av grafenderivat	2011	2012
210765	Rapid market introduction of new membrane technology for clean energy applications: upgrading the ProboStat with ceramic proton conductors	2011	2012
211984	Samfinansiering prosjekt 203503 med ELSA-prosjekt 212008	2011	2014
203503	Integrert prosjekt: Socially Robust Solar Cells (SoRoSol)	2011	2014

Programdrift

Programstyrene

Perioden 2009-2011

Knut Harg (leder)	Selvstendig næringsdrivende, Konsulentfirma B75
Anja Boisen	Professor, Danmarks Tekniske Høgskole
Bjørn Torger Stokke	Professor, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Kristin Misund	Forskningsjef, Borregaard Industries
Rita Glenne	Vice President, REC Solar
Jan Petter Hansen	Professor, Universitetet i Bergen
Frank Larsen	Adm.direktør, Mole Genetics
Anne Ingeborg Myhr	Forsker, Universitetet i Tromsø
Harald Throne-Holst	Forsker, Statens institutt for forbruksforskning

Perioden 2006-2008

Bjørn Torger Stokke (leder)	Professor, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Ellen Dahler Tuset	Direktør, Norspace
Bengt Kasemo	Professor, Chalmers University of Technology
Johan Taftø	Professor, Universitetet i Oslo
Jim Lorens	Professor, Universitetet i Bergen
Ruth B. Schmid	Forskningsleder, SINTEF
Merete Hallenstvet	FoU-koordinator, Hydro
Ragne Hildrum	Prosjektleder, Statkraft Development
Kenneth Ruud	Professor, Universitetet i Tromsø (til 2007)
Anne Ingeborg Myhr	Forsker, Universitetet i Tromsø (fra 2007)
Kristin Misund	Forskningsjef, Borregaard Industries


Perioden 2003-2005

Alf Bjørseth (leder)	Direktør, Renewable Energy Corporation
Eleanor E.B. Campbell	Professor, Gøteborg Universitet
Thomas W. Ebbesen	Professor, Université Louis Pasteur
Randi Haakenaasen	Forsker, Forsvarets forskningsinstitutt
Truls E. Norby	Professor, Universitetet i Oslo
Bjørn Torger Stokke	Professor, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Ellen Dahler Tuset	Direktør, Norspace

Programkoordinatorene

Perioden 2002-2011

Vidar Skagestad	medio 2009 - 2011
Dag Høvik	2002 - medio 2009



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd
Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
N0-0131 Oslo

Telefon: +47 22 03 70 00
Telefaks: +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Utgiver:
© Norges forskningsråd
Nanoteknologi og nye materialer
- NANOMAT
www.forskningsradet.no/nanomat

Mars 2012
ISBN 978-82-12-03047-3 (trykk)
ISBN 978-82-12-03048-0 (pdf)

Tekst: Atle Abelsen, Claude R. Olsen
(Teknimedia AS)
Vidar Skagestad, Karin Totland
(Forskningsrådet)
Redaktør: Karin Totland
Foto forside: Piotr Rotkiewicz
Design: Agendum AS
Trykk: 07 Gruppen
Opplag: 400