



Sluttrapport for FUGE

2002 - 2011

Stort program
Funksjonell genomforskning – FUGE



Store programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

Om Norges forskningsråd

Norges forskningsråd er en sentral institusjon i norsk forskning og forvalter årlig rundt sju milliarder kroner. Forskningsrådet er den viktigste forskningspolitiske rådgiveren for Regjeringen, departementene og andre sentrale institusjoner og miljøer med tilknytning til forskning og utvikling (FoU).

Videre arbeider Forskningsrådet for et økonomisk og kvalitetsmessig løft i norsk FoU og for å fremme innovasjon, i samspill mellom forskningsmiljøene,

næringslivet og den offentlige forvaltningen.

Forskningsrådet skal identifisere behov for forskning og foreslå prioriteringer. Gjennom målrettede finansieringsordninger skal Forskningsrådet bidra til å sette i verk nasjonale forskningspolitiske vedtak. Andre viktige oppgaver er å fungere som møteplass mellom forskere, brukere av forskning og de som finansierer forskning, og å bidra til internasjonalisering av norsk forskning.

Sluttrapport for FUGE

2002 - 2011

Stort program
Funksjonell genomforskning – FUGE

Innhold

Forord	4
Innledning	6
Viktige aktiviteter i programperioden	8
Infrastruktur, kapasitet og kompetanse	8
Samfunnsdialog	10
Verdiskaping	12
Rekruttering og karrierestipend	14
Internasjonalisering	15
Resultater	16
Ti teknologiplattformer	16
Medisin og helse	20
Landbruk og mat	30
Marin bioteknologi	38
Samlet vurdering og utfordringer fremover	46
Sammendrag	51
Vedlegg: FUGEs programstyre	52
Vedlegg: FUGE-finansierte prosjekter	53



Forord

Bioteknologi fra forskning til verdiskaping

Bioteknologi er anvendelse av livsvitenskap og et fagområde med potensial til å bidra med å løse flere av vår tids globale utfordringer. Bioteknologi kalles derfor ofte for en muliggjørende teknologi som kan få ringvirkninger på mange samfunnsområder. Gjennom ti år med Forskningsrådets største satsing på bioteknologi noensinne, programmet Funksjonell genomforskning (FUGE 2001 - 2011), har vi i Norge etablert internasjonalt ledende forskningsgrupper på nasjonalt strategiske områder. Dette er gjort mulig fordi programmet bidro til å samle og konsentrere et tidligere fragmentert forskningsfelt til miljøer der det ble utviklet gode nasjonale samarbeidsformer og en hensiktsmessig arbeidsdeling.

Programmets sluttrapport inneholder spennende resultater fra en betydelig portefølje innenfor feltene helse, marin bioteknologi og landbruk.



Ny kunnskap om årsaken til sykdommer har gitt oss mer treffsikre medisiner og bedre helsetjenester. Kartleggingen av torskens gener har åpnet for sunnere fisk i oppdrettsanleggene og bedre forvaltning av villstammer. Kunnskapsløft og internasjonalt samarbeid innenfor planteforskning og systembiologi har gitt oss et viktig grunnlag for bærekraftig mat- og energiproduksjon. Måltrettet satsing på næringsutvikling har styrket konkurransekraften i norske bioteknologibedrifter. Potensialet for verdiskaping er også sentralt i nysatsingen på marin bioprospektering, med mål om å finne ukjente biomolekyler i havet. Disse og flere andre resultater kan du lese om på de neste sidene.

FUGE har vært en suksess, det slås fast i en ekstern evaluering av programmet. Det er investert i forskning på viktige nasjonale ressursområder og bygget opp forskningsinfrastruktur,

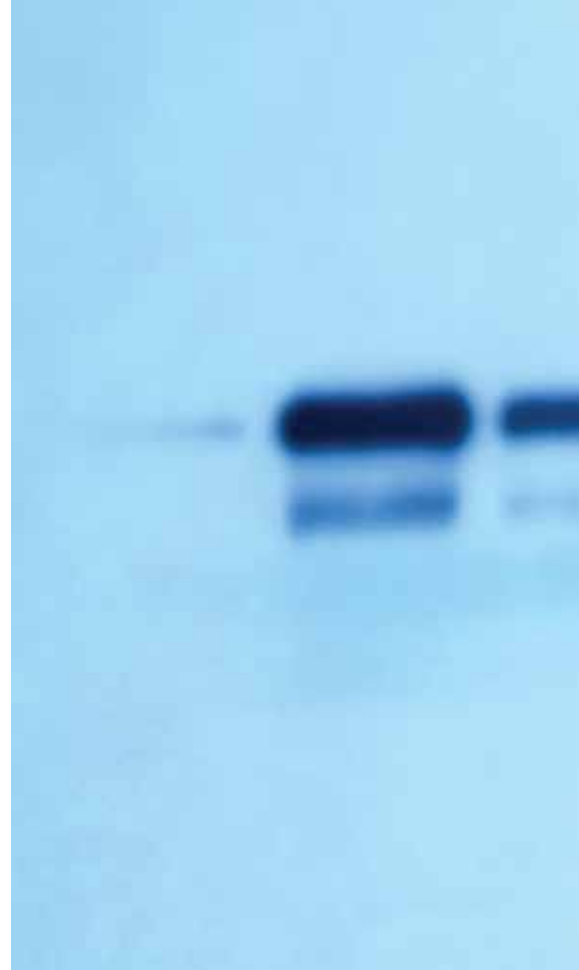
kapasitet og kompetanse. Vi har etablert forskningssamarbeid både nasjonalt og internasjonalt.

Satsingen på bioteknologi videreføres i et nytt Stort program, BIOTEK2021. Her skal vi fortsette å bygge kunnskap, men samtidig legge ytterligere vekt på å styrke samspillet mellom forskning og næringsliv slik at bioteknologi kommer til anvendelse for bærekraftig verdiskaping i samfunnet. Målet er at teknologien skal være et samfunnsnyttig verktøy, som kan legge til rette for god helse, miljøvennlig energiproduksjon og et bærekraftig landbruk og havbruk.

A handwritten signature in black ink, reading 'Arvid Hallén'.

Arvid Hallén
Administrerende direktør

Innledning



Program for funksjonell genomforskning - FUGE (2002-2011) har vært et av Norges forskningsråds Store programmer og ble opprettet for å bidra til nasjonal samhandling, strategisk, langsiktig kunnskapsutvikling og innovasjon innenfor bioteknologi. FUGE har bidratt til at norsk kompetanse på fagfeltet holder høyt nivå og at Norge er en attraktiv partner for internasjonalt forskningssamarbeid.

FUGE ble etablert som et eget program i Norges forskningsråd etter initiativ fra et samlet forskningsmiljø. Utgangspunktet var den økende betyd-

ningen kunnskap om gener og deres produkter begynte å få for forskning og næringsliv. Samtidig så man at flere land satset tungt på å ruste opp feltet. Det ble tydelig at norske forskningsmiljøer ikke ville kunne henge med i den internasjonale utviklingen og nyttiggjøre seg resultater og utvikle produkter uten en betydelig opprusting.

En satsing på funksjonell genomforskning i Norge ble en forutsetning for å kunne videreutvikle marin sektor, tilby morgendagens pasienter gode helsetjenester og utvikle kompetansen fremtidens forskning og næringsliv trenger.

«Den største effekten av FUGE kom før man brukte en krone.»

Utsagnet har nærmest blitt en klisjé i FUGE-sammenheng og henspiller spesielt på utfordringen det var at norske miljøer var spredt og lite koordinert, og de føringene FUGE la allerede i sin første utlysning, om nasjonal samhandling, arbeids- og oppgavedeling. Denne nye måten å tenke på var i tråd med anbefalinger fra den nylig publiserte evalueringen av biofagene i Norge (1999).

FIGUR 1 | Inntekter for FUGE-programmet 2002-2011 og for satsingen på marin bioprospektering fordelt på finansieringskilder.

Finansieringskilde	FUGE	Marin bioprospektering
Forskningsfondet	1 127 007 000	
Kunnskapsdepartementet (KD)	428 250 000	
Nærings- og handelsdepartementet (NHD)	39 700 000	72 000 000
Fiskeri- og kystdepartementet (FKD)	85 000	40 000 000
Landbruks- og matdepartementet (LMD)	1 500 000	
Utenriksdepartementet (UD)		10 000 000
Annet	250 000	
Totalt budsjett	1 596 792 000	122 000 000

I arbeidet med å sikre en nasjonal satsing på området, ble forskningsmiljøene enige om en felles strategi. Nasjonal samhandling har vært en grunnvoll og ledetråd for hele FUGEs tiårige periode. Utstyr og teknologi er så kostnadskrevende at organisering og deling av ressursene har vært avgjørende for å lykkes.

For FUGE var det viktig og nødvendig å sikre nasjonal ansvars- og oppgavedeling ved å bygge opp basiskompetanse i funksjonell genomforskning i alle landets regioner. I tillegg var det viktig å sikre regionalt samarbeid som integrerte regionenes universiteter og høyskoler, institutter og næringsliv innenfor relevante fagområder.

FUGEs målsettinger var ambisiøse

Biologisk grunnforskning. FUGE skal bringe nivået på grunnforskningsdisiplinene som ligger til grunn for funksjonell genomforskning, opp til internasjonal standard. I tillegg skal Norge være verdensledende på utvalgte områder av særlig strategisk betydning eller der Norge har spesielle fortrinn.

Medisinsk forskning. FUGE skal bidra til at norsk helsetjeneste blir i stand til å ta i bruk den nye kunnskapen og de nye medisinske tilbudene som den

funksjonelle bioteknologien frembringer slik at norske helsetjenester kan måle seg med det beste som finnes andre steder i verden.

Marin forskning. FUGE skal frembringe det forskningsgrunnlaget som trengs for å videreutvikle havbruksnæringen, utnytte marine ressurser optimalt og bygge opp en biomarin næringsklynge i Norge.

FUGEs opprinnelige ambisjoner la også vekt på næringsutvikling, internasjonalisering og fokus på etiske utfordringer knyttet til teknologiutvikling.

I sin tiårsperiode har FUGE bevilget i alt 1,6 milliarder kroner til 243 prosjekter og gjennom dette løftet norsk bioteknologisk forskning, styrket de beste forskningsmiljøene på området, samt bygget opp grunnleggende, nasjonal infrastruktur i form av utstyr og kompetanse.

Da FUGE ble evaluert i 2010 var hovedkonklusjonen at FUGE har vært en suksess. FUGE har hatt stor betydning for norsk bioteknologisk forskning og har overordnet sett oppfylt målene og intensjonene for programmet.

Finansiering

FUGEs budsjett var på 1 596 792 000,- kroner totalt. Fondet for forskning og nyskaping (Forskningsfondet) var den

Hva er bioteknologi?

Bioteknologi forstås som anvendelse av naturvitenskap og teknologi på levende organismer og på deler, produkter og modeller av disse, slik at levende eller ikke-levende materialer endres for å frembringe kunnskap, varer og tjenester.

Denne definisjonen brukes av OECD og i Nasjonal strategi for bioteknologi.

klart viktigste finansieringskilden. I tillegg var Kunnskapsdepartementet og Nærings- og handelsdepartementet størst blant de øvrige finansørene.

Midlene som gikk til programmet, var knyttet opp imot å følge programplanen, men ikke ytterligere øremerket til bestemte fagområder eller problemstillinger, noe som har gitt programmet fleksibilitet og strategisk handlingsrom. ■

Viktige aktiviteter i programperioden



Infrastruktur, kapasitet og kompetanse

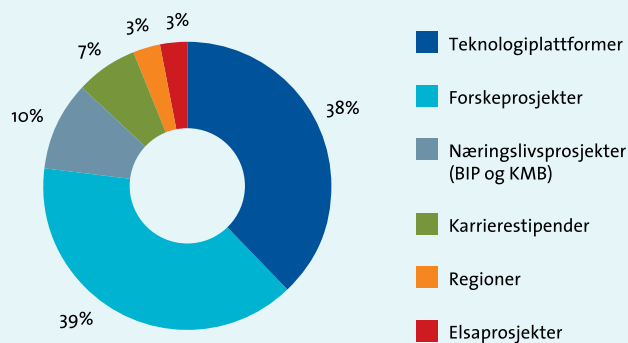
Teknologiplattformen

Biotechnologi har mange anvendelsesområder og er en muliggjørende teknologi som anvendes innenfor områder som landbruk, havbruk, helse og industri. Biotechnologisk forskning og utvikling krever avansert utstyr og metodekompetanse.

I et land som Norge, med få forskningsmiljøer, er det ikke økonomisk eller praktisk mulig å ha nytt og avansert teknologisk utstyr i hvert forskningsmiljø eller i hver bedrift. FUGEs investering i nasjonale utstyrs- og kompetansesentre ble derfor en viktig ressurs for både forskningsmiljøer og næringsliv.

Etablering av nasjonale teknologiplattformen er et av de mest sentrale tiltakene i FUGE-satsingen for å møte dette behovet. Etablering av plattformen var basert på nasjonal konkurranse og ble gjort ut fra faglige ekspertvurderinger der et høykvalitets forskningsprosjekt som skulle være bruker og utvikler av teknologien, sto helt sentralt. Nesten halvparten av FUGEs midler er bevilget til oppbygging av teknologiplattformen som utviklet generisk og sektorovergripende teknologi.

FIGUR 2 | FUGE-bevilgninger, fordelt på prosjekttypen 2002-2009



Kilde: DAMWAD, Evaluering av FUGE

Plattformene er tekniske service-sentre som tilbyr spisskompetanse, opplæring, kursing og assistanse innenfor sitt fagområde. Alle norske forskere og bedrifter kan benytte tjenestene og kompetansen som teknologiplattformene tilbyr.

Fra teknologier til nettverk

I FUGEs første fase (FUGE I, 2002-2006) var hovedfokus å bygge teknologier. På bakgrunn av blant annet anbefalinger

fra en evaluering av teknologiplattformene i 2006, ble fokuset i FUGE II-perioden fra 2007 i større grad å bygge kompetansenettverk som også favnet bredere enn miljøer med FUGE-tilknytning.

I FUGE II-perioden har FUGE hatt sterkt fokus på implementering av plattformene i institusjonenes strategier og budsjetter for videreføring etter at FUGE-finansieringen er avsluttet. Denne målsettingen fra FUGE ble



manifestert gjennom dialogmøter og nedfelt i prosjektkontraktene mellom Forskningsrådet og de aktuelle institusjonspartene.

Teknologiplattformene er i hovedsak organisert som nettverk med noder i alle regioner, noe som betyr at de sikrer regional og lokal tilgjengelighet. FUGE har bidratt med ca. 600 millioner kroner til oppbygging av denne effektive forskningsinfrastrukturen som i dag favner seks universiteter og 35 forskningsmiljøer.

Hver teknologiplattform har et hovedsete, for eksempel ved et universitet og i tillegg noder ved flere andre universiteter.

Teknologiplattformene har bidratt til en god nasjonal ressursforvaltning og sikret enkeltforskere og bedrifter tilgang på fremragende teknologi og kompetanse som er viktig for å drive *state of the art* forskning. Teknologiplattformene har også blitt kjent internasjonalt og bidratt til å gjøre de bioteknologiske FoU-miljøene i Norge til mer attraktive forskningspartnere.

Plattformene dekker fagdisiplinene bioinformatikk, proteomikk, molekylær avbildning, mikromatriseteknologi, strukturbiologi, genomanalyse og sekvensering. Det er i tillegg bygget opp infrastruktur for humane biobanker,

Sebrafisk – havets svar på forsøksmus

The Norwegian Zebrafish Platform i Oslo bruker sebrafisk i forskning og er en av teknologiplattformene i FUGE. Forskerne ved sebrafisk-plattformen jobber med å kartlegge hvordan fiskenes gener er organisert og regulert. Fordelen med sebrafisken som modellorganisme er at den er mye mer lik mennesket enn bananflua, samtidig som den er både mer praktisk og økonomisk å ha i laboratoriet sammenlignet med mus.



Foto: Elin Fugelsnes

samt et senter for transgen teknologi med sebrafisk som modellorganisme.

Dynamisk struktur

Det ligger i bioteknologiens natur at teknologiplattformene må være dynamiske og i stadig utvikling. Etter hvert blir de fleste teknologier og det meste av utstyr mer alminnelig og rimeligere. I FUGE-perioden er enkelte plattformer faset naturlig ut samtidig som nye teknologier har vokst frem og gitt grunn-

lag for opprettelsen av nye teknologi-plattformer. (Se også eget kapittel om teknologiplattformene nedenfor.)

Strategiske grep for å bygge infrastruktur, kapasitet og kompetanse

Laks og torsk

For å styrke marin funksjonell genomforskning, som var en av de tre hovedaktivitetene i FUGE, samlet FUGE aktuelle forskningsmiljøer gjennom

etablering av ressurs- og kompetanseplattformen GenoFisk i 2006.

Samlingen av marin genomforskning i en felles ressurs- og kompetanseplattform var et viktig strategisk grep for å oppnå synergier mellom forskningsinnsats på laks og torsk og involverte et unikt samarbeid mellom forskningsgrupper i Oslo, Bergen, Ås, Trondheim og Tromsø gjennom fem koordinerte prosjekter. Dette medførte at Norge i dag har sekvensert både laksens og torskens genom og bygget sterke, nasjonale samarbeid innenfor fiskeimmunologi og -helse. GenoFisk har også styrket mulighetene for deltagelse i internasjonale samarbeid.

Humane biobanker

Biobanker fra befolkningsundersøkelser (kohorter) har vært et «hjerterbarn» i FUGE. Potensialet for forskning på biobankmaterialet i Norge er stort.

Teknologiplattformen BioHealth ble etablert for å styrke oppbygging og tilrettelegging for forskning på humant biobankmateriale. FUGE var tidlig ute med å se potensialet i biobankene og dette har siden blitt løftet inn i nasjonale strategier og et eget program i Forskningsrådet.

I programmets første fase lå fokuset på å bygge forskningsinfrastruktur i tilknytning til biobankene. Etterhvert i programperioden ble det i større grad finansiert forskningsprosjekter som brukte biobankmaterialet, for eksempel i prosjekter innenfor arvelige og miljømessige faktorer for diabetes, fostervannsforgiftning og lungekreft.

Samarbeid med helseforetakene

FUGEs teknologiplatformer er også en ressurs for de nasjonale helseforetakene som er hyppige brukere av bioteknologiske metoder. Likevel har det vært

en tendens til at enkelte institusjoner i helseforetakene i liten grad har utnyttet eksisterende infrastruktur, men i stedet bygget opp den samme kompetansen parallelt. FUGE har derfor jobbet aktivt for å bidra til bedre nasjonal koordinering mellom universiteter og regionens tilhørende helseforetak.

FUGE-administrasjonen har blant annet foretatt rundreiser til alle de regionale helseforetakene hvor målet var å øke kjennskapen til hvilke tjenester som er tilgjengelige og kan bidra til ytterligere å øke kvaliteten på medisinsk forskning. FUGE har også samlet alle helseforetakene til møte i Forskningsrådet for videre dialog om planer og behov for investeringer i nytt utstyr og muligheter for bedre koordinering. Et viktig mål for FUGE har vært å bidra til at helseforetakenes behov innenfor bioteknologi skulle bli en integrert del i fremtidige bioteknologisatsinger. ■

Samfunnsdialog

Etikk på agendaen

FUGE har samarbeidet med Forskningsrådets program for forskning på etiske, rettslige og samfunnsmessige aspekter (ELSA) ved nye teknologier. Målet var at minst 3 prosent av FUGEs portefølje skulle bestå av prosjekter som befattet seg med ELSA-problematikk knyttet til bioteknologisk forskning. FUGE var et av de første teknologiprogrammene som systematisk samarbeidet med ELSA og satset på dette forskningsområdet. FUGEs programstyre har også inkludert medlemmer som forsker innenfor feltet og som har bidratt til å rette oppmerksomheten mot de samfunnsmessige aspektene ved teknologiutvikling.

Utviklingen innenfor bioteknologi reiser spørsmål som krever økt kunnskapstilfang og en åpen diskusjon, både innad i fagmiljøene, i allmennheten og mellom dem. FUGE har finansiert prosjekter som har gitt økt kunnskap om problemstillinger knyttet til områder som genmodifisering, syntetisk biologi, informert samtykke ved bruk

av biobankmateriale og eierskap til naturressurser. Det har vært et mål i programmet å sette ny kunnskap og ny teknologi under debatt i nært samarbeid med andre samfunnsaktører.

FUGE bevilget nesten 43 millioner kroner til 15 prosjekter innenfor ELSA-problematikk.

Området har fremmet tverrfaglige prosjekter som belyser komplekse temaer knyttet til nye teknologier og samfunn, og utviklet kompetanse i norske forskningsmiljøer og policy-institusjoner om teknologi og samfunn, med spesiell vekt på å utvikle samfunnsmessig robuste teknologier.

Fokus på kommunikasjon og formidling

Kommunikasjonsstrategi

FUGE utarbeidet tidlig en egen kommunikasjonsstrategi som ble aktivt revidert i løpet av programperioden. Kommunikasjonsstrategien har vært tilgjengelig på FUGEs hjemmesider. Strategiens overordnede mål var:

Kommunikasjonsarbeidet skal bidra til at FUGE når sine strategiske målsettinger, øke programmets redaksjonelle

oppmerksomhet i media, bidra til å tydeliggjøre og styrke programmets innhold og betydning, samt synliggjøre FUGEs og bioteknologiens betydning for samfunnet, herunder dets samfunnsansvar. Kommunikasjonen skal sikre at FUGEs målgrupper får god og relevant informasjon, vektlegge samfunnsdialogen, samt vedlikeholde og videreutvikle FUGEs interne kommunikasjonskanaler slik at disse er blant de beste i Norges forskningsråd.

I tillegg kom delmål for kommunikasjonsarbeidet slik som å *visе samfunnsnyttēn av bioteknologi*, sikre *fremtidig finansiering av bioteknologisk forskning*, bidra til *intern synliggjøring* (i Norges forskningsråd) og *gjennom økt synlighet legge grunnlag for videreføring av teknologiplattformene*.

Kommunikasjonsstrategien hadde følgende målgrupper i uprioritert rekkefølge:

Næringslivet (næringslivet generelt og bioteknologibedrifter spesielt)

Forskere (med vekt på forskningsmiljøer innenfor bioteknologi og spesielt forskere tilknyttet FUGE)

Helseektoren (med særlig vekt på ledelsen ved helseforetakene)

Hva er en human biobank?

En human biobank er en samling av humant biologisk materiale, som for eksempel blod, organer, celler og vev samt opplysninger knyttet til prøvene. En av ti nordmenn er registrert i en biobank. Det finnes ulike typer biobanker.

Med **diagnostisk biobank** og **behandlingsbiobank** forstås en samling humant biologisk materiale som er avgitt for medisinsk undersøkelse, diagnostikk eller behandling. En slik biobank omtales også ofte som en klinisk biobank eller en sykehusbasert biobank.

Med **forskningsbiobank** forstås en samling humant biologisk materiale som anvendes i et forskningsprosjekt eller skal anvendes til forskning.

En **populasjonsbasert biobank** er en forskningsbiobank som er etablert gjennom planlagt innsamling av biologisk materiale. Deltagerne vil oftest være friske personer som blir rekruttert gjennom ulike helseundersøkelser, og man ønsker gjentatte prøver og informasjon fra de samme personene over et lengst mulig tidsrom.

Kilde: Potensial for kommersiell utnyttelse av humane biobanker (2009).



Foto: HUNT

Myndigheter (primært bevilgende fagdepartement, sekundært potensielt bevilgende fagdepartement og tertiært stortinget, regjeringen og kommuner/fylkeskommuner)

Det sivile samfunn (relevante frivillige organisasjoner og befolkningen generelt)

Internt (Norges forskningsråds styre, ledelse og rådgivere)

I tillegg til de ovennevnte prioriterte målgruppene, har kommunikasjonsarbeidet fra sak til sak forholdt seg til ytterligere målgrupper slik som media, øvrig virkemiddelapparat (Innovasjon Norge, statlige investeringsfond, etater og direktorater m.m.), internasjonale interessenter, organisasjoner og studenter m.m.

Kommunikasjons- og formidlingstiltak

FUGE har hatt stort fokus på formidling av bioteknologi til forskere, næringsliv, politikere og allmennheten, og har gjennomført en rekke kommunikasjonsaktiviteter, blant annet:

Nettsider og nyheter. FUGE har hatt oppdaterte nettsider og jevnlig sendt ut nyhetsbulletin for å formidle nyheter, utlysninger, seminarer og relaterte arrangementer til programets interessenter. FUGE har også gitt

ut trykte nyhetsbrev, ofte med tematisk fokus slik som helse eller næringsliv. Nyhetsartikler har jevnlig blitt publisert i nettavisen forskning.no og andre massemedier, og FUGE har også invitert journalister/redaksjoner til egne pressemøter for å informere om nyheter og status på programmets område. FUGEs nettsider har vært blant de mest besøkte sidene til Norges forskningsråd og ble ofte benyttet som referanse for andre programmers nettsatsning.

Møteplasser. FUGE har lagt vekt på å være synlig og har tatt initiativ til en rekke konferanser og seminarer, blant annet teknologiplattformseminarer, næringslivskonferanser, jevnlig sluttrapporteringsseminarer hvor FUGE-forskning ble presentert samt dialogmøter med ulike interessenter på sentrale bioteknologiske og forskningspolitiske tema. FUGE var en aktiv bidragsyter på Forskningsrådets næringslivsdag/BIA-dagen, Forskningsdagene samt på eksterne fagkonferanser slik som Kontaktmøtet (Vintermøtet) til Norsk Biokjemisk selskap.

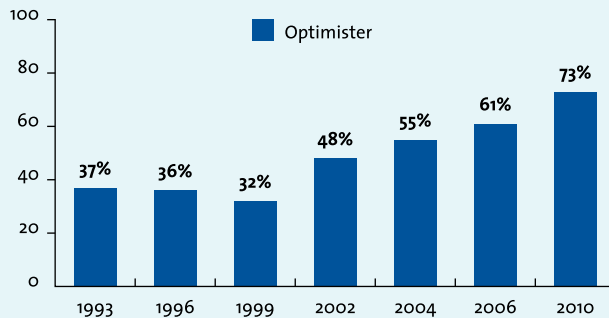
FUGE opplevde stor suksess med to store og populære konferanser som gikk under navnet «Vitenskap i hverdagen». Disse ble arrangert i 2011 og var rettet mot «mannen i gata». Målet var

å formidle spennende norsk forskning innenfor temaene helse (første konferanse) og mat (andre konferanse). Disse arrangementene trakk et stort publikum på nærmere 1000 personer, og bioteknologisk forskning og Forskningsrådet fikk positiv oppmerksomhet, ikke minst i media.

Medietrening. FUGE har gjennomført medietreningskurs for FUGEs styre, administrasjon og forskere fra ulike kanter av landet, samt fortløpende veiledning av FUGE-forskere og prosjektledere før presentasjon og formidlingsaktiviteter. FUGE benyttet tidlig profesjonell kommunikasjonsbistand, blant annet gjennom analyse- og kommunikasjonsbyrået Perduco, i tillegg til at interne medarbeidere jobbet aktivt med kommunikasjonsarbeid.

Filmer. FUGE har medvirket til og finansiert en rekke opplysningsfilmer om bioteknologi som blant annet er brukt på konferanser. De er tilgjengelig på nett og brukes i skole- og utdanningsvesenet.

Analyse. FUGE satset tidlig på å måle holdninger til bioteknologi, blant annet gjennom undersøkelser i næringslivet og blant befolkningen. Dette omfattet også støtte til gjennomføringen av internasjonale komparative

FIGUR 3 | Utviklingen i nordmenns holdninger til bioteknologi**Nordmenn tror på bioteknologi**

Nordmenn er blant de i Europa som er har mest positive forventninger til bioteknologi. Det viser en omfattende undersøkelse som regelmessig gjennomføres av EU-kommisjonen i alle EUs 27 medlemsland.

Mens nordmenn var mer negative til bioteknologi på 1990-tallet, har trenden snudd og de positive forventningene økt gjennom hele 2000-tallet. Nordmenn er mer positive til bioteknologi nå enn noen gang tidligere.

I undersøkelsen fra 2010 svarer 73 prosent at de tror at *bioteknologi og genetisk forskning* vil ha positiv innvirkning på livene våre i løpet de neste 20 årene.

Kilde: Eurobarometer 2010

studier (Eurobarometer) som viser norske holdninger sammenlignet med andre land. Disse ble aktivt formidlet til norske medier og resulterte i flere hundre artikler i mediene. FUGE utviklet også en spørreundersøkelse kalt *Norsk Biotekindeks*. Undersøkelsen er tenkt etablert som en fast undersøkelse blant alle norske bioteknologi-bedrifter og dokumenterer utviklingstrekk innenfor bioteknologinæringen. *Norsk Biotekindeks* vil kunne danne grunnlag for mer skreddersydde virkemidler. Den vil også gi underlagsmateriale for utarbeidelse av nærings- og forskningspolitiske strategier og tiltak, så vel som materiale til mediearbeid. FUGE har også gjennomført holdningsundersøkelser om og brukerundersøkelser av teknologiplattformene. Disse gav nyttig informasjon som ble lagt til grunn for valg av måter å kommunisere faget på, samt bedre tilrettelegging for brukere.

Rekruttering. FUGE deltok med midler i utlysninger i Forskningsrådets Profileringsprogram for realfagene (PROREAL). Midlene går til prosjekter og tiltak som bidrar til økt rekruttering av ungdom til disse fagene. ■



Foto: Erling Svendsen

Hva er marin bioprospektering?

Marin bioprospektering omtales gjerne som den moderne skattejaktten og handler om å lete etter bestanddeler og forbindelser i marine organismer som kan utnyttes kommersielt. De marine organismene kan hentes fra havet, ved kysten, på havbunnen eller i oljereservoarene.

Potensialet favner områder som medisin, mat, energi og industriprosesser. Marin bioprospektering har vært et fokusert forskningsområde siden 2002, og Norge har mange sterke fagmiljøer på området.

Verdiskaping

Omtrent ti prosent av FUGEs totale budsjett har gått til utvikling av bedrifter innenfor den norske bioteknologiindustrien. Dette har bidratt til å stimulere utviklingen av en bærekraftig bioteknologinæring i Norge. Også gjennom å støtte grunnforskningsprosjekter har FUGE lagt et nødvendig fundament for god næringslivsutvikling.

Total finansiering er 165 millioner kroner fordelt på 30 prosjekter i 25 bedrifter. Det var anslagsvis mellom 150 og 200 bioteknologi-bedrifter i Norge i 2011, så omtrent hver sjettede bedrift hadde fått finansiering til forskningen sin gjennom FUGE.

FUGE har hatt som mål å skape et produktivt samspill med næringslivet og arrangerte i tillegg en rekke møteplasser

som koblet forskningen i næringslivet sammen med akademien. Næringslivet var på et umodent og ikke spesielt forskningsorientert stadium da programmet begynte. Dette har endret seg i løpet av programmets tiårsperiode slik at Norge i dag har en større og mer forskningsbasert bioteknologisk industri.

FUGE har som første aktør i Norge også gjennomført en representativ undersøkelse blant norske næringslivsledere om deres holdninger og forventninger til bioteknologi. I tillegg har FUGE sammen med Innovasjon Norge etablert en egen spørreundersøkelse for feltet, Norsk biotekindeks, som kartlegger status, utvikling og behov i norsk bioteknologinæring.

I 2011 oppga 20 prosent av bioteknologibedriftene i *Norsk biotekindeks* at de har mottatt støtte fra FUGE. De fleste av disse arbeider innenfor human helse, som også er det dominerende området for norske bioteknologibedrifter. I tillegg oppgir cirka tre av fire av bedriftene at de har benyttet seg av SkatteFUNN-ordningen, mens en av tre har mottatt støtte fra BIA-programmet i Forskningsrådet.

FUGE har også forsøkt å legge til rette for at bedrifter skulle benytte servicetilbudet ved teknologiplattformene. Dette viste seg å være utfordrende blant annet på grunn av den lite forskningsintensive bedriftsstrukturen og de trange finansielle rammer disse bedriftene opererer under.

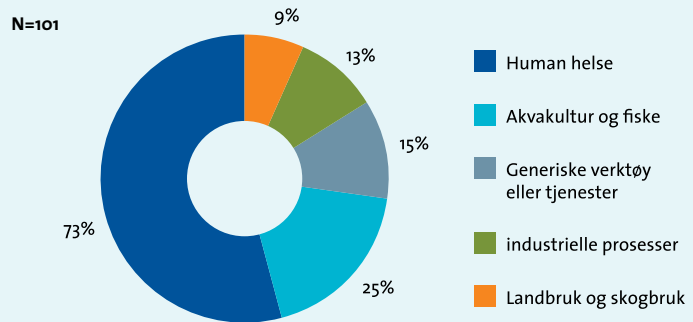
Marin bioprospektering

Marin bioprospektering har kommet høyere på den norske forskningsagendaen i løpet av FUGE-perioden. FUGE-administrasjonen var sentral i utarbeidelsen av en nasjonal strategi for marin bioprospektering i 2009 og fikk ansvar for å disponere midlene som ble bevilget fra Regjeringen til dette satsingsområdet. Fra 2008 har FUGE totalt forvaltet 122 millioner kroner til feltet.

Med dette fikk programmet en sentral posisjon i det strategiske arbeidet med å løfte Norges kompetanse og verdiskaping på dette området. 16 prosjekter fikk støtte i den første utlysningen fra satsingen på marin bioprospektering i 2010, og både næringsliv og FoU-institusjoner fikk innvilget prosjekter.

FIGUR 4 | Tema – innenfor hvilke områder av bioteknologien arbeider din bedrift?

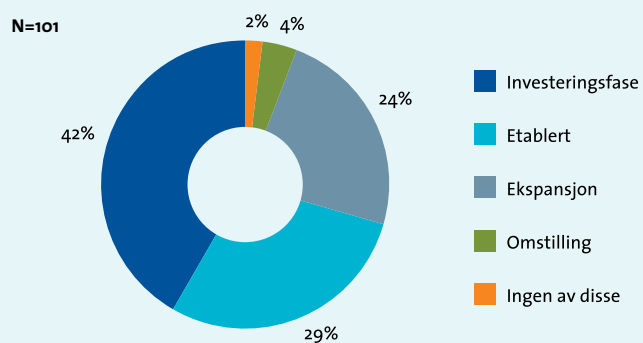
Figuren viser at helse er området som flest norske bioteknologibedrifter arbeider med. Deretter følger akvakultur og fiskeri. Mange bedrifter jobber innenfor flere områder parallelt.



Kilde: Norsk biotekindeks 2011

FIGUR 5 | Fase – hvilken betegnelse passer best for fasen bedriften befinner seg i nå?

Mange bioteknologibedrifter er i en investeringsfase. Omtrent en av fire bedrifter oppgir at de er i en fase med ekspansjon.

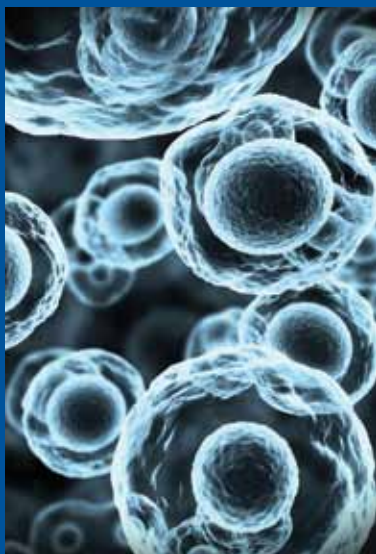


Kilde: Norsk biotekindeks 2011

Hovedmålet med satsingen er å legge til rette for forskningsbasert næringsutvikling basert på marine ressurser. I utformingen har det vært viktig å identifisere og ta hensyn til mulige flaskehals for verdiskaping innenfor marin bioprospektering, samt å sikre nasjonal koordinering og arbeidsdeling

for en effektiv utnyttelse av våre nasjonale ressurser på feltet.

Målsettingen er å etablere koordinerte tiltak som bidrar til økt forskningsaktivitet, teknologiutvikling, kommersialisering og næringsutvikling på området. ■



Nyskappingspris til bioteknologibedrift



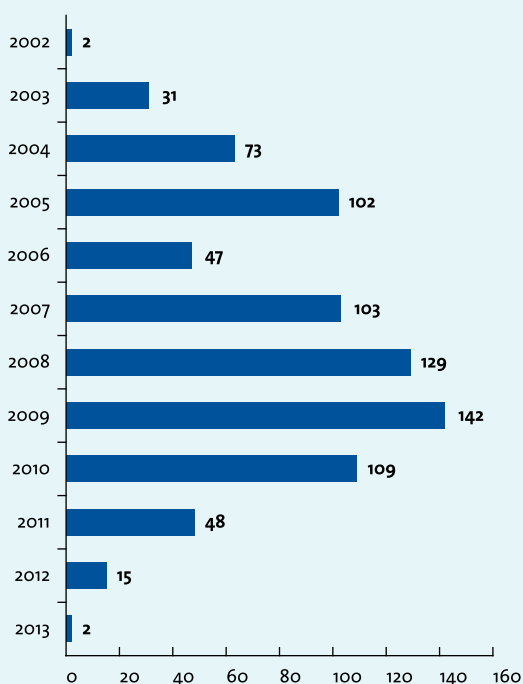
PCI Biotech AS, som har sitt utspring i Photocure AS, utvikler en avansert form for målrettet cellegiftterapi ved kreft i samarbeid med forskere ved Oslo universitetssykehus HF.

Lys brukes for å aktivere og øke effekten av legemidlene som utvikles. Effekten av cellegift blir da lokal og forsterkes opp mot hundre ganger samtidig som bivirkninger reduseres kraftig.

Bedriften som har hatt finansiering fra FUGE, vant i 2011 DNBs Innovasjonspris på én million kroner.

FIGUR 6 | Doktorgrader og postdoktorer – antall årsverk

Figuren viser antall årsverk som FUGE har finansiert, fordelt pr år på doktorgrader og postdoktorer. Totalt i perioden har FUGE finansiert 803 årsverk fordelt på 408 årsverk doktorgrader og 396 årsverk med postdoktorer.



Rekruttering og karrierestipend

FUGE hadde tidlig et sterkt fokus på bevilgninger til "karrierestipend". Tiltaket var rettet mot yngre forskere og basert på innsikt om at det var få stillinger til forskere som hadde gjennomført en postdoktorperiode.

Et tilbud om mellomfinansiering ble utlyst, og har vist seg å fungere positivt. Mange av de som fikk karrierestipend i FUGE, gikk senere over i faste stillinger og leder i dag sterke forskningsgrupper på ulike områder.

En generell erkjennelse i Forskningsrådet av behovet for flere stillinger til nyutdannede kandidater ga etterhvert ordningen med stipend for yngre fremragende forskere (YFF).

Syv prosent av FUGEs budsjett (113 millioner kroner) ble fordelt til totalt 17 karrierestipend. ■

Internasjonalisering

Internasjonalisering har stått høyt på agendaen i hele FUGE-perioden, på flere forskningsområder og både på nordisk, europeisk og internasjonalt nivå. Målet har både vært å tiltrekke internasjonalt ledende forskningsmiljø og nettverk til Norge, samt sikre at norske forskere reiser til utlandet og blir en del av internasjonalt ledende miljøer.

Forskningsmiljøer og prosjekter innenfor bioteknologi viser generelt stor internasjonal orientering og aktivitet, og FUGE-støttede prosjekter har typisk en betydelig andel internasjonalt samarbeid.

Eksempelvis viser innrapportering fra prosjektlederne i 2010 at åtte av ti FUGE-prosjekter har utenlandske samarbeidspartnere (se figur).

Betydningen av samarbeid på tvers av landegrenser er for eksempel tydelig på det marine fagfeltet.

Fisker etter laks- og torskegener

For at norske bedrifter og forskningsinstitusjoner skal kunne ligge i front blant annet i oppdrettsnæringen, har det blitt stadig viktigere å ha tilgang til den genetiske koden til artene. FUGE har derfor vært involvert i flere internasjonale prosjekter og samarbeid innenfor marin forskning på de viktigste matfiskene i Norge (laks og torsk).

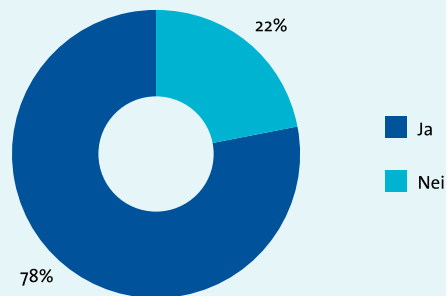
FUGE har blant annet gitt støtte til et omfattende forskningssamarbeid med norske miljøer for å ta i bruk ny teknologi og bli de første til å kartlegge torskens arvemateriale (se også kapittel om resultater).

I 2009 tok Norge initiativ til et strategisk forskningssamarbeid med Canada og Chile hvor det i første fase ble investert 35 millioner kroner for å kartlegge laksens samlede arvemateriale. Laksen har like stort arvemateriale som mennesket, men er mer komplisert oppbygd på grunn av en dobbelt DNA-mengde og andre særegenheter. Dette gjør det vanskeligere å kartlegge laksens genom enn det menneskelige genomet. Laksens genom blir tilgjengelig i løpet av 2012.

Kartleggingen av laksens genom vil være viktig for arbeidet med avl og

FIGUR 7 | Internasjonalt samarbeid i prosjektene

Er det noen utenlandske forskningsmiljøer i ditt/deres prosjekt?



Kilde: DAMWAD, Evaluering av FUGE 2010

sykdomsbekjempelse i oppdrettsnæringen. Samtidig vil det bli lettere å kartlegge villaks som igjen kan bidra til bedre forvaltning. Norge har koordinert og stått for den største finansiering av prosjektet, noe som har bidratt til at Norge i dag har en lederrolle internasjonalt på det marine området.

Europeisk samarbeid: Planter og systembiologi

Siden 2004 da ERA-nettene ble opprettet innenfor EUs 6. rammeprogram, har FUGE jobbet aktivt for norsk deltagelse. Det har resultert i en rekke prosjekter innenfor viktige områder som planteforskning i *Plant genomics* (ERA-PG) og systembiologi i *Systemsbiology for microorganisms* (ERA-SysMo, som er en del av ERA-SysBio).

Fokuset på internasjonale trender og internasjonal forskningsfront innbar at FUGE raskt deltok i utlysninger innenfor systembiologi. FUGE mente det var viktig for norske forskere å få kompetanse på dette nye området gjennom europeiske samarbeid. FUGE deltok i to utlysninger som resulterte i seks prosjekter hvorav to med norsk koordinator. Totalt ble 30 millioner kroner bevilget på dette området.

På plantegenomikkområdet hadde FUGEs plante-teknologiplattform en sterk stilling nasjonalt ved at den hadde

samlet relevante FoU-miljøer med gode prosjekter rundt teknologiene. Det var derfor viktig å sette dette inn i en europeisk kontekst og bidra til plantegenomikkforskningen på en større arena. FUGE deltok i en utlysning som resulterte i to prosjekter. FUGE deltok i en utlysning som resulterte i to prosjekter, og bevilget 10 millioner kroner på dette området.

Bilateralt samarbeid: Bioprospektering

Forskningsrådet fikk gjennom FUGE II-perioden et større fokus på internasjonalisering. BILAT var et virkemiddel som skulle stimulere forskningsmiljøene til å søke ut og etablere internasjonale samarbeid med prioriterte land. FUGE disponerte 8,5 millioner kroner med en føring om å styrke internasjonale komponenter innenfor bioprospektering. Siden 2008 var det en løpende utlysning som FUGE gjorde sine siste bevilgninger til i desember 2011.

Et stort spekter av pilotprosjekter og prosjektutviklingsaktiviteter har blitt finansiert via denne BILAT-ordningen. Disse har strukket seg fra søken etter cellulosedbrytende enzymer i fordøyelsessystemet til reinsdyr på Svalbard til leting etter naturlige plantekomponenter som kan utvikles til malariamedisin i Afrika. ■



Resultater

Ti teknologiplattformer

Avansert utstyr og rask teknologiutvikling er en kostbar kombinasjon for bioteknologisk forskning. Tilgang på FUGEs teknologiplattformer er derfor et fortrinn for mange norske forskningsmiljøer og bedrifter.



Hovedsatsingen i hele FUGE-perioden har vært å legge til rette for banebrytende forskning ved å etablere tilgang til state of the art forskningsinfrastruktur med tilhørende spisskompetanse innenfor bioteknologiske metoder.

Denne investeringen i nasjonal forskningsinfrastruktur ble, og er, en viktig ressurs for både forskningsmiljøene og for næringslivet, særlig de mange små bedriftene. Etterhvert som teknologiplattformene ble etablert og velfungerende, dreide investeringen i økende grad mot støtte til forskning og anvendelse av disse.

Ved FUGE-programmets slutt er det totalt ti teknologiplattformer. De fleste plattformene er nettverk som har noder ved de fleste FoU-institusjoner. Plattformene er spredd utover landet og favner til sammen seks universiteter og inkluderer 35 forskningsmiljøer. ■



FUGEs teknologiplattformer

FUGEs teknologiplattformer er servicesentre som tilbyr alle norske forskere og bedrifter spisskompetanse på sine teknologi- og fagområder.

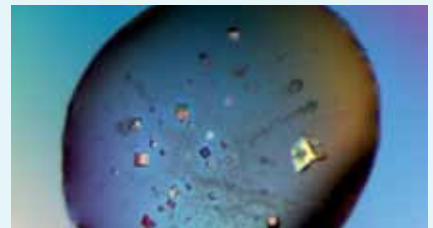
The Norwegian Proteomics Consortium (NorProteomics)

Proteomikk. Prøveopparbeiding, proteinidentifisering og kvantifisering, identifisering av proteinmodifikasjoner.



Norwegian Structural Biology Centre (NorStruct)

Strukturbiologi. Proteinproduksjon, strukturbestemmelse, drug discovery og design.



Norwegian High-Throughput Sequencing Centre (NSC)

Sekvensering. Medisinsk diagnostikk, genetisk analyse og miljømonitorering.



The Norwegian Microarray Consortium (NMC)

Mikromatrise. Tilgang til mikromatriseplattformer, brukertilpasning og scanning av mikromatriser og hel-genom profilering.



The Center for Integrative Genetics (CIGENE)

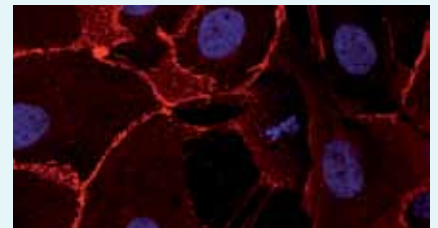
Genotyping. Genetisk analyse av dyr og fisk, fenotypeidentifisering og karakterisering.



Flere av teknologiplattformene innenfor sekvensering, genomanalyse og bioinformatikk har i tillegg samordnet sine tjenester i The Norwegian Genotyping and Sequencing Consortium (NGSC).

The Norwegian Molecular Imaging Consortium (NorMIC)

Molekylær avbildning. Avbildning av hele dyr, celler og subcellulære strukturer.



Biobanks for Health in Norway (BioHealth Norway)

Humane biobanker. Samlinger av humanbiologisk materiale, studier av gener, miljø og helse.



The FUGE Bioinformatics Platform

Bioinformatikk. Utvikling og bruk av metoder for å lagre, integrere og analysere biologiske data



The Norwegian Zebrafish Platform

Sebrafisk som modellsystem. Transgene modeller, stamceller og miljømonitorering.



GenoFisk

Genetisk kartlegging av laks og torsk, avlsoptimalisering og fiskehelse.





Høydepunkter og funn

Medisin og helse

Bioteknologisk forskning innenfor medisin og helse bidrar til ny kunnskap om årsaken til sykdommer, raskere og mer presis diagnostisering og utvikling av nye medisiner og vaksiner.



Nordmenn lever lenger og har bedre helse enn noensinne. Samtidig har vi økende forventninger, både til egen helse og til helsevesenet. Vi står overfor store utfordringer knyttet til blant annet de store folkesykdommene, flere eldre og større ulikheter i nasjonal og global helse.

Medisin og helse er det dominerende området for anvendelse av bioteknologi og det største satsingsfeltet i FUGE. Målet er mer målrettet eller skreddersydd medisin, blant annet på kreftområdet som har vært det største medisinske innsatsområdet. Dette favner krefttyper som lungekreft, brystkreft og prostatakreft.

I tillegg har hjerneforskning stått sentralt, blant annet knyttet til de-

mens, Alzheimer og schizofreni, samt forskning på kroniske, autoimmune sykdommer som leddgikt og psoriasis. Andre eksempler på medisinsk forskning som har fått støtte fra FUGE, er diabetes, influensa, hjerte- og karsykdommer, ulike infeksjonssykdommer, epilepsi, tuberkulose og malaria.

Sterke miljøer

FUGE har også investert betydelig i humane biobanker, både i forskningsinfrastruktur og i forskerprosjekter der biobankmateriale har blitt tatt i bruk for å fremskaffe ny kunnskap om sykdomssammenhenger.

Et viktig mål for FUGE har vært å legge grunnlaget for kunnskapsbaserte helsetjenester og sørge for en god

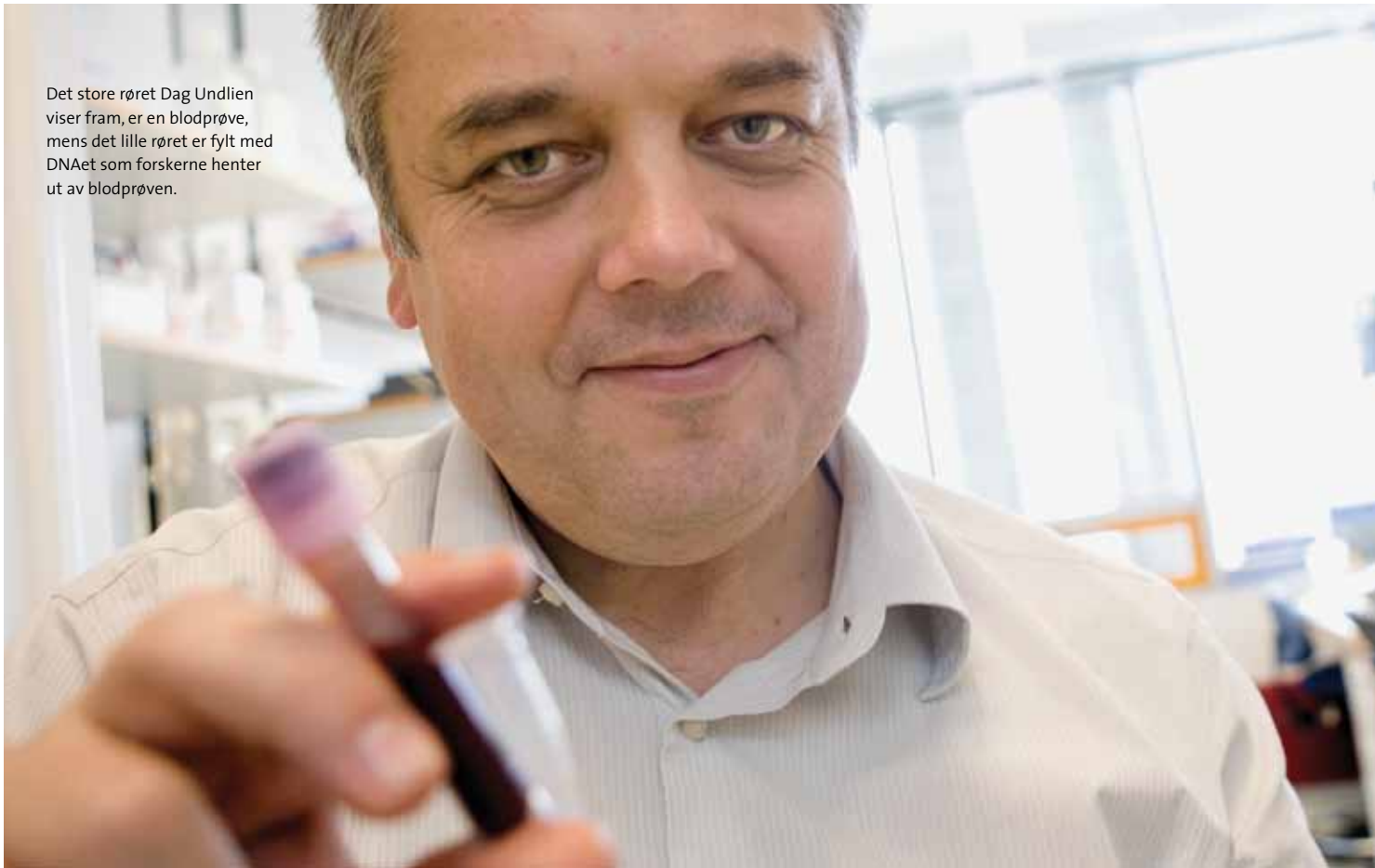
kobling mellom forskning og klinikk. Programmet har støttet medisinsk forskning innenfor en rekke sykdomsområder i tillegg til mer generisk grunnforskning.

Hele 60 prosent av FUGES forskningsmidler har gått til medisinsk forskning, følgelig er det bygget opp sterke miljøer for funksjonell genomforskning både ved universitetssykehus og ved universiteter. Parallelt har næringen vokst, og det har blitt startet en lang rekke helseorienterte bioteknologibedrifter i perioden, flere med utspring fra FUGE-miljøer. ■



Hva er gener?

Menneskekroppen består av rundt 100 trillioner celler. Hver enkelt celle har en cellekjerne med 23 kromosompar med arvestoff fra henholdsvis mor og far. Kromosomene består av tettpakkede DNA-molekyler som til sammen utgjør det humane genom. Gener er de delene av DNA som inneholder instruksjoner om å produsere proteiner, som er kroppens egne byggesteiner.



Det store røret Dag Undlien viser fram, er en blodprøve, mens det lille røret er fylt med DNAet som forskerne henter ut av blodprøven.

Fra sekke diagnoser til skreddersydd behandling

Forskerne kjenner nå til nesten 30 ganger så mange sykdomsutløsende gener som for ti år siden. Utviklingen skaper enorme muligheter for framtidens helsetilbud, mener genetiker.

Kroppens evne til å bekjempe sykdom er i betydelig grad bestemt av hva slags individuelle genetiske variasjoner vi er utrustet med. Også kroppens evne til å nyttiggjøre seg og tåle medisiner varierer fra person til person.

- Veldig mye av det som blir gjort i helsevesenet i dag, baserer seg imidlertid på grove kategoriseringer av pasienter, sekke diagnoser og behandling på gruppenivå. Resultatet blir ofte ineffektiv behandling og mange bivirkninger, påpeker Dag Undlien, professor i medisinsk genetikk ved Universitetet i Oslo.

I Norge er han en av frontfigurene for innføringen av det motsatte:

individuelt tilpasset medisin, ofte kalt skreddersydd medisin. Teknologien har gjort det mulig å finne ut stadig mer om genene våre.

Tester flere sjeldne sykdommer

Resultatet vil bli bedre diagnostikk og bedre behandling både for arvelige sykdommer og for mer vanlige sykdommer, som folkesykdommer, ifølge Undlien.

For ti år siden hadde forskerne kartlagt 100 gener som alene kan utløse arvelig sykdom. Nå kjenner forskerne til 2850 slike gener.

Fram til for noen få år siden omfattet testingen av sjeldne sykdommer hos nyfødte i Norge stort sett bare

stoffsiftesykdom og Føllings sykdom, som fører til mental retardasjon hvis den ikke oppdages og behandles raskt etter fødsel.

I dag testes nyfødte for mer enn 20 arvelige sykdommer, som det også finnes behandlinger for.

- Flesteparten av de 2800 genfeilene er det ikke umiddelbart enkelt å utvikle behandling for, men vi har kommet mye nærmere, sier Undlien.

Finner sårbarhetsgener

Hva med mer genetisk komplekse sykdommer, for eksempel de klassiske folkesykdommene som diabetes, hjerte- og karsykdommer og beinskjørhet?



Foto: Johnny Syversen

Her er det som regel flere gener som spiller inn, i kombinasjon med miljøet, og det er som regel ikke snakk om genfeil, men normalvariasjon av gener som har betydning.

I dag kjenner forskerne til 1100 slike sårbarhetsgener, sammenlignet med bare et dusin for rundt ti år siden. Risikoen forbundet med dem er imidlertid mye lavere enn for de sterkt arvelige sykdommene, og få er tatt i rutinemessig bruk i diagnostikk. ■



Sosial stimulans ser ut til å bedre lærings- og hukommelseevnen hos bier.

Foto: Adam J. Siegel og Bente Smedal

Bier kan bidra til bedre hukommelse

Forskere har klart å reversere aldringsprosessen i hjernen på bier. Det gir håp også for mennesker med demens.

De færreste av oss setter sin lit til at man finner ungdomskilden. At vi blir eldre og at det vil gå nedover, både helsemessig og mentalt, er en del av bevissthetsbildet vårt.

- Men, resultater vi nylig har funnet fram til, tyder på at det ikke trenger å være sånn at det bare går nedover, forteller Gro Amdam.

Hun er professor ved Arizona State University i USA og deltidsforsker ved Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås. Sammen med forskergruppen sin har hun sett på hvordan gamle bier klarer seg i lærings- og hukommelsestester.

Sosial stimulans

- Resultatene viser at bier har symptomer som kan sammenlignes med

demens. Men det mest interessante er at sosial stimulans ser ut til å bedre lærings- og hukommelseevnen hos bier, i likhet med hos oss mennesker, forteller Amdam.

Forskergruppen hennes har funnet åtte proteiner som ser ut til å spille en nøkkelrolle i denne prosessen. To av dem er spesielt interessante, og viktige stikkord er effektiv kommunikasjon mellom hjerneceller.

Amdam og kollegene forsker nå videre på hvilken rolle disse proteinene spiller i prosessene knyttet til endringer i hjernen. Siden hjernen og hjernecellefunksjonen hos bier ikke er så ulik menneskers, kan kanskje kunnskapen komme til nytte hos oss også. ■

Skreddersydd behandling av brystkreft

Brystkreft arter seg svært forskjellig fra kvinne til kvinne. Ved å kartlegge de ulike svulstene grundigere, vil forskere i Oslo og Trondheim bidra til bedre diagnostisering og behandling.

Brystkreft er den vanligste kreftformen blant kvinner, og stadig flere rammes. Sykdommen er svært kompleks. Det gjør at måten den arter seg på, behandlingsrespons og utfall er veldig forskjellig fra kvinne til kvinne.

I to FUGE-finansierte prosjekter ved Oslo universitetssykehus og NTNU i Trondheim går forskerne i dybden på brystkreftsvulstene.

- I dag har vi noen få ulike behandlingsprinsipper å velge mellom for pasienter med brystkreft. Det vil si at mange pasienter får lik behandling selv om svulsten er svært forskjellig fra tilfelle til tilfelle, forteller Gunhild M. Mælandsmo ved Oslo universitetssykehus.

Karakteriserer svulster

Målet hennes er å finne ut så mye om de ulike typene svulster at hver enkelt pasient skal få riktig behandling til riktig tid. Kan for eksempel den molekylære sammensetningen av svulstene avsløre hvem som har dårligst prognose? I så fall kan det lages nye medisiner som er spesielt effektive for disse.

Mens forskerne i Oslo har hovedfokus på molekylære endringer, bruker forskere i Trondheim, med Ingrid Gribbestad i spissen, magnetresonans-

tomografi (MR) for å karakterisere svulstene. MR er en teknikk for å fremstille bilder av kroppsvev hos mennesker eller dyr.

- Vi kan blant annet se om de genetisk ulike svulstene gir ulike MR-signaler og om det i så fall er kjennetegn vi kan bruke når vi skal analysere MR-bilder av pasienter, forklarer Gribbestad.

Opptil 15 undergrupper

Anne-Lise Børresen-Dale står også svært sentralt i brystkreftforskningen i Norge og har fått FUGE-finansiering til flere prosjekter. Hun mener gener er et nøkkelord.

- Kreft utvikler seg når arvestoffet, det vil si genene, i en celle blir skadet. Derfor er forskning på arvestoffet helt nødvendig for vår forståelse av kreftsykdommer, sier hun.

Børresen-Dale har blant annet vist at det finnes mange undergrupper av brystkreft. Ved å kartlegge svulsten til den enkelte pasient enda bedre, tror hun de kan finne opptil 15 slike grupper.

Målet er skreddersydd behandling for pasientene i de ulike gruppene.

- Siden svulstene i hver undergruppe har ulike kjennetegn, må det legges opp ulike behandlingsstrategier for dem, understreker Børresen-Dale. ■



Det finnes opptil 15 undergrupper av brystkreft. Hver av dem bør behandles forskjellig.



Revolusjonerende diagnostisering

En blodprøve er alt som skal til for at DiaGenic ASA skal kunne si om du har brystkreft, Alzheimer eller Parkinsons sykdom.

I 2009 ble DiaGenic notert på Oslo Børs med blodprøvetester som gjør det mulig å diagnostisere brystkreft og Alzheimer på et tidlig tidspunkt. Samme år ble bioteknologiselskapet stemt fram som Norges mest innovative bedrift av norske næringslivsledere.

Teknologien DiaGenic bruker, kan i utgangspunktet benyttes på mange typer sykdommer, og en test for Parkinson er også under utvikling.

Ved sykdom vil ulike gener slås av og på fordi kroppen jobber med å bekjempe sykdommen, og dette kan man også se i de hvite blodcellene.

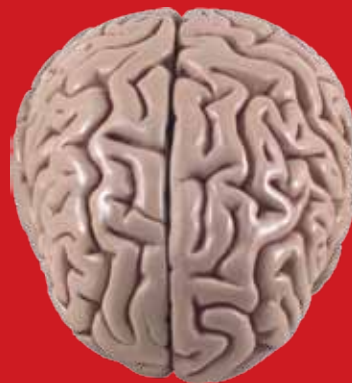
En enkel blodprøve er derfor alt som skal til for å stille en diagnose.

Ifølge gründerne er potensialet stort, særlig hvis det offentlige helsevesenet tar i bruk testene. De understreker at tidlig og korrekt diagnostisering gjør det mulig å behandle og planlegge mer effektivt. Korrekte diagnoser er også avgjørende for at den farmasøytiske industrien skal kunne utvikle nye og mer effektive medisiner.

DiaGenic ble etablert av Praveen Sharma og Anders Lønneborg i 1998, og bedriften har fått midler fra FUGE-programmet to ganger. ■

Alzheimers sykdom

Alzheimer er en hjernesykdom som er en av de vanligste årsakene til demens. Kjennetegnet er at intellektet svekkes og man mister kontrollen over følelser og evnen til å utføre daglige gjøremål. I Europa lider mer enn 7,3 millioner mennesker av Alzheimer eller andre typer demens, og antallet er antatt å dobles hvert 20. år.





Når kroppen angriper seg selv

Psoriasis, leddgikt og nyrebetennelse er alle følger av at kroppen angriper friske celler. Medisiner som retter seg mot et lite enzym, kan gjøre hverdagen lettere for disse pasientene.

Mange kroniske sykdommer oppstår fordi immunforsvaret tror at kroppen er utsatt for angrep fra fremmedelementer og dermed setter i gang en betennelse for å ta knekken på inntrengeren. I virkeligheten har immunforsvaret misforstått trusselbildet og går faktisk til angrep på egne celler og vev.

Hvis ikke misforståelsen blir oppklart, kan betennelsen bli kronisk og ende opp i psoriasis, leddgikt og en rekke andre betennelsestilstander. Berit Johansen og hennes forskerkolleger ved NTNU har funnet at enzymet fosfolipase A₂ (PLA₂) starter denne betennelsesreaksjonen.

- Vi forsker nå på ulike molekyler som vi tror skal kunne stanse aktiviteten til PLA₂ og dermed også stanse betennelsesreaksjonen, forteller Johansen.

Klart for kliniske tester

Forskere fra både Tyskland, Frankrike, Skottland og Danmark har vært involvert i forskningen.

- Relativt få i Norge driver med denne typen forskning, så vi har hentet inn kompetanse fra utlandet. Mange av disse kommer vi til å fortsette å samarbeide med framover, forklarer Johansen.

Hennes forskning på PLA₂ var utgangspunktet for at firmaet Avexxin

ble opprettet i 2005. I løpet av våren 2012 setter firmaet etter planen i gang de første kliniske testene av en medisin mot psoriasis. Parallelt tester forskerne ut andre molekyler mot leddgikt og nyrebetennelse.

For selv om målet er det samme for alle de tre sykdommene - å spenne bein på enzymet PLA₂ - må det ulike midler til for å komme dit. Enzymet fungerer nemlig ulikt i ulike celler og vev, og dermed må forskjellige molekyler settes inn i krigen mot betennelsen.

Stor interesse

- Ingen bruker i dag disse molekylene i sin forskning på kroniske betennelses-

- Ingen bruker i dag disse molekylene i sin forskning på kroniske betennelsessykdommer. Det gir oss en eksklusivitet i markedet.

Vil forhindre hjertesvikt



En til tre prosent av befolkningen rammes av hjertesvikt hvert år, og rundt 30 prosent av disse reagerer negativt eller får ingen effekt av dagens medisiner. FUGE-forskere har funnet et protein som organiserer signalene som forteller hjertet at det skal slå raskere og kraftigere under en adrenalinkick.

Dette jobber de nå videre med for kanskje å kunne motvirke hjertesvikt i fremtiden. Pasienter som

har hatt hjerteinfarkt, tåler nemlig dårligere at adrenalin får "herje" med hjertet.

Forhåpentligvis vil funnene kunne føre til en medisin som blokkerer enkelte skadelige effekter av adrenalin, slik at hjertet beskyttes når adrenalinet øker. Forskereteamet ledet av Kjetil Taskén har tatt patent på medisnutvikling i tilknytning til proteinet. ■

Bedre diabetes-behandling



sykdommer. Det gir oss en eksklusivitet i markedet, og de farmasøytiske selskapene har vist stor interesse, forteller administrerende direktør i Avexxin, Mikael Ørum.

- Når vi kommer til tredje fasen i den kliniske utprøvingen hvor medisinen skal prøves ut på et stort antall pasienter, er planen å selge lisensen til et av disse selskapene, sier han.

Det er imidlertid en omfattende prosess som skal gjennomføres, og en potensiell psoriasismedisin vil først være på markedet om anslagsvis fire-fem år. ■

Norge er blant landene i verden som har høyest forekomst av type-1 diabetes. I 2007 ble det registrert nesten 300 nye tilfeller blant barn under 15 år, og antallet har økt de siste årene.

I et diabetesprosjekt ledet av Dag Undlien har forskerne samlet inn hundrevis av blodprøver og deretter sammenlignet DNA hos diabetespasienter og friske personer.

Funnene viser at type 1 diabetes er en arvelig sykdom, men at det ikke er slik at ett enkelt "diabetes-gen" alene avgjør om man får diabe-

tes. Det er en lang rekke gener som sammen med miljøfaktorer bestemmer om man utvikler sykdommen.

Forskereteamet har funnet assosiasjoner til nye gener som disponerer for diabetes, og de jobber videre med å finne ut hva disse genene gjør. De håper forskningen kan være med og bidra til en mer skreddersydd behandling tilpasset de forskjellige formene for diabetes.

Forhåpentligvis vil det også bli mulig å identifisere personer før de utvikler diabetes og gi effektiv forebyggende behandling. ■



Dette automatiserte fryselageret for DNA-prøver rommer rundt en million prøver. (Foto: HUNT biobank)

Når biobankene åpner hvelvet

Kan blodprøver og annet biologisk materiale som er samlet inn i offentlige befolkningsstudier, brukes av næringslivet på en god måte?

I biobanker landet rundt forvaltes ikke penger, men helseopplysninger og biologisk materiale fra mennesker, som blod, celler og vev.

Dette er materiale som befolkningen har donert i forskningens tjeneste, og som har blitt brukt til å gi oss svar på en rekke medisinske spørsmål siden de første store helseundersøkelsene ble satt i gang på 1970-tallet.

Men hva tenker donorene om at deres bidrag blir brukt til kommersialisering?

Hva er grei bruk?

Berge Solberg er filosof ved NTNU og ledet et FUGE-prosjekt hvor målet

er å følge og å forstå prosessen fram mot kommersialisering. Fokuset er rettet mot HUNT Biosciences som er den kommersielle delen av HUNT forskningssenter og biobank, og som forvalter materiale fra Helseundersøkelsen i Nord-Trøndelag.

- Vi ønsker blant annet å teste ut responsen på det nordtrønderne har vært med på gjennom helseundersøkelsen, og på et eventuelt samarbeid mellom næringslivet og HUNT. Hva er grei bruk og hva er problematisk for donorene, spør Solberg.

I en tidligere studie han har ledet, uttrykte donorene i Nord-Trøndelag stor tillit til HUNT og en nærhet til

både helseundersøkelsen og hjemfylket. Kommersialisering var det eneste temaet som vakte usikkerhet og uro.

Er med på dugnad

- Mange har en forestilling om at legemiddelfirmaene forsker på det som gir mest profitt, og ikke nødvendigvis det som det er viktigst å forske på, forklarer Solberg.

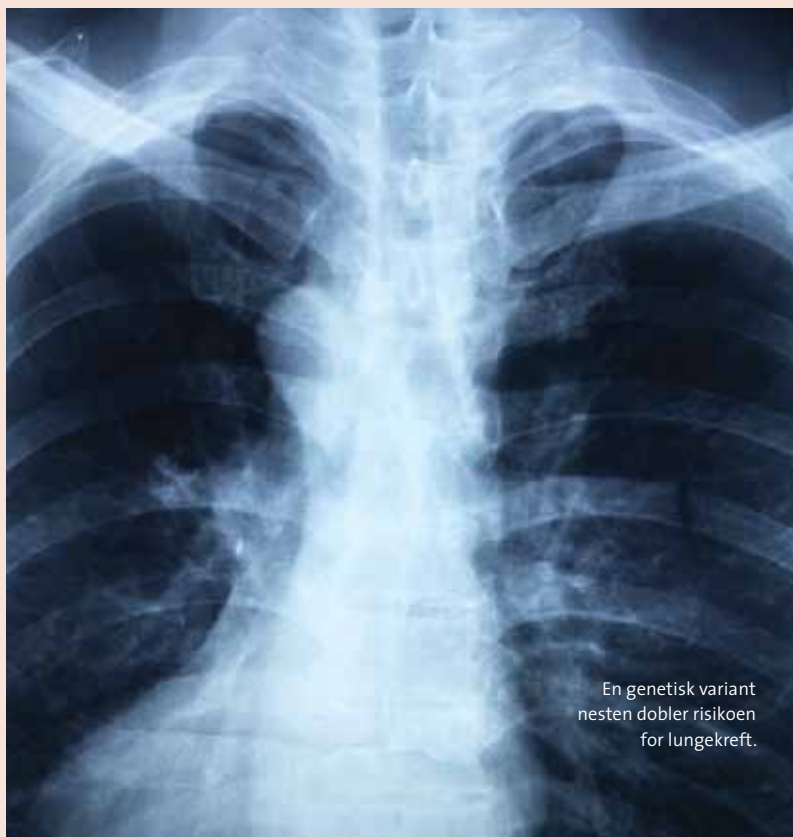
Dugnadsbegrepet og å bidra til fellesskapets beste er tett knyttet til deltagelsen i HUNT. Hvis noen plutselig skulle tjene på det biologiske materialet, endres spillereglene, påpeker filosofen.



Foto: HUNT

Flere lover regulerer bruken av biologisk materiale, blant annet Helseforskningsloven, Biobankloven og Transplantasjonsloven. Lovtekstene er strenge på dette området, men daglig leder av HUNT Biosciences, Per A. Foss, tror det vil være juridisk mulig å se kommersiell bruk av biologisk biobankmateriale.

- Forutsetningen er at det gjøres etisk forsvarlig og på et tilstrekkelig rettsgrunnlag, for eksempel i henhold til samtykker som er gitt fra donorene. Vi har opprettet HUNT Biosciences for å sørge for nettopp det, forklarer han. ■



En genetisk variant nesten dobler risikoen for lungekreft.

Fant gener for lungekreft – jakter på blodtest

Forskere ved NTNU har funnet gener som øker risikoen for lungekreft og kanskje øker lysten på røyk. Nå jakter forskerne på en blodtest for lungekreft.

Om du ikke røyker, er risikoen for å få lungekreft relativt liten. Men den genetiske faktoren for lungekreft som forskerne har funnet, dobler nesten denne risikoen.

Det er en hyppig genetisk variant, og cirka en av ti har genvarianten på begge kromosomkopiene arvet fra mor og far. Samtidig tyder forskningen på at genvarianten også øker sannsynligheten for at man røyker mer enn andre, og dermed blir risikoen for å utvikle lungekreft enda høyere.

Det aktuelle genet ligger på kromosom 15 og koder for nikotinacetylcholin-reseptorer i cellene i kroppen. Nøyaktig hvordan disse reseptorene bidrar til økt risiko for

lungekreft og sjanse for å røyke mer, vet forskerne ikke ennå.

Vil utvikle blodtest

Genet ble funnet i et stort internasjonalt prosjekt som en forskergruppe ved NTNU, ledet av professor Stein Kaasa, var med i. Forskerne søkte gjennom hele det menneskelige genomet etter genetiske faktorer som øker risikoen for lungekreft.

Genet på kromosom 15 er assosiert med en bestemt type lungekreft, adenocarcinom. Forskerne ved NTNU undersøker også om det er mulig å utvikle en blodtest som vil fange opp både denne og andre typer lungekreft. ■



Høydepunkter og funn

Landbruk og mat

De siste tiårene har utviklingen av moderne bioteknologi skapt helt nye muligheter for bærekraftig produksjon av trygg og sunn mat. I dag er mat og bioteknologi viktige satsingsområder for norsk forskning.



Nok og riktig mat er en global utfordring. Vi står overfor en ubalanse mellom den samlede matproduksjonen og veksten i befolkning og velstand. Frem mot 2050 må matproduksjonen økes med 70 prosent på omtrent samme landareal som i dag samtidig som vi sannsynligvis vil oppleve klimaendringer. I tillegg er feilernæring og overvekt et økende helseproblem i mange land.

Bioteknologisk forskning kan få stor betydning for å trygge maten og matproduksjonen vår. Løsningene og mulighetene spenner vidt - fra bedre

tilpassete matplanter som tåler tøffere klima, til mer effektiv avl for melkebonde og friskere fisk i oppdrettsanlegg.

Konkurransedyktig matindustri

Produksjon av mat i Norge er i stor grad forskningsbasert og det var et mål for programmet å styrke forskning for å oppnå bedre matproduksjon der sikker mat og kvalitet i mat stod i fokus.

Ny kunnskap og nye forskningsresultater er også viktig for verdiskaping og økt konkurransekraft for norsk landbruk og matindustri.

Programmet har støttet en rekke prosjekter innenfor basalforskning på plantevitenskap, for å gi bedre kunnskap om matplanter. Det ble også investert i prosjekter både på avl, sykdom og før til dyr i landbruket. Denne forskningen har gitt økt kapasitet i disse miljøene, den har resultert i nye forskningsresultater og har bidratt til et godt grunnlag for fremtidig forskning på sammenhenger mellom gen og funksjon som har relevans for å produsere mat av høy kvalitet. ■



Skeptiske til genmodifisert mat

Hele 96 prosent av befolkningen i Norge har hørt om genmodifisert mat, noe som er den høyeste andelen i hele Europa. Men vi liker tilsynelatende ikke at noen «tukler» med maten vår. Genmodifisert mat får to av tre nordmenn til å føle seg utrygge, mange frykter skader på miljøet og er bekymret for helseeffektene. 27 prosent mener at utvikling av genmodifiserte organismer (GMO) bør oppmuntres, mot 62 prosent som er uenig i dette.

Kilde: Eurobarometer 2010



Planter vil sannsynligvis trenge ekstra sterkt forsvar mot blant annet tørke i framtida.

Planter i hardt vær

Kraftig befolkningsvekst og store klimaendringer i løpet av kort tid betyr økte utfordringer for en sikker matforsyning. Genmodifiserte planter kan bidra til å løse problemene, mener planteforsker.

Fram mot 2050 vil matproduksjonen på grunn av befolkningsveksten måtte økes med anslagsvis 70 prosent på omtrent samme landareal som i dag. Samtidig vil vi sannsynligvis oppleve store klimaendringer.

I tillegg har vi globalt sett gjort oss avhengig av rundt 100 planteslag som matkilde. Av disse står hvete, mais og ris for drøyt 60 prosent av all matproduksjon.

– Vi er fullstendig avhengig av at disse planteslagene fungerer under de gitte betingelsene. Jeg er overbevist om at det ikke kommer til å vare til evig tid, sier Atle Bones, som er biologiprofessor ved NTNU.

Han mener sikker matforsyning kan komme til å kreve at vi tar i bruk genmodifiserte organismer (GMO). Dagens genmodifiserte mat er i all hovedsak planter som har fått tilført egenskaper som gjør dem mer tolerante mot insekter og ugressmidler.

Bones ser for seg at plantene i framtida vil trenge ekstra sterkt forsvar mot alt fra oversvømmelse og kulde til tørke og UV-lys. Han mener også at vi kunne fått tusenvis av nye matplanter gjennom å foredle bort giftige forbindelser eller andre uønskede egenskaper.

Bones og kollegene har funnet ut hvordan rapsplanter, som er blant de 15 viktigste matplantene i verden, genetisk

kan instrueres til å fjerne giftige stoffer i sitt eget frø.

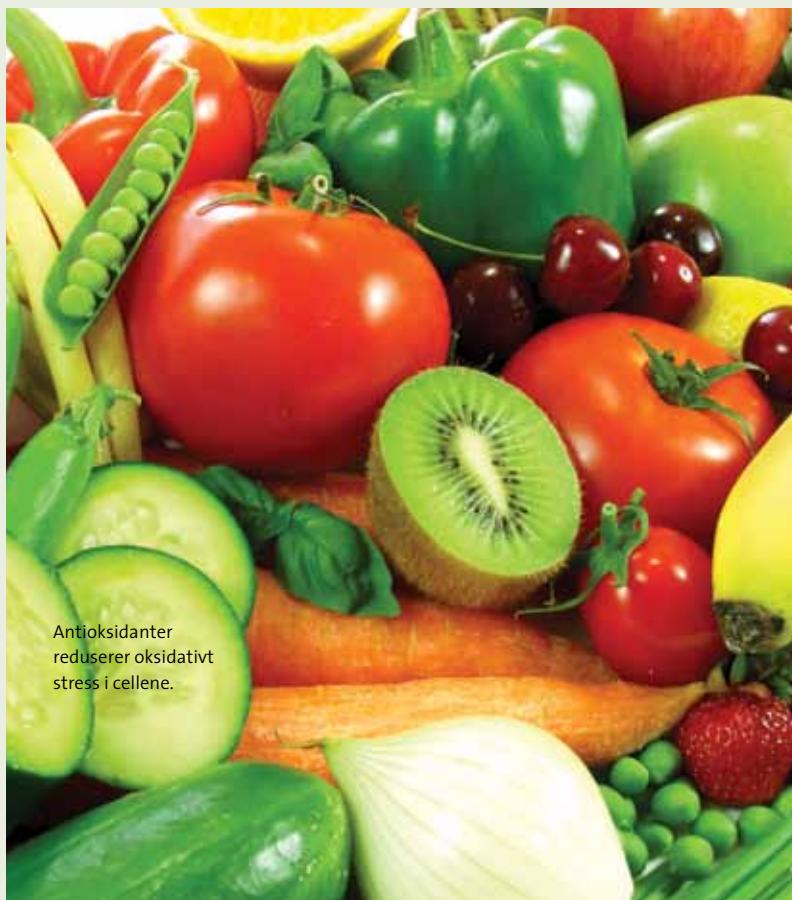
– Raps brukes i dag til produksjon av matolje og dyrefôr, men med visse begrensninger. Teknikken kan gjøre det mulig å utnytte planten i enda større grad, og prinsippet kan godt tenkes brukt i andre plantearter og plantedeler, fastslår Bones.

I Norge får firmaer som vil ha godkjent en GMO, søknadene sine vurdert av Bioteknologinemnda. Utgangspunktet for regelverket er føre-var-prinsippet som innebærer at vi venter til vi er sikre med å sette i gang noe dersom det kan påvirke miljøet eller mennesket negativt.



GMO-utbredelse

På verdensbasis var det fra 1996 til 2009 en 80 gangers økning i jordbruksareal som ble dyrket med genmodifiserte planter. 25 land, deriblant sju europeiske, bruker genmodifiserte planter i stor skala, og i disse landene bor over halvparten av jordas befolkning. Det dyrkes genmodifiserte planter på arealer som er mer enn 30 ganger større enn Danmark.



Antioksidanter
reducerer oksidativt
stress i cellene.

Hvorfor er grønt skjønt?

Er antioksidanter fra maten like nyttige for helsa som kroppens egne? Det prøver Rune Blomhoff og kollegene ved Universitetet i Oslo å finne svar på.

– Ennå er det ikke framstilt noen genmodifiserte planter som gir fordeler av betydning for norske forhold. Derfor har det i praksis ikke vært noe vurderingsproblem, forklarer Bones.

Selv tror han ikke genteknologi eller GMO vil redde verden alene, men at det vil være en del av løsningen for noen og på visse områder.

– En del endringer kommer til å skje så raskt at vi ikke har tid til å vente i årevis på at tradisjonell foredling skal bringe fram de egnede egenskapene i plantene, påpeker planteforskeren. ■

Vi vet at et plantebasert kosthold med mye frukt og grønnsaker er sunt. Men hvorfor er det sunt? Og er alle matplanter, frukt og grønnsaker like sunne?

– Vår hypotese er at effektene er knyttet til antioksidanter. De reduserer oksidativt stress i cellene, som er en grunnleggende sykdoms- og aldringsmekanisme, forteller Blomhoff, som er professor i ernæring.

Kroppens eget antioksidantforsvar sørger for at cellene holder seg friske og motvirker sykdom. Men til tross for mye positiv omtale, vet vi faktisk ikke om antioksidanter

i maten kan støtte kroppens eget forsvar. Dette prøver Blomhoff og forskningsgruppen hans å finne svar på.

De bruker selvlysende mus som avslører hvordan genene reagerer på oksidativt stress og mat med høyt innhold av antioksidanter. Resultatene viser at enkelte matvarer, blant annet kaffe, bær, krydder og nøtter, har en positiv innvirkning på musegener. Neste skritt er å finne ut om de også har effekt på sykdommer som disse genene regulerer, i både mus og mennesker. ■



Norske griser har fått stadig mindre fett på kroppen, ifølge molekylærgenetiker Eli Grindflek.

Svinaktig gode gener

Ved hjelp av genteknologi kan bonden avle frem husdyr som gir oss bedre kjøttmat, melkeprodukter og egg – og bedre dyrevelferd.

Matvanene våre er stadig i endring. Trenden i dag er blant annet magert kjøtt og mindre fett på middagstallerkenen. Genteknologi øker mulighetene for å påvirke kjøtt- og melkeproduksjon, matkvalitet og bedret dyrevelferd stadig raskere og mer effektivt.

– Vi har sett en enorm genetisk utvikling hos norske husdyr de siste tiårene. Spekktykkelsen hos det norske landsvinet er for eksempel redusert fra 30 millimeter til under 10 millimeter i løpet av 50 år, forteller molekylærgenetiker Eli Grindflek.

Hun arbeider i Norsvin ved Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås. For tiden er hun travelt opptatt med å utforske hvilke genvarianter

som gir mest effektiv produksjon av svinekjøtt kombinert med best mulig dyrevelferd.

Hormoner til besvær

Blant annet har hun undersøkt hvilket gen som skal ta knekken på rånelukten hos svin. Høye nivåer av stoffene androstenon og skatol kan nemlig føre til en særegen stram lukt i kjøtt fra kjønnsmodne, ukastrerte hanngriser.

Siden kastrering skal forbyes i Norge, er det viktig å finne løsninger på problemet fort.

Forskerne frykter at fruktbarheten påvirkes negativt dersom nivået av androstenon reduseres. Grindflek og kollegene har imidlertid funnet genvarianter som påvirker mengden

av androstenon uten samtidig å påvirke kjønns hormonene hos hanngrisen.

Dyrevelferd

Grindflek har også forsket på brokk hos gris. Ved brokk tyter en del av tarmen ut gjennom bukveggen og blir liggende under huden.

Frekvensen er lav for begge de vanligste brokktypene hos svin, det vil si navle- og pungbrokk, men sykdommen går utover dyrenes helse og trivsel. Den gir også betraktelige økonomiske kostnader for grisebonden.

Siden brokk er en sykdom med lav arvbarhet er den vanskelig å avle bort med tradisjonelle metoder. Men kanskje kan molekylærgenetiske verktøy og metoder redusere forekomsten.



Kjøttelskende befolkning

Hver nordmann spiser i gjennomsnitt 50 kilo kjøtt årlig, og over 20 kilo kommer fra svin, ifølge Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (ILF). Helsemyndighetene anbefaler at vi begrenser inntaket av rødt kjøtt, som inkluderer storfe, svin, sau og geit, til 500 gram per uke.

Foto: Elin Fugelstadnes

På sporet av brokkgen

- Vi har blant annet funnet to gener på grisens kromosom 2 som er sterkt assosiert med pungbrokk, sier Grindflek.

Det ene genet kalles Wilms Tumor 1 og er viktig både for den generelle utviklingen av kjønnsorganene og for prosessen som fører testiklene ned i pungen. Det andre genet, Fibulin-4, koder for et protein som brukes i byggingen av elastiske fibre og membraner i kroppen. ■



Større riskorn betyr mer mat for verdens fattige.

Jakter på større riskorn

Forskerne er på sporet av mekanismer som styrer frøutviklingen i ris. Det kan bety større riskorn, som igjen betyr mer mat.

Ris er en svært viktig matplante for verdens fattige. Den inneholder mye karbohydrater, noe protein og varierende mengde vitaminer. Kunnskap om hvordan riskorn utvikler seg blir stadig viktigere etter som verden trenger mer effektiv matvareproduksjon tilpasset ulike miljøforhold.

Forskere ved Universitetet i Oslo med Paul Grini i spissen angriper problemstillingen via ugressplanten vårskrinneblom, som er mer egnet til forskning enn det ris er.

Far vil ha store avkom

– For å komme videre med tradisjonell planteforedling og finne ut hvordan plantene tilpasser seg skiftende miljø, må vi forstå hvordan genaktiviteten reguleres. Dette er vel så viktig som å studere genene

for at vi skal forstå hva som skjer i frøene, sier Grini.

I frøene er noen av genene kjemisk merket slik at det enten bare er genene fra mor eller far som er aktive. Forskerne har studert hvordan dette påvirker frøutviklingen og har sett at aktivitet i genene fra far gir store frø. Forklaringen er at far prøver å få maksimal størrelse på avkommet, mens mor som har flere avkom, fordeler ressursene og ønsker å redusere veksten til hvert enkelt avkom.

Når Grini og hans kolleger finner gener de mener er viktige for frøutviklingen i vårskrinneblom, prøver andre europeiske forskere som jobber med ris, å finne tilsvarende mekanismer der. ■



Reine enzymer

Løsningen på biodrivstoff kan ligge i tarmen hos reinsdyr på Svalbard.

I hardt trevirke ligger mye av fremtidens løsning på alternativt drivstoff. Nå har forskere funnet frem til flere enzymsystemer som kan bryte ned de hardbarka trematerialene. Denne gang i tarmen hos reinsdyr på Svalbard.

Det som gjør reinsdyra spesielt interessante, er at de lever i et arktisk miljø hvor de spiser blant annet lav og kvister, som i utgangspunktet er vanskelig å bryte ned.

- Reinsdyra må dessuten ofte klare seg med lite mat, så de vet å utnytte den godt. Vi regner derfor med at mikroben i reinsdyrtarmen har spesielt effektive enzymer som bryter ned plantematerialet til energi og nærings-

stoffer, forteller professor Vincent Eijsink ved Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås.

Populære tarmar

De siste årene har forskeren fått stor interesse for aktivitet i magetarmkanalen hos dyr. Det er tidligere gjort lignende studier av tarmbakterier hos ku, de australske pungdyrene wallaby og hos termitt-innsektene.

- Med våre studier av reinsdyr har vi for første gang en unik mulighet til å sammenligne mikrobiologien hos dyr som lever under svært ulike livsmiljø.

Reindyra bakterier er de mest aktive i nedbrytingen av tremateriale,

eller lignocellulose, skal vi tro professor Eijsink.

Jakten på enzymer

Enzymene bryter ned bark og annet hardt trevirke ned til sukker. Sukker gjøres deretter om til etanol. I dag kan kjemiske midler gjøre jobben, men naturlige enzymer vil redusere antall skadelige avfallsstoffer.

Ifølge professoren er enzymer spesielt attraktive fordi de jobber presist og under milde betingelser.

- Det vil si at de hverken trenger spesielt høy temperatur eller et bestemt klima for å bryte ned stoffene.



Reinsdyr har et effektivt enzymesystem som kan bryte ned bark og annet hardt trevirke til sukker.

Rent og effektivt

Den samfunnsmessige betydningen av effektive enzymesystemer er stor. De kan bidra til at biomasse fra plantematerialer i langt større grad enn før kan brukes som alternative og fornybare kilder til energi.

Jakten på enzymer i reinsdyr er et forprosjekt i samarbeid med Australia, som ble satt i gang av BILAT-bevilgningen fra FUGE. Resultatene har ført til et Marie Curie-prosjekt hvor de samme forskerne nå bygger videre på sine funn og utvikler nye enzymer for prosessering av biomasse. ■

Gener for fruktbarhet og jurbetennelse

Mens melkekyrner ellers i verden har blitt mindre fruktbare med årene, er NRF-ku (Norsk Rødt Fe) både mer fruktbar og produserer mer melk enn noen gang. Torstein Steine ved Universitetet for miljø- og biovitenskap har ledet et FUGE-finansiert prosjekt som har påvist 17 kromosomområder hvor det er sannsynlig at det ligger ett eller flere gener av betydning for fruktbarheten hos melkekyr. Hvis man klarer å identifisere disse genene, vil man kunne avle fram enda bedre NRF-kyr og heve fruktbarhetsnivået hos andre raser ved å plukke ut de beste avlsdyrene.

I et annet prosjekt har forskere kartlagt gener som regulerer og beskytter mot jurbetennelse, en syk-



dom som kan gi store økonomiske tap for bonden. Ifølge Ingrid Olsaker ved Norges veterinærhøgskole som leder prosjektet, kan forskningsresultatene bidra til bedre strategier for å redusere forekomsten av sykdommen og dermed få ned bruken av antibiotika i landbruket. Målet er også at den videre forskningen skal bidra til at det avles fram dyr som er mer motstandsdyktige mot jurbetennelse. ■

Vil velge kjønn på kalven



Om kalven er ku eller okse, er viktig for mange bønder. Norske forskere håper å komme først i mål med en bedre metode for å fastslå kjønn før befruktning.

En kjøttprodusent vil bare ha okser, mens en melkeprodusent naturlig nok bare vil ha kyr.

Dagens metoder for å skille oksesæden etter kjønn, er imidlertid både dyre og lite effektive. I samarbeid med den største distributøren av storfesæd i Norge, Geno, prøver IRIS Biomiljø i Stavanger å løse denne utfordringen.

Målet er en mer kostnadseffektiv metode som ikke skader sædcellene,

og som med 90 prosent sikkerhet kan avgjøre om den blivende kalven er ku eller okse. Forskerne jobber også med en tilsvarende metode for å velge kjønn på griser.

Forskningsdirektør ved IRIS Biomiljø, Anne Hjelle, påpeker at markedsbehovet er enormt og at den som kommer først i mål med ny teknologi, vil ha en stor markedsfordel. ■



Høydepunkter og funn

Marin bioteknologi

Tradisjonelt fiskeoppdrett hvor man velger ut fiskeforeldre som vokser raskt og holder seg friske, har pågått i snart 40 år. Det siste tiåret har forskning på laksens gener ført til store forbedringer.



I 2010 rundet produksjonen av oppdrettsfisk for første gang én million tonn. Det tilsvarer ti millioner måltider hver dag gjennom hele året. Men samtidig som næringen og verdiskapningen vokser, dukker det også opp nye utfordringer knyttet til avlsarbeid, fôr og fiskehelse.

Marin bioteknologi har vært ett av tre prioriterte tema i FUGE. Programmet spilte en sentral rolle for kartleggingen av laksens gener som blir klart i 2012, samt for at norske forskere kunne presentere torskens genom i 2010. Kunnskapen om genomet vil sannsynligvis legge grunnlaget for helt nye løsninger for å hindre sykdom, optimalisere produktkvalitet og forbedre utnyttelse av nye fôrråvarer.

Kartleggingen av laksens genom vil også ha betydning for rømming, som er en sentral utfordring både når det gjelder bærekraftig produksjon og et bærekraftig miljø. Oppdrettslaks som smitter villaksen med sykdommer, er et problem, og bekymringen er særlig

knyttet til hvorvidt rømt oppdrettslaks kan påvirke villaksen genetisk slik at evnen til reproduksjon og tilpasning blir dårligere.

Ledende rolle

Marin bioteknologi er et av områdene hvor Norge hevder seg i toppsjiktet forsknings- og næringsmessig, og vies i stadig større grad internasjonal oppmerksomhet. Marin bioteknologi fremheves som et sentralt satsningsområde for Norge i tiden fremover og hvor Norge kan ha en ledende rolle i internasjonalt forskningssamarbeid.

Den positive utviklingen innenfor marin bioteknologi de siste årene har lagt et godt fundament for verdiskaping og næringsutvikling innenfor feltet. De siste to årene i programmets virketid hadde FUGE også ansvar for marin bioprospektering, et relativt nytt fagområde som er av stor politisk interesse og som kan få stor betydning for norsk næringsliv på sikt. ■



Foto: Marine Harvest

Om havbruksnæringen

Havbruksnæringen er en av våre største eksportnæringer. I 2010 ble det eksportert oppdrettsfisk for 33,4 milliarder kroner. Mer enn 95 prosent av oppdrettsfisken går til eksport, men tall fra dagligvarehandelen viser at etterspørselen etter laks i Norge er i rask vekst.



Først ute med torskens genom

I oktober 2009 kunne norske forskere presentere det fullstendige arvematerialet til torsken. Norge var dermed først ute med å kartlegge arvestoffet til en fisk med stor økonomisk betydning.

- Mye tyder også på at torsken kan bli en viktig oppdrettsart. Da er det en fordel at vi er enda bedre rustet på den genetiske forståelsen enn vi var da laksen ble domestisert, sier Kjetill S. Jakobsen.

Han er professor ved Universitetet i Oslo og har ledet prosjektet med å kartlegge torskens arvemateriale, eller genom.

I 2003 var mesteparten av det menneskelige genom kartlagt, etter 13 års arbeid. Kartleggingen av torskengenomet, som er tilsvarende avansert som menneskets, ble gjort i rekordfart på mindre enn et år. Mye takket være avansert teknologi og personer med

tverrfaglig kompetanse som har kunnet analysere de enorme datamengdene.

Mange overraskelser

Torsken tilhører en stor familie. Kysttorsken på Sørlandet er for eksempel ganske forskjellig fra torsk i Barentshavet og i Østersjøen. Det er derfor ikke slik at vi vet noe om all torsk gjennom denne kartleggingen.

– Men nå har vi en referansefisk. Det vil bli mye enklere å kartlegge de andre torskestammene etter hvert, noe vi allerede er i gang med, sier Jakobsen.

Underveis i arbeidet har det dukket opp flere overraskelser. En av dem er

at torskens immunforsvar er helt unikt sammenlignet med både andre fiskearter og pattedyrene.

Immunsystemet slik vi kjenner det hos mennesket, har til nå blitt ansett for å være bevart blant alle høyerestående dyr og ha ett felles opphav. Torsken mangler imidlertid den delen av immunsystemet som normalt benyttes for å bekjempe infeksjoner fra bakterier og parasitter.

Skulle vært død

– Dette funnet er svært overraskende. Ut fra konvensjonell forståelse av immunologi skulle torsken ha vært død, sier Jakobsen.



Torskens særegne immunsystem gjør at vi må se på menneskets immunsystem med nye øyne.

Forskerne håper at de kan få bygd opp en genetisk biobank med de ulike torskegenomene, slik at de kan få et bilde av variasjonen og sammenholde egenskaper.

Torskesekvenseringen er et samarbeid mellom forskningsmiljøer ved universitetene på Ås og i Oslo, Bergen, Tromsø og Trondheim, samt Nofima, Havforskningsinstituttet og Norges Fiskerihøgskole, i regi av GenoFisk.

GenoFisk er en kompetanse- og ressursplattform opprettet av FUGE med mål om å styrke den funksjonelle genomforskningen på fisk i Norge. ■

Oppdrettsnæringen leter etter alternative næringskilder til oppdrettsfisk.



Vegetarmeny for framtidens oppdrettsfisk?

Hva kan oppdrettsfisken egentlig spise? Holder det med grøntfôr, eller må den ha fisk på menyen? Nye bioteknologiske metoder for fôrforskning kan gi oss svaret.

Fiskemel og fiskeolje er vanlige ingredienser på menyen til dagens oppdrettslaks. En av de viktigste utfordringene for en bærekraftig norsk oppdrettsnæring ligger i å erstatte bruken av fiskemel med vegetabiliske proteinkilder som soya og raps.

Ustabile priser, varierende kvalitet og begrenset tilgang på marineråvarer er noen av grunnene til at oppdrettsnæringen stadig jobber med å finne alternative næringskilder som gir sunn og frisk oppdrettsfisk.

I et treårig forskningsprosjekt finansiert av FUGE og HAVBRUK-programmet i Forskningsrådet har EWOS Innovation tatt i bruk genteknologi for å lære mer om hvordan fisken fordøyer og tar til seg ulike typer næringsstoffer.

Raskere metoder

- Utprøving av nye fôralternativer er tidkrevende og dyrt. Ved hjelp av bioteknologisk forskning jobber vi for å utvikle langt raskere metoder og som gir mer detaljerte svar på hvordan ulike dietter påvirker fiskens tilvekst, helse og egenskaper, sier Per Olav Skjervold.

Han er administrerende direktør i EWOS Innovation AS som er forskningsselskapet til Cermaq – et av verdens ledende oppdrettselskap.

Forskningen har blant annet vist at genmarkører kan brukes for å måle veksten hos oppdrettsfisken. Allerede fem dager etter foringstidspunktet kan man se endringer i genuttrykket som speiler ulik vekst. ■



Jakter på havets enzymer

Farvannene i Nord-Norge inneholder en gullgruve av spennende, nye enzymer med potensial for kommersialisering. Forskerne i MARZymes-prosjektet er med på jakten.

Menneskeheten har lange tradisjoner med å lete i naturen etter bioaktive stoffer som kan utnyttes til medisinske og andre formål. Over 65 prosent av dagens legemidler er basert på stoffer fra naturen, hvorav de aller fleste kommer fra artsmangfoldet på land.

Artsmangfoldet til havs er i mindre grad blitt utforsket til tross for at havet dekker vel 70 prosent av jordas overflate og utgjør over 90 prosent av dens biosfære. Siden utviklingen av miljøet i havet startet flere millioner år tidligere enn på land, er artsmangfoldet sannsynligvis større der enn på land.

I dag vet vi lite om de marine artenes molekylære og genetiske egenskaper, særlig i organismer fra kalde farvann. Det skal prosjektet MARZymes gjøre noe med gjennom marin bioprospektering, det vil si formålsrettet og systematisk leting etter bestanddeler, bioaktive forbindelser eller gener i marine organismer.

Raskere og mer miljøvennlig
MARZymes fikk i 2009 midler fra FUGE til en prosjektperiode på fem år for å lete etter enzymer som kan kommersialiseres. Dette kan være enzymer som kan utnyttes for eksempel i bioteknologisk industri og forsknings-

virksomhet, mat- og fôrproduksjon, farmasøytisk industri eller til utvikling av biodrivstoff.

Enzymer fungerer som katalysatorer ved at de øker farten på en kjemisk reaksjon. De kan brukes til alt fra å mørne kjøtt til å rense kontaktlinser, bryte ned stivelse i korn under produksjon av øl og bleking av papir.

- Mange av disse prosessene kan utføres uten enzymer, men vil da være langt mer miljøskadelig. For industrien er bruken av enzymer både et grønnere alternativ og mer tidsbesparende, påpeker prosjektleder Arne Smalås.

- Målsettingen i MARZymes er utvikling av nye bioteknologiske produkter



Vi vet lite om de marine artenes molekylære og genetiske egenskaper.



Marked for rekesmak

Smak tatt fra ei reke eller en blekksprut fra Mørgekysten kan ende opp som krydder i en nudelpakke i Kina. I samarbeid med Møreforskning Marin jobber bedriften Firmenich Bjørge Biomarin med å finne molekyler som kan danne grunnlaget for marine smaker som kan slå an på det kinesiske markedet. Hvert år selges det 100 milliarder nudelpakker i Kina, og i 200 millioner av disse følger det med en krydderpose med smak av sjømat.

“Vi har stor tro på at resultatene fra MARZymes-prosjektet vil skape spennende muligheter for oss framover”

med potensial for innovasjon og kommersialisering, fortsetter han.

Ekstreme forhold

Enzymene kan finnes i alle marine organismer, inkludert fisk. MARZymes-prosjektet har fokus på enzymer fra mikroorganismer.

I arktiske og subarktiske havområder har organismene tilpasset seg ekstreme forhold, som lave temperaturer og varierende lysforhold. I disse organismene finnes derfor helt spesielle gener eller molekyler.

Enzymene i disse organismene fungerer ved svært lave temperaturer, noe som gjør at energibruken i indus-

trielle prosesser kan reduseres. I tillegg har de blant annet høy toleranse for salt. Dette er spesielle egenskaper som er ettertraktet i dagens enzymmarked, ifølge Smalås.

FUGE-plattformen NorStruct (Nasjonalt senter for strukturbiologi) som ligger i Tromsø, deltar aktivt i prosjektet. NorStruct hjelper til med produksjon og karakterisering av enzymene, og kartlegger den tredimensjonale strukturen på atomært nivå.

Spennende muligheter

MARZymes er et samarbeid mellom Universitetet i Tromsø (UiT), NTNU og Umeå universitet i Sverige. Prosjektle-

delsen er plassert ved UiT som er et av verdens ledende universiteter innen marin bioprospektering i arktiske strøk.

Arcticzymes AS, som er datterselskapet til Biotec Pharmacon og holder til i Tromsø, samarbeider tett med prosjektet og vil videreutvikle interessante funn.

- Vi har stor tro på at resultatene fra MARZymes-prosjektet vil skape spennende muligheter for oss framover, sier Svein Lien, administrerende direktør i Biotec Pharmacon. ■



Til kamp mot lakselusa

Lakselus er den vanligste parasitten på oppdrettslaks og det største sykdomsproblemet i næringen. Forståelse av lakselusas genetik er et viktig skritt i retning av nye vaksiner og legemiddel mot parasitten.

Lakselus tilhører hoppekrepsfamilien, og finnes naturlig i alle havområder på den nordlige halvkule. Den lever av laksens slim, skinn og blod, og lus i store mengder kan føre til sårdannelse og større mottakelighet for infeksjoner.

Lus er i dag en av de viktigste tapsårsakene i opprett av laks, og det er derfor viktig å finne effektive måter å bekjempe parasitten på. Lakselus på oppdrettsfisk blir som regel kontrollert kjemisk med medikamenter som påvirker lusas nervesystem.

I visse deler av Norge har lusa imidlertid utviklet resistens mot disse midlene. Nye behandlingsmetoder, enten det er vaksiner eller kjemiske medikamenter, fungerer ved å blokkere eller manipulere biologiske prosesser i lakselusa.

Slår av genene

Frank Nilsen, professor ved Institutt for biologi, Universitetet i Bergen, har gjennomført et prosjekt i regi av FUGE hvor ett av målene var å slå av bestemte gener i lakselus. Da stanser også produksjonen av visse proteiner, og forskerne kan studere hva som skjer når proteinet ikke lenger lages. Dermed får de også en god pekepinn på hva proteinets funksjon kan være.

Effekten man oppnår ved å slå av bestemte gener, kan gi et bilde på hvilke effekter en vaksine mot det aktuelle proteinet kan ha.

- For eksempel kan man bruke metoden til å evaluere nye legemidler under utprøving. I tillegg kan det å slå av gener i seg selv, være en helt ny teknikk for kontroll av lakselus og andre parasitter, forklarer Nilsen.

Ifølge Nilsen finnes det flere metoder som kan benyttes for å skru av funksjonen til gener i ulike organismer. Mange av dem er ikke mulig å benytte på lakselus. Nyere forskning har imidlertid vist at man kan benytte cellenes eget genreguleringsmaskineri til å skru av eller skru ned funksjonen til et gen.

Hindrer proteinproduksjon

Metoden Nilsen og kollegene benytter, kalles RNA-interferens (RNAi) og forstyrrer prosessen som må til for at protein skal produseres.

Når et protein skal produseres, sjekker cellen den genetiske oppskriften i arvestoffet og lager en avskrift som består av RNA. Denne avskriften kalles budbringer-RNA. Avskriften transporteres til proteinproduksjons-



Lakselus lever av fiskens slim, skinn og blod.

apparatet der proteinet settes sammen etter beskrivelsen.

Men cellene kan manipuleres til selektivt å ødelegge et bestemt budbringer-RNA. Metodikken som brukes for å få til dette, kalles altså RNAi.

- RNAi har vist seg å være svært effektiv i lakselus, hvor gener kan skrues ned eller av i hele organismen over lange perioder, forteller Nilsen.

Hans forskning på lakselus ledet fram til etableringen av Sea Lice Research Centre høsten 2011, som er et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI). Lakselussenteret er lokalisert ved Universitetet i Bergen og ledes av Nilsen. Rundt 20 forskere er knyttet til senteret som har et totalbudsjett på 200 millioner kroner fordelt på åtte år. ■



Utfallet blir ofte dødelig når fisk rammes av sykdom.

Når laksen blir syk

I kampen mellom virus og fiskens immunsystem er det ofte fisken som taper. Forskere jobber iherdig for å avsløre virusenes taktikk og slå knockout på dem.

Livet i oppdrettsanlegget er slett ingen dans på roser. Infeksiøs pankreasnekrose (IPN), infeksiøs lakseanemi (ILA) og hjerte- og skjelettmuskelbetennelse kan ses på som laksens svar på vår influensa, gulfeber og hepatitt.

I motsetning til hos oss mennesker er utfallet ofte dødelig for fisken, noe som innebærer store tap for oppdrettsnæringen.

Med dette som bakteppe jobber flere forskere med å finne ut hvordan laksen på best mulig måte skal kunne beskytte seg mot sykdom.

Mangler effektive vaksiner

For å komme dit studerer forskerne gener og molekyler i både fisk og virus og hvorfor det er slik at det finnes "slemme" og "snille" versjoner av det samme viruset og hvordan fiskens immunforsvar reagerer på et angrep.

- Å forstå samspillet mellom virus og vert er avgjørende for å kunne utvikle effektive vaksiner mot de ulike virussykdommene. Laksens immunforsvar er et gigantisk område som det tar lang tid å kartlegge, forklarer Unni Grimholt, genetiker ved Universitetet i Oslo.

IPN og ILA er to av virussykdommene som skaper mest hodebry for lakseoppdrettsnæringen. Mangelen

på effektive vaksiner er et stort problem, ifølge Grimholt.

- Det har tradisjonelt sett vært veldig suksessfullt å lage vaksiner mot bakterier, men det har vist seg langt vanskeligere å lage gode vaksiner mot virus, forteller hun.

Leter etter resistent fisk

Grimholt er en av dem som har fått midler fra FUGE, og har forsket på fiskegener i rundt 20 år. Hun er ekspert på såkalte MHC-molekyler, som befinner seg på overflaten av cellene. Under et virusangrep vil MHC-molekylene vise fram biter av viruset og dermed blir det satt i gang en immunrespons.

- Noen MHC-varianter bidrar til resistens mot gitte virus, mens andre bidrar til beskyttelse mot bakterier, og vi arbeider med å forstå hvorfor, forklarer Grimholt.

Forskergruppen hennes har blant annet identifisert en genetisk markør som forklarer en vesentlig del av den genetiske variasjonen i resistens mot IPN. Ved hjelp av DNA-analyser kan man da finne de fiskene som har den beste IPN-resistensen innenfor familien og bruke disse videre i avl for å forbedre sykdomsmotstanden. ■

Samlet vurdering og utfordringer framover



Betydning av programmet

En ekstern evaluering av FUGE i 2010 viser at programmet nådde sin viktigste målsetting, nemlig å etablere sterke forskningsmiljøer innenfor bioteknologi i Norge. FUGE har gitt et markant løft til bioteknologisk forskning, i form av styrket kompetansenivå og økt forskningsaktivitet, kapasitet og forskningskvalitet. Dette har ført til at norske bioteknologiske forskningsmiljøer i dag, på utvalgte områder, er

attraktive som samarbeidspartnere og kan konkurrere på den internasjonale forskningsarenaen.

FUGE var den største offentlige satsingen på bioteknologi i Norge noensinne og programmet ble en merkevare både i virkemiddelapparatet, i departementer, blant bedrifter og i forskningsmiljøene.

FUGEs tilblivelse gjennom en *bottom-up-prosess* fra FoU-miljøene førte til at mange forskere innenfor de bioteknologiske fagmiljøene følte

eierskap til programmet. Programmetets styre har også hele tiden vært sammensatt av representanter fra de største universitetene for å opprettholde forskernærheten til programmet. Dette har trolig vært av stor betydning for gjennomslagskraften programmet har hatt. Evalueringen av FUGE fastslår at programmet har vært en suksess for Norge.

Fornøyde brukere

I en spørreundersøkelse blant søkere og mottakere av FUGE-midler i 2010 mente hele 99 prosent at FUGE hadde bidratt til å styrke forskningsbasert kunnskap og kompetanse på feltet. 98 prosent mente programmet hadde bidratt til å utvikle norsk spisskompetanse, og 92 prosent mente dette er relevant for å ligge i forskningsfronten internasjonalt.

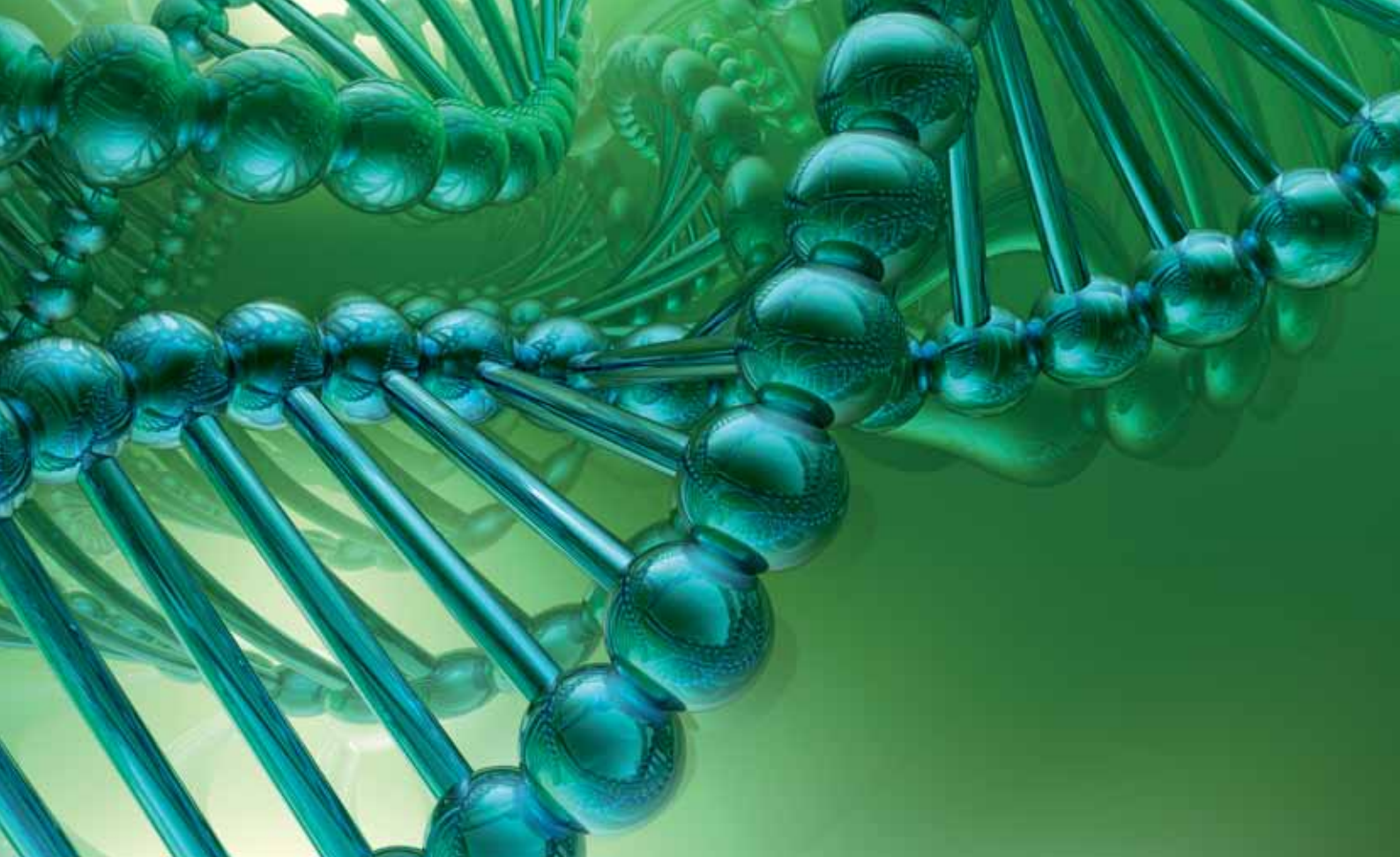
Både forskere som mottok midler i FUGE og de som ikke nådde opp i konkurransen, er i stor grad enige om at den strategiske satsingen på bioteknologi har gitt et betydelig løft for feltet, som man ikke ville sett ellers.

Den økte forskningsaktiviteten viser seg blant annet i antall publikasjoner, antall fullførte doktorgrader

FIGUR 8 | Aggregerte resultater for FUGE (2002-2011)

Tabellen viser noen utvalgte aggregerte resultater fra FUGEs prosjektportefølje per desember 2011.

Doktorgrader	84
Nye metoder, modeller, prototyper	146
Nye foretak	11
Nye lisenser	14
Nye patenter	45
Nye produkter, prosesser og tjenester	137
Andre rapporter og foredrag	1734
Artikler i vitenskapelige tidsskrifter med referee	1804
Publiserte foredrag fra internasjonale møter	595



og antall patenter, produkter og nye tjenester.

Antallet vitenskapelige publikasjoner har økt markant i perioden, og forskningskvaliteten er på et høyt nivå. 21 prosent av bioteknologipublikasjonene er vurdert som meget gode, 6 prosent fremragende og 7 prosent i verdensklasse.

Den samlede aktiviteten på området har økt kraftig også sammenlignet med andre land.

Forskningsportefølje og resultater

FUGE har totalt finansiert 243 prosjekter. Av disse er 197 forskerprosjekter og plattform- og nettverksprosjekter. I tillegg kommer 32 næringsrettede prosjekter (BIP og KMB), samt 14 formidlingsprosjekter.

Prioriterte fagområder har vært helseforskning, marin bioteknologi og landbruksforskning, hvor henholdsvis 60, 25 og 15 prosent av forskningsmidlene fra FUGE har vært kanalisert. Forskerprosjektene har hovedsakelig ligget innenfor disse tre tematiske områdene.

Ved oppstarten av FUGE-programmet var målet en jevnere fordeling

mellom disse tre temaene, men basert på forskningssøknader og den faktiske strukturen og kvaliteten på landets bioteknologimiljø, ble helse og medisin den største mottakeren av midlene. FUGE iverksatte flere tiltak for også å løfte frem de andre områdene.

Norsk forskning på feltene helse, marin bioteknologi og mat/landbruk har markert seg internasjonalt og det er lagt et godt grunnlag for at Norge vil kunne være i det internasjonale toppsjikt på strategiske områder i årene fremover.

Kompetanse- og kvalitetsløft

I løpet av FUGE-perioden er det blitt videreutviklet og etablert flere fremragende forskergrupper på internasjonalt nivå. Forskergruppene er koordinert med hverandre og samarbeider ofte på tvers av de forskjellige forskningsinstitusjonene. Publiseringfrekvensen og nivået på tidsskrifter norske forskere publiserer i, viser en sterk utvikling i retning av høyere kvalitet i forskningen. Evalueringen viser at langsiktig finansiering av feltet, gjennom et stort program som FUGE, i aller høyeste grad har vært medvirkende til denne utviklingen.

Utfordringer fremover er særlig knyttet til å opprettholde og videreut-

vikle et høyt nivå på norsk bioteknologisk forskning. Det innebærer å legge til rette for god grunnforskning. Samtidig har vi behov for en mer næringsrettet og anvendt dreining, og det blir en fremtidig oppgave å koble næringsliv og akademia i større grad enn tidligere. Fremtiden vil dreie seg om å adressere og forsøke å finne løsninger på store samfunnsutfordringer, og det krever samarbeid på tvers av hele verdikjeden. Målet blir å bygge relevant kompetanse som legger til rette for dette.

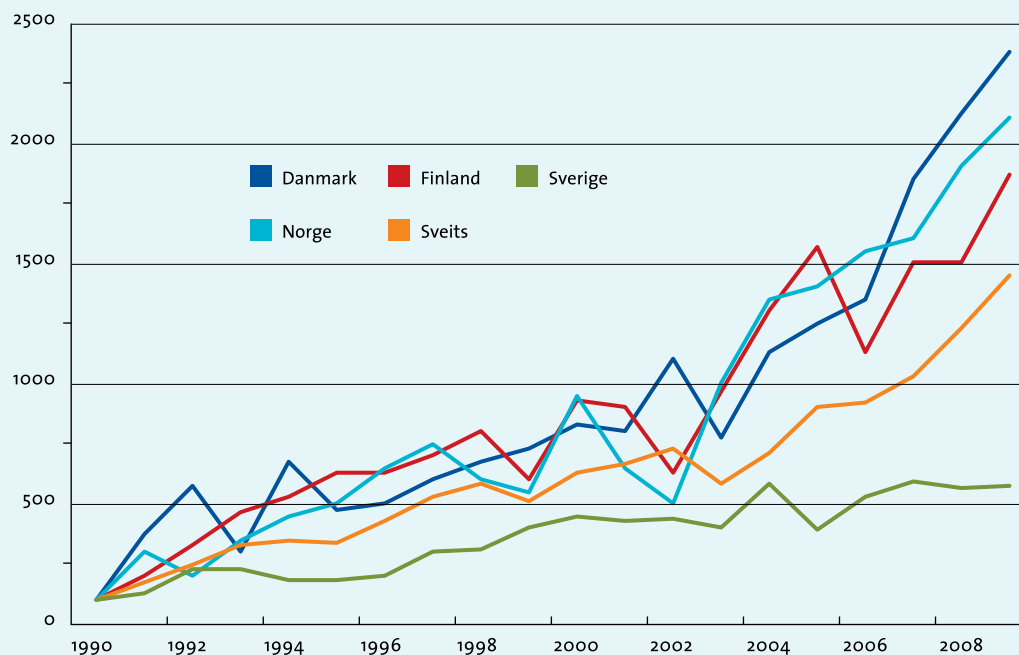
Bedre nasjonal samhandling

Arbeidet med å koordinere forskere på nasjonalt plan var viktig for FUGE. Evalueringen sier at dette har vært en av styrkene ved programmet, og programmet har således utgjort en merverdi utover det å øke kvalitet og kapasitet. FUGEs teknologiplattformer ble møteplasser og gav innganger til nye forskingssamarbeid.

Det er like fullt rom for å styrke samhandling mellom fagmiljøer ytterligere i fremtidige satsinger på bioteknologi. Samhandling og samarbeid kan styrkes langs forskjellige akser. For eksempel har vi enda ikke tatt ut hele potensialet for tverrfaglig samarbeid mellom de forskjellige sektorene innenfor bioteknologi, slik som

FIGUR 9 | Publikasjoner

Figuren viser utviklingen i antall publikasjoner innenfor bioteknologisk forskning fra 1990.



Kilde: Evaluering av FUGE, 2010

helse og medisin, marin bioteknologi og landbruk, samt industriell bioteknologi.

Det er også rom for ytterligere styrking av samarbeid mellom bioteknologiske fagmiljøer og andre akademiske fagmiljøer. Dette kan eksempelvis være samarbeid mellom bioteknologiske miljøer og tradisjonelle teknologiske fagfelt som for eksempel fysikk, kjemi og farmasi, men også samarbeid mellom bioteknologiske forskningsmiljøer og mer utradisjonelle fagområder som økonomiske fag og forvaltningsfag.

Det er også ønskelig med større innslag av samarbeid mellom den akademiske forskningssektoren, instituttsektoren og industrien. En styrking av samarbeid og samhandling på dette nivået vil kunne bidra til ytterligere utløsning av innovasjon og kommersialiserbare teknologier. En slik utvikling vil være i tråd med politiske forventninger til fagområdet bioteknologi.

Teknologiplattformen

Teknologiplattformene har hatt stor betydning for forskermiljøene og fremstått som fyrtårn i forskningslandskapet. Disse store prosjektene ble bevilget til landets sterkeste forskningsmiljøer for å etablere nasjonale sentra for *state of the art* forskningsinfrastruktur og metodekompetanse.

De er en viktig årsak til at norske forskermiljøer i dag anvender de aller nyeste teknologier innenfor sine fagfelt uavhengig av hvor i landet de befinner seg. De fleste plattformene har hatt en betydelig brukermasse, bestående av forskere som har inngått forskningssamarbeid med plattformmiljøene eller som har kjøpt tjenester fra plattformen.

Dette plattformkonseptet kan videreutvikles i tråd med den globale teknologiutviklingen i fremtidige satsinger på bioteknologi. Dette er

et dynamisk instrument der enkelte teknologiplattformen vil utvikles over tid når deres teknologi ikke lenger er i front, mens nye teknologiplattformen etableres for å innføre ny og kostbar teknologi til landets forskere.

Evalueringen av FUGE påpekte at plattformene bør videreføres. Samtidig kom den med anbefaling om at eventuelle nye plattformen og nettverk etableres på bakgrunn av en forpliktende medfinansieringsavtale med vertsinstitusjoner. I tillegg anbefales at nasjonale plattformen og nettverk bør inkludere internasjonalt samarbeid og arbeidsdeling mellom forskningsinfrastrukturer.

Overordnet anbefaler evalueringen økt fokus på fremragende forskningskvalitet fremfor metodetilgjengelighet, herunder også et sterkere fokus på internasjonalt samarbeid og arbeidsdeling innenfor forskningsinfrastrukturer.

ELSA

Etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter (ELSA) ved forskningen blir et stadig mer aktuelt tema i forskning som omhandler teknologiutvikling, og integreres også stadig tettere i tematiske programmer i Forskningsrådet. FUGE hadde helt fra starten i 2002 et fokus på disse områdene og la ikke minst de siste årene stor vekt på å integrere ELSA-aspekter i forskningen.

ELSA-perspektiver kan potensielt bringe til veie kunnskap om bioteknologi i et anvendelses- og samfunns-perspektiv og bidra til at forskning og teknologiutvikling er samfunnsrelevant og i tråd med gjeldende etiske prinsipper og lovgivning.

FUGE finansierte i alt 15 ELSA-prosjekter, og kvaliteten på denne delen av porteføljen er svært høy. Prosjektene har vært viktige for å sette fokus på teknologiens plass i samfunnet og ikke minst å drive frem essensielle spørsmål rundt teknologiutvikling og samfunnsnytte.

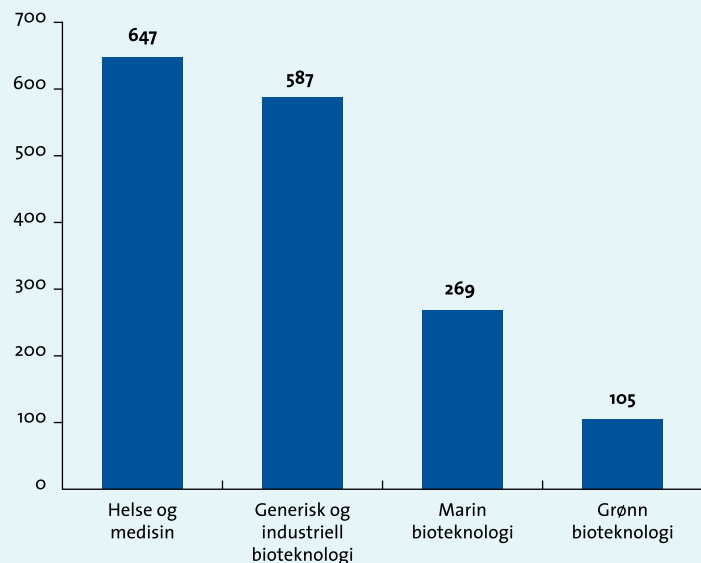
FUGE lyktes med å oppnå et nødvendig fokus på ELSA-forskningen i programmet ved at det budsjettmessige målet på tre prosent av totalbudsjettet ble nådd. Temaet kunne imidlertid vært mer i fokus i programperioden, og det kunne vært gjort mer for å integrere ELSA-forskning bedre i prosjektporteføljen både når det gjelder teknologiprojekter og ELSA-prosjektene.

Fremover bør det bevilges større prosjekter, med utvidede økonomiske rammer. Det er betydelig potensial fremover for å skape et mer produktivt og aktivt samspill mellom forskningsmiljøer som jobber med ELSA-problematikk, og de mer tradisjonelle bioteknologimiljøene.

I videre satsinger på bioteknologi bør ELSA også inngå som en obligatorisk komponent i alle utlysninger. Dette vil kunne fremme forskernes fokus på forskningens relevans for de store samfunnsutfordringene og fremme teknologiutvikling som møter uløste behov i samfunnet. Dette vil igjen kunne fremme innovasjon, særlig i akademiske forskningsprosjekter.

FIGUR 10 | Finansiering av ulike bioteknologirområder i FUGE

Helse er det største tematiske innsatsområdet i FUGE, etterfulgt av generisk grunnforskning, marin bioteknologi og landbruksrelatert forskning. Tallene er i millioner kroner.

**Formidling og kommunikasjonsarbeid**

FUGE har gjennom hele programperioden jobbet aktivt og strategisk med kommunikasjonsarbeid og skapt synlighet for sine aktiviteter, særlig overfor forskere, myndigheter, forvaltningen og befolkningen.

Programmet har vært en pioner i Norges forskningsråd på en rekke områder, blant annet knyttet til nye former for seminarer, utvikling av nettsider som har vært blant de mest besøkte i Forskningsrådet, filmer om bioteknologi, populærvitenskapelige publikasjoner om tema som bioteknologi og næringsliv og helse og mat, samt gjennomføring av brukerundersøkelser og holdningsundersøkelser som også har blitt aktivt formidlet til media.

Totalt sett har FUGEs kommunikasjonsarbeid vært omfattende, innovativt og profesjonelt. Kommunikasjons-

strategien og -aktivitetene har bidratt både til å gjøre merkevaren FUGE kjent for viktige interessentgrupper, skapt større interesse og forståelse for bioteknologi, samt bidratt til at forskere på feltet i økende grad har prioritert og økt sine ferdigheter innenfor kommunikasjon og formidling.

Programmet har fått mye skryt for sine kommunikasjonsaktiviteter, kvalitet, og nytenkning på feltet, men har også forbedringspotensial ikke minst når det gjelder aktiviteter knyttet til å nå ut til næringslivet.

I videre satsing på bioteknologi vil det legges vekt på å videreføre og videreutvikle en offensiv og kvalitetssterk kommunikasjonsaktivitet. Det er viktig at bioteknologisk forskning utføres parallelt med en god samfunnsdialog. Det er også viktig at kommunikasjons-

aktiviteter i stadig større grad bidrar til at resultater fra forskning gjøres tilgjengelig for næringsliv og andre som vil ha nytte av forskningen.

Næringsliv, klynger og nettverk

FUGE har støttet næringslivet gjennom Brukerstyrte innovasjonsprosjekter. I tillegg er det laget møtearenaer for bedre å koble næringsliv mot academia.

Med den solide kompetansen på bioteknologifeltet som er bygget opp nasjonalt gjennom FUGE-satsingen, vil man i en videre satsing kunne fokusere på å konsolidere de forskjellige fagområdene i bioteknologi og å øke samhandlingen på tvers av fag og institusjoner for å møte de store samfunnsutfordringene.

Ved å etablere klynger og nettverk hvor et sentralt tematisk område binder forskjellige fagmiljøer sammen, kan man fremme felles fokus, etablere synergier og gjensidig utveksling mellom fagmiljøer som ellers ikke ville gjort nytte av hverandre. Det vil være et mål å knytte næringsliv til slike nettverk. Imidlertid vil det brukes virkemidler som krever at industriaktører

må finansiere forskningsprosjektene i nettverket.

Ved å fremme fokus på felles forskningsutfordringer, vil man kunne oppnå synergi og bedre utnyttelse av den faglige ekspertisen som er bygget opp gjennom de siste ti årene. Dermed kan vi høste av denne kompetansen gjennom fokusert forskning på samfunnsaktuelle problemstillinger og løsninger som genererer verdi for samfunnet.

Ved å knytte nettverkene opp mot næringslivet, vil man i økende grad skape innovasjoner som er relevante for næringslivet, slik at forskningen kommer samfunnet til gode gjennom varer og tjenester i tillegg til kunnskapsløft.

Kommersialisering

Den eksterne evalueringen av FUGE peker ut noen utfordringer for bioteknologiområdet. Til tross for at FUGE har gitt betydelig støtte til FoU i næringslivet med cirka ti prosent av totalt budsjett, har ikke programmet klart å koble forskningsmiljøer og næringslivet i særlig grad, og det er ikke oppnådd tilstrekkelig kommunikasjon mellom relevante aktører.

Et nytt program vil fokusere på å sikre ordninger som muliggjør finansiering av teknologiutvikling innenfor

bioteknologi med et kommersielt potensial langs hele verdikjeden, frem til det er mulig å fremskaffe *proof of concept* for produktets funksjon.

Det er ofte større utfordringer knyttet til utvikling av bioteknologiske produkter enn produkter fra andre teknologiområder. Årsaken er at teknologien ofte må igjennom en lang optimaliseringsfase etter at resultater fra grunnforskning er identifisert som lovende og før et produkt er klart for *proof of concept*-studier.

Det er i dag ingen god nok finansieringsordning som retter seg mot denne optimaliseringsfasen, med molekylmodellering og optimalisering av produktets virkning. Bioteknologiske prosjekter faller ofte utenfor kravene til modenhet i forhold til mulig markedsføring av produktet, som settes i blant annet FORNY og BIA. Dette vanskeliggjør teknologiutvikling mot et kommersielt marked.

Å etablere finansiering av hele verdikjeden frem til at teknologien er moden nok til at andre finansieringsprogrammer kan overta ansvaret, vil være et viktig skritt for å sikre at forskningsmidler skaper ytterligere verdier for samfunnet. ■

Sammendrag

Program for funksjonell genomforskning (FUGE 2002-2011) ble etter initiativ fra et samlet norsk forskningsmiljø etablert som et Stort program i Norges forskningsråd i 2001. Målsettingen var å løfte norsk bioteknologisk forskning. Bakgrunnen var en evaluering av biofagene i Norge i 1999 som viste at det norske bioteknologiske forskningsmiljøet var fragmentert og lå langt bak internasjonal forskning på feltet.

FUGE-programmet har hatt stor betydning for norsk bioteknologisk forskning. Bedre nasjonal ansvars- og oppgavedeling gjennom oppbygging av basiskompetanse i funksjonell genomforskning i alle landets regioner har vært helt sentralt i hele tiårsperioden. FUGEs hovedstrategi har vært å etablere nasjonale teknologiplattformen for å styrke metodekompetanse og -tilgjengelighet for biotekmiljøene. Dette har gitt feltet et løft som viser seg i form av styrket kompetanse, stor forskningsaktivitet og høy kvalitet i forskningsprosjekter som har fått støtte fra FUGE.

Prioriterte fagområder har vært helseforskning, marin bioteknologi og landbruksforskning, med helse og medisin som den største mottakeren av midlene. Resultatene spenner fra ny

kunnskap om årsaken til sykdommer, som igjen kan gi oss mer treffsikre medisiner og bedre helsetjenester, til kartleggingen av torskens og laksens gener, som åpner for sunnere fisk i oppdrettsanleggene og bedre forvaltning av villstammer. Samtidig har kunnskapsløft og internasjonalt samarbeid innenfor planteforskning og systembiologi gitt oss et viktig grunnlag for bærekraftig mat- og energiproduksjon.

FUGE investerte også betydelig i forskning i næringslivet, og i løpet av programperioden har biotekbransjen blitt større og mer forskningsbasert. Med en investering på totalt 165 millioner kroner i næringsrettede prosjekter bidro FUGE til å styrke kompetansebyggingen i bioteknologibedrifter. Det har utløst innovasjon og kommersialisering, for eksempel i form av nye produkter, prosesser, forretningsområder og patenter. De siste to årene i programmets virketid hadde FUGE også ansvar for satsingen på marin bioprospektering, et relativt nytt fagområde for Norge, som kan få stor betydning for verdiskaping og norsk næringsliv på sikt.

FUGE-programmet har også prioritert forskning på etiske, juridiske og sosiale aspekter ved bioteknologi (ELSA). Området har fremmet tverrfaglige prosjekter som belyser komplekse temaer

knyttet til nye teknologier og samfunn. Parallelt har FUGE hatt en aktiv kommunikasjonsstrategi og skapt god synlighet for aktiviteter og resultater til relevante interessenter, særlig forskere, forvaltningen og allmenheten.

Internasjonalisering kom stadig høyere på agendaen i løpet av FUGE-perioden. FUGE har jobbet aktivt for på den ene siden å tiltrekke internasjonalt ledende forskningsmiljø og nettverk til Norge, og på den andre siden sikre at norske forskere reiser ut og blir en del av internasjonalt ledende miljøer. Blant tiltakene var bilaterale samarbeidsprosjekter med prioriterte land på områder som bioprospektering.

FUGE var et viktig skritt i riktig retning for norsk bioteknologisk forskning og har lagt et godt grunnlag for Norges videre satsing på feltet. Gjennom forskningsprogrammet BIOTEK2021 (2012-2021) styrkes fokus på verdiskaping og samarbeid mellom forskning og næringsliv ytterligere slik at bioteknologi kan komme til større anvendelse for bærekraftig verdiskaping i samfunnet fremover. ■

Vedlegg

FUGEs programstyre

2008 - 2011

Navn		Stilling og institusjon
Ole-Jan Iversen	<i>Styreleder, fra februar 2006</i>	Professor, NTNU
Vincent Eijsink	Styremedlem	Professor, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap
Hilde Irene Nebb	Styremedlem	Professor, Universitetet i Oslo
Marit Otterlei	Styremedlem	Professor, NTNU
Øystein Lie	Styremedlem	Prosjektleder MareLife
Klara Stensvåg	Styremedlem	Professor, Universitetet i Tromsø
Rein Aasland	Styremedlem	Professor, Universitetet i Bergen
Anne Tjønneland	Varamedlem	Seniorforsker, Kræftens bekæmpelse, Danmark
Roger Strand	Varamedlem	Professor, Universitetet i Bergen

2005-2007

Navn		Stilling og institusjon
Ole-Petter Ottersen	<i>Styreleder, fra februar 2003</i>	Professor, Universitetet i Oslo
Maja Sommerfeldt	Styremedlem	Forskningsssjef, Bionor Immuno AS
Ole-Jan Iversen	Styremedlem	Professor, NTNU
Joakim Dillner	Styremedlem	Professor, Malmö Universitetssykehus, Sverige
Inger Sandlie	Styremedlem	Professor, Universitetet i Oslo
Aurora Martinez	Styremedlem	Professor, Universitetet i Bergen
Leif Andersson	Styremedlem	Professor, Uppsala Universitet, Sverige
Nils Peder Willassen	Styremedlem	Professor, Universitetet i Tromsø
Eirik Næss-Ulseth	Varamedlem	Adm. direktør, Gloxo Innovasjonssenter
Marit Otterlei	Varamedlem	Professor, NTNU

2002-2004

Navn		Stilling og institusjon
Geir Stene Larsen	<i>Styreleder, til februar 2003</i>	Direktør, Folkehelseinstituttet
Lene Lange	Styremedlem	Forskningsssjef, Novozymes AS, Danmark
Jorunn B. Jørgensen	Styremedlem	Professorstipendiat, Universitetet i Tromsø
Anne Lise Børresen-Dale	Styremedlem	Professor, Oslo universitetssykehus, Radiumhospitalet
Vidar M. Steen	Styremedlem	Professor, Haukeland sykehus
Geir Gogstad	Styremedlem	Direktør, Genpoint AS
Ole-Jan Iversen	Styremedlem	Professor, NTNU

Vedlegg

FUGE-finansierte prosjekter

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Slutt dato
<i>Næringslivsprosjekter</i>				
159188	Development of a stable and robust assay for early detection of breast cancer using gene expression technology and peripheral blood sample	DiaGenic ASA	4/1/2003	12/31/2008
159148	Immunoproteomics: Development of new cancer diagnostics and therapeutics by using the immunogenic part of the cancer proteome	Affitech Research AS	11/1/2003	5/1/2008
159136	Analysis of functional genes influencing fertility in cattle: Identification of candidate loci influencing fertility by integration of phoe	BoviBank Ltd	1/1/2004	4/30/2008
159338	Development of new platform technology for molecular analysis	Lingvitae Europe	1/1/2004	1/1/2006
167203	Development of immunostimulatory therapy disrupting the hyperactivated cAMP signalling pathway in HIV immunodeficiency	LAURAS AS	1/1/2005	12/31/2007
167213	Tools for Microbial Nucleic Acid Sample Preparation for Diagnostic and Genomic Analyses	Nordiag ASA	1/1/2005	3/31/2009
167192	Development and Evaluation of Reporter Mice for Molecular Imaging	Cgene AS	6/1/2005	5/31/2008
174523	Fine mapping and molecular characterisation of quantitative trait loci (QTL) affecting hernia in pigs	Norsvin SA	1/1/2006	9/30/2009
174537	Development of male contraceptive through manipulation of the sperm specific protein Calpha5	Spermatech AS	1/1/2006	12/31/2008
174545	Development of novel system for kinase analysis and autoradiography	Biomolex AS	1/1/2006	12/31/2008
174547	Developing blood-based gene expression tests for early diagnosis of Alzheimer's disease	DiaGenic ASA	1/1/2006	12/31/2008
174557	Combining biomarkers from salmon metabonomics, genomics and proteomics with high-field NMR profiling of fish feed nutrients	EWOS Innovation AS	1/1/2006	12/31/2008
174559	New tools for bioinformatics - from sequences to literature	Sencel Bioinformatics AS	1/1/2006	12/31/2008
176975	Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) - molecular characterisation of the virus and vaccine development	Pharmaq AS	8/1/2006	7/31/2009
176979	Immune stimulating responses of biopolymers with particular reference to treatment of chronic wounds	Algipharma Holding AS	10/1/2006	9/30/2009
176980	Development of a Peptide-based Universal Influenza Vaccine	Bionor Immuno AS	10/1/2006	7/31/2010
176976	Development of gene therapeutic approaches for rheumatoid arthritis using in vivo gene delivery by photochemical internalisation (PCI)	PCI Biotech AS	1/1/2007	11/30/2009
179739	Early stage drug discovery on rheumatoid arthritis and glomerulonephritis	Avexxin AS	1/1/2007	12/31/2009
179742	Functional genomics as a tool for identifying and exploring fatty acid derivatives attenuating metabolic disorders.	Pronova Biopharma AS	1/1/2007	12/31/2009
180202	Detection, characterization and differentiation of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) strains in farmed Atlantic salmon	PatoGen Analyse AS	1/1/2007	3/31/2010
180207	Use of SNP-chips and selective DNA pooling for identifying disease resistance markers in atlantic salmon	SalmoBreed AS	1/1/2007	3/31/2010
180208	Characterization of Piscirickettsia salmonis infection and technology development for optimal vaccines against intracellular fish pathogens	Pharmaq AS	1/1/2007	12/31/2009

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
180209	AlgiPharma activities supplementary to the Celltor project Immune stimulating responses of biopolymers for the treatment of chronic wounds	Algipharma Holding AS	1/1/2007	12/31/2009
180222	Development of a cancer therapy using lytic peptidomimetics	Lytix Biopharma AS	1/1/2007	12/31/2009
180203	Genomic Readout Platform	MIS Technologies	9/1/2007	12/31/2009
187848	Developing the next generation of oral vaccines for salmonids using plastids in plants	EWOS Innovation AS	1/7/2008	12/31/2011
187829	Bioinformatics platform for the pharmacogenomic analysis of sequence variation in complex diseases	PubGene AS	4/1/2008	3/31/2011
187852	Development of a male contraceptive - from hit to drug candidate	Spermatech AS	4/1/2008	3/31/2011
188003	Tissue Factor siRNA for treatment of melanoma metastasis	Sirnasense AS	4/1/2008	2/28/2011
187961	Identification of boar semen gender specific proteins and peptides	GenderGuide AS	1/1/2009	3/31/2012
ELSA-prosjekter				
157208	From circumstance to choice: Implications of the new genetics for social justice and health policy	Samfunns- og næringslivsforskning AS	6/1/2002	3/31/2006
151960	Innovation, Perception, Ethics and Nature (IPEN)	Universitetet i Oslo	7/1/2002	3/31/2006
156232	Innovation, Perception, Ethics and Nature (IPEN)	Universitetet i Oslo	7/1/2002	7/1/2005
151903	Hereditary diseases: An empirical approach to ethical and psychosocial challenges	Universitetet i Bergen	9/1/2002	11/1/2008
157207	Governance in the field of Biotechnology and Operationalising the Precautionary Principle	Vestlandsforskning	10/1/2002	3/31/2007
157209	The Politics of Biotechnology. An analysis of the Norwegian Debate on the EU Directive on Biotechnology Patents	NIFU	1/1/2003	5/15/2006
157157	Introduction of genetic engineering in aquaculture: ethical and ecological implications for science and governance	GenØk - Senter for biosikkerhet	4/1/2003	6/30/2007
158838	Consented to contribute to the common good?	NTNU	4/1/2003	6/30/2009
157172	Strategies and regulations pertaining to access to genetic resources	Universitetet i Bergen	10/1/2003	3/15/2008
159864	Mapping the language of research-biobanks and health registries: From traditional biobanking to research biobanking	Universitetet i Oslo	1/1/2004	12/31/2007
159328	Biobanks: The status and construction of informed consent	Uni Research AS, Røkkansenteret	3/1/2004	12/31/2008
167183	When choice determines circumstances	Samfunns- og næringslivsforskning AS	7/1/2005	6/30/2006
187962	In genes we trust? Biobanks, commercialisation and everyday life	NTNU Samfunnsforskning A/S	1/1/2009	5/19/2012
187970	Stimulating sustainable innovation in aquaculture	Fridtjof Nansens institutt	1/1/2009	6/30/2012
187969	Reflexive Systems Biology: towards an Appreciation of Biological, Scientific and Ethical Complexity	Universitetet i Bergen	7/1/2009	6/30/2013
Forskerprosjekter, karrierestipend og andre prosjekter				
152003	Regional research Biobank in Central Norway	NTNU	4/1/2002	9/30/2008
151941	DNA repair deficiency	Universitetet i Oslo	6/1/2002	3/31/2006
151899	CBU:Computational Biology Unit at the University of Bergen	Universitetet i Bergen	6/18/2002	9/30/2007
151862	Platform application transgenic core facility	Universitetet i Oslo	7/1/2002	10/31/2008
151904	National Network for Genome-Scale Analysis of Gene Structure and Function: The Norwegian Microarray Consortium	Universitetet i Oslo	7/1/2002	6/30/2008
151907	Protein-Protein Interaction map for Proteins involved in Stress Response	Universitetet i Tromsø	7/1/2002	6/30/2007
151918	Biobanks for Health. The Norwegian Network of Human Research Biobanks and Health studies	Nasjonalt folkehelseinstitutt	7/1/2002	9/30/2007
151924	Establishment of a SNP technology platform within an integrative genetics framework	Universitetet for miljø- og biovitenskap	7/1/2002	2/23/2009
152020	FUGE 2002 - Consortium for Advanced Microbial Sciences and Technologies	Universitetet i Oslo	7/1/2002	5/31/2010
151879	The Structure Biology Centre in Tromsø (SBCT) & Molecular studies of host-pathogen interactions in fish	Universitetet i Tromsø	8/1/2002	1/30/2008
151859	Proteome analysis of acute myelogenous leukemia (AML)	Universitetet i Bergen	9/1/2002	8/31/2006
151863	Establishment of a Proteomics Unit in Bergen (PROBE)	Universitetet i Bergen	9/1/2002	3/1/2009

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
151882	Functional characterization of genes involved in the development of Cancer	Universitetet i Oslo	10/1/2002	9/30/2007
151909	Infra-structure and operation of the Swiss-Norwegian Beamlines (SNBL) at ESRF, Grenoble, France	Norsk synkrotronforskning AS	10/1/2002	12/31/2006
151911	Genome wide studies of breast cancer	Radiumhospitalet, Rikshospitalet HF	10/1/2002	3/31/2006
151938	Expression and function of disease related genes in Atlantic salmon	Norges veterinærhøgskole	10/1/2002	12/31/2007
151991	A Norwegian arabidopsis Research Centre (NARC)	NTNU	10/1/2002	3/31/2008
152319	Strategy and Arrangements for Functional Genomics Research in Northern Norway - FUGE-N	Universitetet i Tromsø	11/1/2002	1/1/2010
152322	Regional Resources for Education and Training in Bioinformatics	Universitetet i Oslo	11/1/2002	12/31/2007
152323	FUGE-Bergen Regional Application	Universitetet i Bergen	11/1/2002	3/31/2009
152324	Application for regional support - Functional Genomics, Central region of Norway	NTNU	11/1/2002	3/1/2008
152004	Integral approach to characterise clinically and therapeutically relevant biological pathways in human cancer	Oslo universitetssykehus HF	12/1/2002	1/31/2008
151844	The role of microdomains in EGF receptor activation and trafficking	Universitetet i Oslo	1/1/2003	12/31/2007
151864	Mitochondrial DNA repair and implication for aging and cancer	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2003	2/23/2009
151870	Functional Genomics in Zebrafish	Universitetet i Bergen	1/1/2003	2/28/2006
151892	Molecular Mechanisms of Differentiation and Tissue Specific Gene Regulation	Universitetet i Bergen	1/1/2003	6/9/2006
151925	Genetic dissection of HLA associated diseases	Universitetet i Oslo	1/1/2003	12/31/2007
151972	Molecular mechanisms of lipid-regulated transcription involved in cell activation by bacterial components	NTNU	1/1/2003	5/31/2008
152001	Computational gene identification and function prediction by genome sequence analysis	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2003	3/31/2008
152073	Molecular Imaging Platform: Imaging Genome Activity in Cells and Tissues	Universitetet i Bergen	1/1/2003	12/31/2007
157155	Quantifying biological risks of growth-enhanced transgenic salmon	NINA	1/1/2003	12/31/2007
158997	An Atlantic salmon Biobank (SALBANK)	Norges veterinærhøgskole	7/1/2003	3/31/2009
162103	Functional genomics of synaptic communication and memory storage	Universitetet i Bergen	7/1/2003	2/23/2009
158792	FUGE-Bergen Regional Application	Universitetet i Bergen	8/1/2003	12/31/2006
158793	FUGE-Øst Søknad om utvidet regional støtte	Universitetet i Oslo	8/1/2003	12/31/2006
158794	FUGE-Midt-regionen Søknad om regional støtte	NTNU	8/1/2003	3/31/2009
158721	Søknad om regionale midler for FUGE Nord-Norge	Universitetet i Tromsø	11/1/2003	12/31/2006
159306	Structure and function of lipid rafts investigating the role of membrane microdomains in cellular signalling	Universitetet i Oslo	11/1/2003	8/31/2008
158833	Functional genomics studied by modern mass spectrometry	Universitetet i Oslo	1/1/2004	12/31/2009
158835	Novel signalling disruptors and enhancers that affect function of the cAMP signalling pathway	Universitetet i Oslo	1/1/2004	12/31/2007
158961	Nuclear program in health and disease - transcriptome approach to mechanisms	Universitetet i Oslo	1/1/2004	3/4/2009
158993	Transgenic models in neuroscience: Uncovering the secrets of the hippocampal formation	Universitetet i Oslo	1/1/2004	3/31/2009
159044	Functional genomics of antioxidant defence mechanisms and DNA repair: Relevance for aging and neurological disease.	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2004	8/31/2008
159063	Envision - A molecular descriptor database and visualization tool for structural analysis of environmental adapted marine enzymes	Universitetet i Tromsø	1/1/2004	8/31/2008
159326	Protein-protein interactions between infectious pancras virus proteins and host protein	Universitetet i Tromsø	1/1/2004	6/30/2009
159356	Functional genomics in the salmon louse (Crustacea, Copepoda) by insertional mutagenesis and RNAi.	Havforskningsinstituttet	1/1/2004	12/31/2008
160871	Sequencing the bovine genome - why should Norway participate?	Universitetet for miljø- og biovitenskap	1/1/2004	12/31/2006
161852	Functional Genomics in Zebrafish	Universitetet i Bergen	1/1/2004	12/31/2006


Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
162485	Mutant p53 as a target for improved cancer treatment	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2004	12/31/2004
162486	Identifying genetic markers for quality traits in farmed cod Additional funding of the EU project SEAFOODplus	Nofima Marin AS - Tromsø	1/1/2004	12/31/2007
192226	Functional genomics of antioxidant defence mechanisms and DNA repair: Relevance for aging and neurological disease	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2004	8/31/2008
159013	Gene repair by oxidative demethylation	Universitetet i Oslo	6/1/2004	5/31/2009
168680	Søknad om støtte til ESF 2005 European Functional Genomics Conference	Universitetet i Oslo	6/14/2004	3/31/2007
159019	A functional genomics approach to the choreography of genomic maintenance.	NTNU	7/1/2004	2/2/2011
159329	Knockout zebrafish (KO-ZFISH) model	Norges veterinærhøgskole	7/1/2004	6/30/2009
159310	Regulation and molecular functions of replication proteins	Oslo universitetssykehus HF	7/15/2004	2/28/2009
158808	Functional genomics of intracellular trafficking	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2005	6/30/2008
158818	Regulation of intracellular traffic by PI3P-binding proteins - a functional and ultrastructural study	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2005	6/30/2009
158954	Functional studies of S100A4 - A Calcium-binding Protein with Metastasis-promoting Capacity	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2005	3/31/2010
168479	Improved immunity of aquacultured animals	Universitetet i Tromsø	1/1/2005	12/31/2007
168606	Data Integration and Modelling: On a New Design to enable Systems biology (DIAMONDS)	PubGene AS	1/1/2005	12/31/2007
168608	Tilleggsstøtte til EU prosjekt: Glutamate receptor interacting proteins as novel neuroprotective targets	Universitetet i Oslo	1/1/2005	12/31/2007
168610	Tilleggsstøtte for deltagelse i EU-prosjektet LIPGENE	Universitetet i Bergen	1/1/2005	12/31/2006
168644	Funksjonelle studier av genespresjon in vivo ved inflammatoriske sykdommer	Universitetet i Oslo	1/1/2005	5/30/2008
168646	Identification and validation of new therapeutic targets directed towards tumour vascular-matrix interactions	Universitetet i Bergen	1/1/2005	12/31/2007
168609	Improved immunity of aquacultured animals	Norges veterinærhøgskole	4/1/2005	3/31/2008
168607	European Animal Disease Genomics Network of Excellence for Animal Health and Food Safety - EADGENE Delprosjekt 4: Mastitt hos storfe	Norges veterinærhøgskole	7/1/2005	2/28/2009
172181	Improved Tumor Models by Functional Genomic Tissue Engineering	Universitetet i Bergen	1/1/2006	1/31/2008
174245	MedCoast Scandinavia arrangerer the MedCoast Week	MedCoast Scandinavia	1/1/2006	12/31/2006
174548	The importance of post-translational glycosylation in the secretory pathway for expansion of the functional repertoire of gene products	Universitetet i Oslo	1/1/2006	2/23/2009
175637	Entry of Nanoparticles into cells: Characterization of Nanoparticles as tools to study endocytic pathways..	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2006	7/31/2010
175141	Proteomic and bioinformatic studies of Mycobacterium tuberculosis	Universitetet i Bergen	4/1/2006	8/15/2010
175358	Genesis of B lymphomas studied by functional genomics	Universitetet i Oslo	4/1/2006	12/31/2010
175409	Use of functional genomic responses as an early warning of stress in the aquaculture environment	Nofima Marin AS - Tromsø	4/1/2006	12/31/2008
175431	Dissecting the process of plastid division in higher plants using functional genomics approaches	Universitetet i Stavanger	4/1/2006	2/28/2011
175414	Cellular Mechanisms Templating Complex Extracellular Structures via Cellulose Scaffolds: the Oikopleura House	Universitetet i Bergen	6/1/2006	3/31/2010
175240	The Systems Biology of Breast Cancer	Rikshospitalet HF	7/1/2006	3/31/2010
175261	Functional Genomics of Regulatory T cells - Novel Therapeutic Strategies for Immunomodulation	Universitetet i Oslo	7/1/2006	7/31/2010
177036	CIGENE resource and core project proposals for the GENOFISK call May 8th	Universitetet for miljø- og biovitenskap	8/1/2006	5/1/2010
179221	Filmer om moderne bioteknologi	Snøball Film AS	8/1/2006	3/1/2009
179220	SciLab i Elverum august 2006	Universitetet i Bergen	8/10/2006	8/12/2007
174238	1st Seeberg Symposium on DNA repair	Oslo universitetssykehus HF	8/14/2006	8/20/2006
177031	Developing the SALBANK resource	Nofima Marin AS - Tromsø	9/1/2006	8/31/2009
174968	Host-pathogen interactions: In vitro and in vivo exploration of the quorum sensing system of the marine fish pathogen Vibrio salmonicida.	Universitetet i Tromsø	10/1/2006	9/30/2009

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
175130	Genomics as a tool for detecting selection in farm Atlantic salmon and interactions between escaped farm and wild salmon	Nofima Marin AS - Tromsø	10/1/2006	6/30/2010
175372	Regulatory mechanisms and interactions of non-protein-coding RNAs	NTNU	10/1/2006	9/30/2010
175242	Role of phosphorylation in regulation of redox-mediated events in apoptotic cell death	Universitetet i Bergen	11/15/2006	2/28/2010
181574	Norsk Eurobarometer	Universitetet i Oslo	11/15/2006	2/15/2008
175418	Mouse models for studying oxidative demethylation of DNA and RNA	Universitetet i Oslo	12/31/2006	2/28/2012
175364	NucPro: Epigenetics of nuclear programs - from genome-wide landscapes to individual factor mechanisms	Universitetet i Oslo	1/1/2007	1/31/2011
175369	Protein aggregation and degradation in aging and disease: Role of polyubiquitination and autophagy	Universitetet i Tromsø	1/1/2007	10/1/2011
177033	Proposal for a National consortium in Fish Genomics - FishGen	Havforskningsinstituttet	1/1/2007	12/31/2010
177034	Functional genomics of phenotypic plasticity of cod: a national consortium	Universitetet i Oslo	1/1/2007	4/29/2012
187608	National resources for genomics, functional genomics and health research in Atlantic salmon and Atlantic cod. WP 3	Norges veterinærhøgskole	1/1/2007	4/30/2010
175413	A study of aging in the honey bee brain	Universitetet for miljø- og biovitenskap	3/1/2007	2/28/2010
182462	International conference on the biology and biotechnology of thermophilic microorganisms Thermophiles 2007	Universitetet i Bergen	3/1/2007	9/30/2007
182463	Transcriptional and Metabolic Studies in Enterococcus faecalis	Universitetet for miljø- og biovitenskap	3/1/2007	2/28/2010
182898	Systems Biology of a genetically engineered Pseudomonas fluorescens with inducible exo-polysaccharide production	NTNU	3/1/2007	3/1/2011
182900	ISVLV conference - Functional Genomics of Virus and Host interactions in infection and immunity in lower vertebrates	Norges veterinærhøgskole	3/1/2007	12/30/2007
182901	Silicon Cell Model for the central carbohydrate metabolism of the archaeon Sulfolobus solfataricus under temperature variation	Universitetet i Bergen	3/1/2007	1/1/2011
183050	Innovation Norway Life Sciences brochure	Hayhurst Media	3/1/2007	12/31/2007
175229	Functional genomics and diabetes in Norway - Clinical, molecular, cellular and epidemiological analysis of monogenic diabetes	Universitetet i Bergen	4/1/2007	1/31/2012
177030	National resources for genomics, functional genomics and health reserach in Atlantic salmon and Atlantic cod. WP 2	Universitetet i Oslo	4/1/2007	5/31/2011
182899	FUGE II - Region West Application	Universitetet i Bergen	4/1/2007	12/31/2011
182902	Global metabolic switching in Streptomyces coelicolor	SINTEF Materialer og Kjemi	4/1/2007	3/31/2010
182903	Seeds for growth - Identification of transcriptional programs controlling seed growth and development from Arabidopsis to rice	Universitetet i Oslo	4/1/2007	6/30/2011
183242	Søknad om regionale midler til FUGE-N for perioden 2007-2011	Universitetet i Tromsø	4/3/2007	8/31/2012
184535	Bacillus ACT 2007 - International Conference on Bacillus anthracis, B. cereus and B. thuringiensis	Universitetet i Oslo	6/17/2007	6/21/2007
182897	Multiple stress responses and adaptations	NTNU	7/1/2007	6/30/2011
183399	Søknad om regional FUGE-støtte 2007 - 2011, Midt-Norge	NTNU	7/1/2007	6/30/2012
183619	FUGE - Øst II - Funksjonell genomforskning i Østlandsregionen Handlingsplan 2007 - 2011	Universitetet i Oslo	7/1/2007	12/31/2011
175238	Signal transduction in cell separation processes- A novel, important signaling module in plants possibly involving RLKs, RopGEFs and RAC/ROP	NTNU	9/1/2007	4/30/2011
183085	Temperature compensation and temperature regulation of metabolic flux	Universitetet i Stavanger	9/1/2007	12/31/2009
183232	The roles of microRNAs and transcription factors in gene regulation and tissue specific expression	NTNU	9/1/2007	7/31/2011
183359	Alkaline shock and excitotoxicity in epilepsy: RNAi in vivo - tools for investigation and prospects for therapy	Universitetet i Oslo	9/1/2007	3/31/2011
183432	The Interactomics of DNA Repair	NTNU	9/1/2007	8/31/2011

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
183451	Regulation of Nuclear Receptor Function by Posttranslational Modifications	Universitetet i Bergen	9/1/2007	11/30/2011
183500	Epigenetic surveying in immune-mediated diseases. A twin study.	Universitetet i Oslo	9/1/2007	3/31/2011
183610	Understanding brain systems by cell type-specific changes in gene expression	NTNU	9/1/2007	8/31/2010
183690	Systems biology in the marine tunicate oikopleura dioica	Uni Research AS	9/1/2007	12/1/2011
183727	Understanding the System of Neurotransporters	Universitetet i Oslo	9/1/2007	1/31/2011
183775	Contextual Regulation of Cell Proliferation & Differentiation in Angiogenesis: Integrated Functional Genomic Discovery & Validation Approach	Universitetet i Bergen	9/1/2007	5/31/2011
183814	O-linked protein glycosylation in bacteria	Universitetet i Oslo	9/1/2007	1/31/2011
184146	A systems biology approach to for modelling of plant signalling and host defence.	NTNU	9/1/2007	2/29/2012
187188	Development of high throughput affinity proteomics to search for drug targets in cancer	Oslo universitetssykehus HF	9/1/2007	9/1/2010
183190	Dissection of Epigenetic Mechanisms and Transcriptional Networks in Seed Development	Universitetet i Oslo	10/1/2007	12/31/2012
183216	zEpistem: Defining stemness by assessing the epigenetic basis of pluripotency in embryonic stem cells of zebrafish	Universitetet i Oslo	10/1/2007	6/30/2011
183302	Functional genomics in ascidians through insertional mutagenesis and homologous recombination	Uni Research AS	10/1/2007	8/31/2011
183376	Structure based rules for protein kinase inhibitor selectivity	Universitetet i Tromsø	10/1/2007	6/30/2012
183407	Cellular responses to DNA damage in Schizosaccharomyces pombe	Oslo universitetssykehus HF	10/1/2007	10/4/2007
183421	From comparative genomics to systems biology - unravelling novel principle virulence mechanisms in pathogenic spore-forming bacteria	Universitetet i Oslo	10/1/2007	7/31/2011
183425	Functional and structural characterization of the membrane-integrated plastid phosphate translocators	Universitetet i Tromsø	10/1/2007	12/31/2011
183609	Epigenetic gene regulation: The 'conspiracy' between chromatin modification and transcription factors.	Universitetet i Oslo	10/1/2007	7/31/2011
183637	Secretomes of lactobacilli and enterococci and their impact on bacterial adaptation and human health	Universitetet for miljø- og biovitenskap	10/1/2007	12/31/2013
183653	Mechanisms mediating transfer and persistence of antibiotic resistance, and dissemination of virulence genes in streptococci and enterococci	Universitetet for miljø- og biovitenskap	10/1/2007	10/31/2012
183675	Single Cell Profiling of Phospho-Protein Networks in Health and Disease - From Signalling Profiles to Future Biomarkers	Universitetet i Bergen	10/1/2007	9/30/2011
183782	Imaging genetics of schizophrenia. A whole genome - brain MRI study	Universitetet i Oslo	10/1/2007	7/31/2011
183772	Bacterial flagellin: a novel adjuvant for vaccine strategies	Universitetet i Tromsø	12/24/2007	9/30/2011
183213	Cancer-targeted T cell Receptors - the next generation immunotherapeutic drugs	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2008	12/31/2012
183220	Spontaneous preterm birth: a systems biology approach in the Norwegian Mother and Child Cohort Study	Nasjonalt folkehelseinstitutt	1/1/2008	9/30/2012
183230	Host-virus interactions in Atlantic salmon	Universitetet i Oslo	1/1/2008	5/31/2011
183234	Pathogenesis of complex genetic diseases, using pre-eclampsia as a model	NTNU	1/1/2008	12/31/2012
183238	Local NOR-MIC Bioluminescence node at the University of Tromsø	Universitetet i Tromsø	1/1/2008	9/30/2012
183240	Detection of gene products in cells An advanced imaging FUGE2 platform node	Universitetet i Oslo	1/1/2008	9/30/2012
183252	Establishment/Evaluation of a Biomolecular NMR Structure Platform and Instrumentation Requirements for Biomolecular NMR	Universitetet i Oslo	1/1/2008	3/1/2009
183255	Population-based cohorts and biobanks in Norway. A national consortium for research on genes, environment and health	Nasjonalt folkehelseinstitutt	1/1/2008	12/31/2012
183258	Stroma-targeting: a directed approach aimed at tumor stroma fibroblasts	Universitetet i Bergen	1/1/2008	2/28/2013
183301	Functional studies of tunneling nanotube-dependent cell-to-cell communication by high-throughput screening approaches	Universitetet i Bergen	1/1/2008	7/31/2011

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
183306	The CIGENE node of the Norwegian Sequencing and Genotyping Service Platform	Universitetet for miljø- og biovitenskap	1/1/2008	9/30/2012
183317	A novel checkpoint regulating the cell cycle of fission yeast	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2008	12/31/2011
183327	A National Service Platform for genome analysis of genome structure and function: The Norwegian Microarray Consortium	Universitetet i Bergen	1/1/2008	12/31/2012
183330	Towards a systems level understanding of responses to endogenous DNA damage in <i>Caenorhabditis elegans</i>	Universitetet i Oslo	1/1/2008	5/31/2012
183338	Norwegian Molecular Imaging Consortium - Subnode: Subcellular interactions and imaging - NTNU	NTNU	1/1/2008	5/31/2013
183344	Aleström Zebrafish Lab - activities beyond the research projects 2007-2011	Norges veterinærhøgskole	1/1/2008	8/31/2012
183362	Translational Research in Lung Cancer and Palliative Care - from genomics to symptom control	NTNU	1/1/2008	12/31/2011
183379	Advanced MR imaging, MR metabolomics, proteomics and genetic mapping of breast cancer - Clinical tools for personalized patient treatment	NTNU	1/1/2008	12/31/2011
183387	Channel 2 application for continuation of FUGE MIC Trondheim in FUGE II period (2007-2011)	NTNU	1/1/2008	7/6/2013
183394	Norwegian Structural Biology Centre (NorStruct) Proposal for a continuation of the Centre for 2008-12	Universitetet i Tromsø	1/1/2008	12/31/2012
183418	A node of the FUGE platform for proteomics at the Biotechnology Centre of Oslo	Universitetet i Oslo	1/1/2008	9/30/2012
183423	A FUGE Proteomics node at DMF, NTNU	NTNU	1/1/2008	12/31/2012
183426	A National service platform for global analysis of genome structure and function: The Norwegian Microarray Consortium	Universitetet i Oslo	1/1/2008	12/31/2012
183438	The Bioinformatics Platform in the FUGE2 programme	Universitetet i Bergen	1/1/2008	9/30/2012
183491	The Proteomics Core Facility at the University of Tromsø as a node in the national consortium of proteomics platforms (NorProteomics)	Universitetet i Tromsø	1/1/2008	9/30/2012
183613	Postgenome glycomics: The structures, interactions, and functions of complex sugars attached to proteins and lipids	Universitetet i Oslo	1/1/2008	12/31/2011
183620	Global gene expression of human and rat brain: an integrative genomics study of CNS functions and genetic susceptibility in schizophrenia	Universitetet i Bergen	1/1/2008	12/31/2011
183621	Towards personalized therapy for breast cancer	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2008	12/31/2011
183626	Protein-protein interactions at atomic levels	Universitetet i Tromsø	1/1/2008	2/20/2013
183627	A proteomics node at Ås campus	Universitetet for miljø- og biovitenskap	1/1/2008	9/30/2012
183640	Salmon louse genome sequencing and functional studies on host parasite interactions	Universitetet i Bergen	1/1/2008	9/30/2011
183661	National-wide service and competence from the Rikshospitalet-Radiumhospitalet Proteomics Core Facility in a Norwegian proteomics consortium	Universitetet i Oslo	1/1/2008	9/30/2012
183667	Norwegian Molecular Imaging Consortium - Bergen	Universitetet i Bergen	1/1/2008	9/30/2012
183697	Oslo Animal MRI unit - a node in the FUGE NorMIC consortium	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2008	9/30/2012
183732	Ultra-high throughput sequencing platform	Universitetet i Oslo	1/1/2008	9/30/2012
183785	Membrane trafficking in immunity and tumour suppression	NTNU	1/1/2008	12/31/2011
183800	Norwegian Proteomics Consortium - Bergen	Universitetet i Bergen	1/1/2008	9/30/2012
183802	A National Service Platform for Global Analysis of Genome Structure and Function. The Norwegian Microarray Consortium (NMC)	NTNU	1/1/2008	12/31/2012
183809	A FUGE Nor-MIC Node in Live Cell Imaging and Protein-Protein Interaction Analysis in Plants	Universitetet i Stavanger	1/1/2008	9/30/2012
184147	The Norwegian plant transcriptional profiling centre	NTNU	1/1/2008	12/31/2012
187606	Development of high throughput affinity proteomics to search for drug targets in cancer	Oslo universitetssykehus HF	1/1/2008	12/31/2011
183607	An integrative genomics approach to identify genes and biochemical pathways underlying complex traits in Atlantic salmon	Universitetet for miljø- og biovitenskap	7/1/2008	6/30/2011
183241	Identification of key antiviral and inflammatory modulators in Atlantic cod (<i>Gadus morhua</i> L.)	Nofima Marin AS - Tromsø	8/1/2008	12/1/2011

Prosjektnr.	Tittel	Prosjektansvarlig	Startdato	Sluttdato
187957	Information material for public health care professionals	Universitetet i Bergen	8/1/2008	1/1/2010
187940	Genome sequencing of cod by exclusive use of ultra-high-throughput sequencing technology	Universitetet i Oslo	11/1/2008	12/31/2011
187938	From trust to hope.The interface between science and society in late modernity	Uni Research AS	3/1/2009	4/15/2010
201311	Norproteomics/Biohealth	Universitetet i Bergen	9/1/2009	8/31/2011
197239	Development of new technologies in metagenome establishment and screening	NTNU	10/1/2009	3/31/2011
200367	Bioprospecting in the svalbard reindeer microbiome - establishing a Norwegian-Australian joint research effort	Universitetet for miljø- og biovitenskap	1/1/2010	1/31/2011
201209	Software for genome-based bioprospecting	NTNU	1/1/2010	1/31/2011
201907	Synthetic and Systems Biology at SynBERC (USA): new ideas and possibilities for collaboration on genome-based bioprospecting	NTNU	2/8/2010	6/30/2010
201906	Bioprospecting opportunities at the interface between host and parasite genomes	Universitetet for miljø- og biovitenskap	5/1/2010	8/31/2011
208184	Application for support of the annual contact meeting of the Norwegian Biochemical Society.	Universitetet i Oslo	6/1/2010	6/1/2012
203128	System biology of microorganisms: Enterococcus faecalis and Lactobacillus plantarum	Universitetet for miljø- og biovitenskap	7/1/2010	6/30/2013
203127	International Bioprospecting Collaboration	IRIS Biomiljø	1/1/2011	12/31/2011
208575	Internasjonalt samarbeid Norge-USA-Canada innen bioprospektering	NORUT Tromsø AS	1/1/2011	12/31/2011
209508	Malaria control in Africa using plant extracts - Project establishment support	Universitetet for miljø- og biovitenskap	1/1/2011	6/30/2011
212753	BIOPROSP 2011	Norinnova Technology Transfer AS	2/23/2011	3/23/2011
205793	Establishment of a bioprospecting network: Searching for novel anti-cancer agents in plants and microorganisms.	Universitetet i Bergen	3/1/2011	3/1/2012
212110	Collaboration initiatives towards the developments of natural plant and marine based products for medical and biotechnological use	Universitetet i Tromsø	10/1/2011	12/30/2012



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd

Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
No-0131 Oslo

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

Utgiver:

© Norges forskningsråd
Funksjonell genomforskning – FUGE
www.forskningsradet.no/fuge

Februar 2012

ISBN 978-82-12-03041-1 (trykk)

ISBN 978-82-12-03042-8 (pdf)

Opplag: 400

Trykk: o7 Gruppen AS

Design: Tonic Design AS

Foto omslagsbilde: Norstruct

Ukrediterte foto: Shutterstock, NorMic,
Linda Cartridge