

**TEMA: Fra stjernene**  
Om geologi og forskningspolitikk



Tidligere utgitte temahefter:

- Havet – en skattekiste for fremtiden (april 1997)
- Om grunnforskningens betydning (sept. 1997)
- Norsk forskning i et internasjonalt perspektiv (april 1998)
- Om den anvendte forskning (sept. 1998)
- Miljøforskningens mangfold og muligheter (april 1999)
- Rekruttering til norsk forskning (sept. 1999)
- Et hjertelig glimt inn i forskningens verden  
– Om hjerteforskning og annen medisinsk forskning (april 2000)
- Hav, forskning og politikk (september 2000)
- Grunnforskning og forskningspolitikk (april 2001)
- Fra stjernene. Om geologi og forskningspolitikk (april 2004)

Copyright © 2004 Norges forskningsråd

Norges forskningsråd  
Postboks 2700 St. Hanshaugen  
0131 OSLO  
Telefon: 22 03 70 00  
Telefaks: 22 03 70 01  
Grønt nummer telefaks: 800 83 001  
Internett: bibliotek@forskningsradet.no  
X.400: S=bibliotek;PRMD=forskningsradet;ADMD=telemax;C=no;  
Hjemmeside: www.forskningsradet.no

Trykk: Offset Forum  
Opplag: 500

Layout: Kitty Ensby  
Foto forside.: Roy H. Gabrielsen  
Fotomanipul.: Jon Solberg

Oslo, april 2004  
ISBN 82-12-01948-9

**TEMA: Fra stjernene**<sup>1</sup>  
Om geologi og forskningspolitikk



**Dette temaheftet inneholder administrerende direktør Christian Hambros foredrag på Forskningsrådets årsmiddag 15. april 2004**

<sup>1</sup> Divisjonsdirektør i Forskningsrådet Roy Gabrielsen har gitt mange ideer og råd til den geologiske delen av foredraget, uten at han er ansvarlig for innholdet. Visualiseringen er utført av Jon Solberg, Forskningsrådet. Den er å finne i sin helhet på [www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no). En takk til dem begge.

Statsråder, kjære gjester

*I år har jeg valgt geologi som utgangspunkt for mitt innlegg.  
Og i disse dager er det nærliggende å begynne med verdensrommet*

## I Født av stjerner

Årets Mars-ferd er nemlig utrolig imponerende. At vi ved hjelp av forskningsbasert teknologi er i stand til å sende et fartøy til en planet om lag 80 millioner kilometer unna, styre den fra jorden og foreta undersøkelser som blir kommunisert tilbake, er nesten ubegripelig. Ferden er en påminnelse om et menneskelig grunntrekk - ønsket om å utforske det ukjente, nesten for enhver pris - hva enten det bringer oss ut i universet eller ned på det subatomære nivået.

Geologiske analyser har nylig påvist sulfater på Mars. På jorden dannes sulfater i samspillet mellom stein og vann. Det er derfor grunn til å tro at det en gang har vært vann på Mars, og ikke bare is. Og da kan det ha vært liv der. Dette er spennende. Det neste funnet kan kanskje bli noen fossiler - det første tegn på liv i verdensrommet! Intelligens i menneskelig forstand, vil vi imidlertid ikke finne andre steder i vårt solsystem, og sannsynligvis heller ikke i den del av universet vi i overskuelig tid vil kunne besøke.

Man regner med at universet ble til for vel 13-14 milliarder år siden ved et stort smell som er opphavet til hele verdensrommet. Det er materien fra dette smellet som er blitt til stjerner, og det er støv fra dannelsen av stjernene som senere blir til planeter. Vårt solsystem er rene ferskvaren i forhold til universets opprinnelse, bare om lag 4,6 milliarder år gammelt. At hele universet er skapt av den samme materien, innebærer at det er de samme grunnstoffene vi finner på jorda, som går igjen i hele universet. Mars-ferden kommer derfor ikke til å påvise nye grunnstoffer.

At atomene på jorden har sitt opphav i stjernene i verdensrommet, betyr at alle mennesker så å si er bygget opp av stjernestoff, slik den avdøde amerikanske professoren Carl Sagan formulerte det. Vi har på ett vis evig liv, fordi de atomene vi er skapt av, ikke forsvinner ved vår død. Det ligger slik sett en dyp sannhet i begravelseritualet, der det heter «Av jord er du kommet og til jord skal du bli».



2

## Verden ble ikke til på torsdag 23. oktober 4004 før kr. f.

Fram til godt ut på 1800-tallet, ble Bibelens skapelsesberetning tolket svært bokstavelig: Jorden, slik vi kjenner den med dyr og planter, ble etter gjeldende lære skapt av Gud i løpet av 6 dager, og har siden vært uforandret. De skriftlærde hadde regnet ut at skapelsen fant sted vel 3 900 år før Kristi fødsel, noe som kunne var angitt i marginen i datidens bibler, sammen med andre aktuelle årstall. Den irske biskopen James Ussher hadde drevet tekstfortolkningen så langt at han kunne konstatere at skapelsen faktisk fant sted den 23. oktober kl. 09.00 i år 4004 før vår tidsregning.

Etter hvert som 17- og 1800 tallets ingeniører og geologer laget veiskjæringer, grov ut kanaler og anla stadig dypere kullgruver, ble det mer og mer umulig å opprettholde troen på at jorden bokstavelig talt ble skapt på en knapp uke. Det ble så åpenbart at jordskorpen er blitt til over uhorvelig lang tid, at det er snakk om mange geologiske lag, og at disse er blitt deformert og forandret gjennom dramatiske geologiske prosesser. Etter hvert som de geologiske studiene gikk fremover, forsto man betydningen av fossiler - det måtte ha vært andre typer dyr og planter på jorden for mye lenger siden enn 5- 6000 år. Riktignok var det teologer som til å begynne med hevdet at fossilene kun var steinfigurer Gud hadde skapt i sin storhet. Men dette ble det vanskelig å hevde i lengden - kreasjonismen måtte vike for vitenskapen. Geologien gjorde slik sett banen klar for Darwins evolusjonslære, som forklarte *hvordan* evolusjon av planter og dyr foregår.

Det er bemerkelsesverdig at om lag halvparten av befolkningen i USA stadig oppfatter Bibelens skapelsesberetning bokstavelig. I Norge regner man med at om lag 11 % av befolkningen tror på kreasjonisme. Tallet var høyere før.

Stort sett er det ikke et vanskelig forhold mellom vitenskap og religion hos oss i dag, slik det kunne være før. Det er imidlertid en mer generell usikkerhet i befolkningen når det gjelder moderne bioteknologi, en teknologi som reiser enkelte vanskelige spørsmål om forskningsetikk og forskningens frihet. Trusler mot forskningens frihet kan bare møtes ved at våre forskere holder en høy etisk standard, samtidig som de deltar aktivt i samfunnsdebatten om sine fag.



## 3

### Norsk geologi i fremste rekke – fordi den er praktisk orientert

Det foregår mye bra forskning i Norge. Men generelt kan man dessverre ikke si at norsk vitenskap ligger i fremste rekke internasjonalt, selv om det går fremover. Men det er grunn til optimisme fordi vi ser at norsk forskning på enkelte fagområder ligger langt fremme målt internasjonalt, ja faktisk står for en kvalitet og forskningsinnsats som er bemerkelsesverdig for et så lite land som Norge. Geologi er et av disse fagene.

Det er derfor for så vidt ikke overraskende, at vi har fått fire av tretten Sentre for fremragende forskning innen nettopp geofagene: Centre for Integrated Petroleum Research og Bjerknes Centre for Climate Research ved Universitetet i Bergen, Center for Physics of Geological Processes ved Universitetet i Oslo og International Centre for Geohazards ved Norges Geotekniske Institutt.

For å kunne bli et Senter for fremragende forskning, var det et generelt krav at miljøet måtte kunne regnes blant de 10 % beste innen sitt fagområde målt internasjonalt. Noen sitater fra de internasjonale ekspertene som evaluerte SFF-søknadene sier det meste:

- ▶ ...It is one of the most original, visionary and concerted initiatives in.....
- ▶ ...The project brings together an exceptional group of research scientists
- ▶ ...The project leaders...are internationally recognized as leaders in their respective fields
- ▶ ... To conclude... will be one of the best groups in the world that can be put together.
- ▶ ....The vision is to become the world authority...within 5 years.  
I think it is realistic

Vi må lære av våre vitenskapelige suksesser. Hva er det som for eksempel forklarer at vi står så sterkt innen geofagene? Noe enkelt svar på et slikt generelt spørsmål finnes ikke. Det kan være litt tilfeldigheter. Men gjennomgående vil man se det er en eller flere store vitenskapelige personligheter som drar det hele i gang, og får det til å vokse rundt seg og etter seg. I tillegg synes det oftest å være slik at de fremragende forskerne har nær kontakt med de praktiske utfordringene, og at de virkelig gode miljøene er internasjonalt orientert. Keilhau, Brøgger,

Goldshmidt og Barth regnes som de fire store i norsk geologi, og var betydelige internasjonale skikkelser innen sine fag. Det praktiske arbeidet, den anvendte forskningen og grunnforskningen i norske geofag har gått mye hånd i hånd- på en måte som svarer til det man i dag litt moteaktig betegner som «Mode 2» (for samspillet mellom forskning og innovasjon).

Norge har meget sterke tradisjoner når det gjelder geologi, gruvedrift, og andre geologiske utfordringer. Sølvgruvene i Sandsvær, som førte til grunnleggelsen av Kongsberg på midten av 1600 tallet, var ut fra datidens forutsetninger en meget betydelig virksomhet. Gruvene ble drevet i nærmere 300 år. Til tider var det over 4000 arbeidere i sving, og Kongsberg var i en periode Norges nest største by.

Blaafarveverket på Modum leverte i sin tid nærmere 80 % av verdens kobolt, som bl.a. blir brukt til å farge glass. I siste halvdel av det nittende århundre var gruvene på Ødegaarden verk en av verdens største apatitt-forekomster- apatitt var et uovertruffent gjødselsmiddel. Nefelinsyenitt-gruvene på Stjernøy utenfor Alta er en av de største i verden. Nefelin brukes bl.a. for å gjøre porselen gjennomskinnelig.

Det er klart at norsk bergindustri ikke spiller den samme rollen i dag som den har gjort. Men fortsatt omsetter denne industrien for over 7 milliarder kroner i året, og eksporterer for mer enn 4 milliarder kroner. Til sammenlikning er førstehåndsverdien av norsk tømmer under 3 milliarder kroner pr år. Det er et geologisk potensial for betydelig vekst for norsk steinindustri. Norsk fasadestein, for eksempel Larvikitt, har lenge vært ettertraktet i inn- og utland.

For å gi norsk forskning et kvalitetsløft, og for å få mer innovasjon og annen praktisk nytte av forskningsinnsatsen, vil det på mange områder være fornuftig å knytte enda tettere bånd mellom det rent vitenskapelige og det praktiske enn i dag. Det har skjedd en betydelig kulturell endring ved universitetene de siste 10 årene. De åpner seg mer mot samfunnet enn før. Også i næringslivet er det en økende forståelse for hva de solide forskningsmiljøene kan bety. Etter mitt skjønn er tiden derfor nå moden for å koble den akademiske forskningen og de praktiske anvendelsene sammen på en langt mer aktiv måte enn hittil. Å sette mer penger i forskningssystemet for å få dette til, vil ikke gå på bekostning av den frie grunnforskningen, men komme som et befruktende tillegg. Forskningsrådet er i en unik posisjon til å stimulere



koblingen, og bør få betydelige midler fremover for å realisere denne ambisjonen.

Da regjeringen og Stortinget i 2002 besluttet at det var riktig å beholde et samlet forskningsråd, var en vesentlig del av begrunnelsen nettopp å knytte sammen grunnforskningen og den anvendte forskningen. Et viktig virkemiddel for å få dette til, var etableringen av «Store programmer» som skal ta for seg vesentlige samfunnsutfordringer på tvers av sektorene og fagene, og som skal få til en god kobling mellom grunnforskning og anvendt forskning. Virkemiddelet «Store programmer» vil kunne bli en fiasko hvis ikke regjering og Storting følger opp denne utmerkete ambisjonen i budsjettet for 2005.

#### 4

### Internasjonalisering- forutsetning og indikator for vitenskapelig suksess

Som alt nevnt, er internasjonaliseringen av forskningen viktig for kvaliteten.

At et forskningsmiljø trekker til seg utenlandske forskere er en indikator på at det ligger langt fremme. Norges Geotekniske Institutt (NGI) har for eksempel et så godt omdømme at ledende geoteknikere og bergmekanikere gjerne vil ha et opphold der på sin CV. Og det forstår man ut fra hva en anerkjent utenlandsk ekspert har uttalt:

«In the geotechnical field NGI stands alone without any group around the world with the same combination of research and practice work, a comparable number of talented individuals or a similar production».

Samtidig er det slik at nærkontakten med de beste utenlandske forskere fører til en videre faglig utvikling. Vi kan snakke om selvforsterkende positive spiraler.

Norsk geologi er svært internasjonal. Det er mange måter å måle dette på. En god indikator er antall utenlandske forskere som kommer til de norske miljøene. Ved de fire «geologiske» Sentrene for fremragende forskning er om lag 30 % av forskerpersonalet utlendinger.

Internasjonalisering av norsk forskning er et sentralt tema. Vi trenger

internasjonalisering for å heve kvaliteten på norsk forskning, men også fordi vi, som et av verdens rikeste land, bør bidra til utvikling av den internasjonale kunnskapsalmenningen. Gjennomgående er det neppe en god idé at myndighetene plukker ut noen land norske forskere generelt skal samarbeide mye med. Utgangspunktet bør i stedet være samarbeid med de beste miljøene, uansett hvor i verden de befinner seg. I denne forbindelse må man tenke større enn til reisepenger: Tilstrekkelig utstyr og hjelpepersonell kan være nødvendig for å trekke gode forskere til landet - selv om det kan føre til misunnelse hos hverdagssliterne i norske forskningsmiljøer som ikke får det samme.

#### 5

### Geologi og klima

Temaene geologene beskjeftiger seg med spenner over et vidt felt, og faget låner metoder fra mange disipliner. En av vår tids store bekymringer, er frykten for menneske-skapte klimaendringer, særlig knyttet til CO<sub>2</sub>-utslipp.

Klimaet har de siste 1000 årene vært relativt stabilt. Men de foreliggende klimamodellene gir grunn til bekymring. Bildet vi ser for oss er en generell oppvarming av jorden, men med betydelige regionale variasjoner mht. effekter, for eksempel at det kan bli atskillig kaldere i Norge hvis Golfstrømmen snur.

Ser vi på situasjonen i et lengre tidsperspektiv, får vi ett annet bilde. Geologene kan fortelle oss at det normale på jorden de siste 2-3 millioner årene har vært istider som har vart i om lag 100.000 år, avbrutt av varmere perioder på 15.000-20.000 år som kalles mellomistider. CO<sub>2</sub>- innholdet i atmosfæren har både vært høyere og lavere enn i dag. Klimaet i enkelte av mellomistidene har vært en god del varmere enn i dag. Vi befinner oss nå trolig i slutten av en slik varm periode.

De langsiktige og periodiske naturlige klimavariasjonene er ikke forstått fullt ut. Klima og atmosfære har for øvrig aldri vært i en likevektssituasjon, men har stadig forandret seg. En hovedårsak til de langsiktige klimaendringene er jordens elliptiske bane rundt solen og jordens helning på banen ikke er konstant, noe som fører til at solinnstrålingen varierer over tid fordi bl.a. avstanden til solen



forandrer seg. En vesentlig årsak til at banen ikke er konstant, er at gravitasjonen jorden utsettes for fra de andre planetene varierer over tid, alt etter deres plassering.

På 10-20.000 års sikt er det klimatisk antakelig ikke særlig interessant om mennesket slipper ut litt mer eller litt mindre CO<sub>2</sub> enn i dag. Men med tanke på endringer de nærmeste århundrene, er det trolig fornuftig å begrense påvirkningen av atmosfæren pga usikkerheten omkring effektene og samfunnets dårlige evne til å tilpasse seg et annet klimamønster enn i dag.

Klimautfordringene er et eksempel på at forskningen først har påvist et problem, og deretter at det er forskningen som må gi kunnskapsgrunnlaget for de politiske beslutningene om hva som bør gjøres. Forventningene til hva vitenskapen kan gi svar på, er noen ganger urealistiske. Det er fortsatt mye vi ikke vet om klimaendringer. Det betyr ikke at forskerne har forsømt seg, men at temaet er så komplekst at det er mange spørsmål de ikke kan gi sikre svar på i dag. Klimaspørsmålene er imidlertid så vesentlige for oss at det må forskes videre på feltet.

På viktige områder ser vi at vesentlige utfordringer samfunnet står overfor, krever et samspill mellom mange forskjellige fag og disipliner. Klimaforskningen bygger på arbeider utført innen for eksempel geologi, biologi, fysikk, kjemi, astrofysikk, oseanografi, økonomi, matematikk, beregningsvitenskap, statistikk, samfunnsøkonomi, statsvitenskap osv. Man trenger et Forskningsråd for å få til denne typen betydelige tverrfaglige satsinger. Klimaforskning er for øvrig et av de områdene hvor vi har gode forutsetninger for å yte vesentlige bidrag til den internasjonale kunnskapsalmenningen. Dette er en del av bakgrunnen for at Forskningsrådet har opprettet et stort program på feltet, NORKLIMA.



## 6 Jorden forandrer seg fortsatt

Geologiske forandringer foregår kontinuerlig. Noen endringer skjer i det små og over lang tid. Etter forrige istid lå den nåværende norske kystsonen under vann. Da isen smeltet, hevet landet seg. Denne hevingen fortsetter den dag i dag, om enn med sterkt redusert fart. Andre ganger kan vi oppleve dramatiske hendelser.

Jordskorpen er, som mange vet, delt inn i en rekke plater av kontinentstørrelse som hviler på meget seigtflytende varme bergarter. Platene er i bevegelse. Platekantene blir steder med dramatisk geologisk aktivitet i form av vulkaner og jordskjelv. California og Island er eksempler på områder med stor geologisk aktivitet. Den totale og dypt tragiske ødeleggelse av Bam i Iran i 2003, der minst 20.000 menneskelig gikk tapt, viser oss hva som kan skje.

Norge er ikke et særlig utsatt område for jordskjelv. Slik sett har vi ikke naturlige forutsetninger for å bli et land som ligger langt fremme i jordskjelv-forskningen. Men på grunn av den høye generelle geologiske kompetansen og vår erfaring innen seismikk og instrumentering, har vi en avanserte jordskjelvstasjon på Kjeller (NORSAR). Denne stasjonen har spilt en viktig rolle når det gjelder overvåking av prøvestansavtalene for atomvåpen. Stasjonen kan registrere underjordiske kjernesprengninger globalt, og skille mellom dem og naturlige rystelser i jordskorpen. Stasjonen er et eksempel på hvordan høy vitenskapelig kompetanse innen et felt, viser seg å ha en bred anvendelse, og er med på å sette Norge på verdenskartet både faglig og politisk.

Noen av de mest dramatiske geologiske hendelsene knytter seg til asteroider som kolliderer med jorden. Måtte vi slippe dette i fremtiden! For om lag 142 mill. år siden landet en asteroide med en diameter på 1-3 km i Barentshavet og skapte Mjølnerkrateret, som har en diameter på 40 km. Matematiske beregninger tyder på at asteroiden førte til et plask som resulterte i en vannsøyle på nærmere 12 km høyde og dannelsen av enorme flodbølger som førte til store oversvømmelser i nordområdene, og som kunne merkes over hele jorden. Den norske forskningen på dette feltet har vakt internasjonal interesse, og bidrar bl.a. til større geologisk forståelse av Barentshav-område, som vi regner med kan bli en betydelig oljeprovins i fremtiden.

Sammenliknet med den asteroiden som for 65 mill. år siden landet på det som nå er Yucatanhalvøya, blir Mjølner likevel en beskjeden hendelse. Energimengden ved det store treffet utgjorde flere ganger mer enn energien i verdens samlede arsenal av atomvåpen i dag. Virkningene kan også sammenliknes med en atomkatastrofe: Branner, flodbølger, rystelser, langvarig solformørkelse og en endret gassammensetning av atmosfæren. Solformørkelsen førte til at det ble stans i fotosyntesen mange steder, og etter hvert derfor lite å spise for dyrene. Dette kan være forklaringen på utryddelsen av dinosaurene og en lang rekke andre arter. Samtidig kan vulkanutbrudd ha forsterket effekten av asteroiden.

For ett år siden fremmet noen amerikanske forskere en teori om at skyene i Munchs bilde «Skrik» ble inspirert av de solnedgangene man fikk etter utbruddet fra vulkanen Krakatoa i Indonesia 27. august 1883. Vulkanen slapp ut enorme mengder støv og gass som påvirket klimaet og landbruksproduksjonen i flere år, men ga altså også flotte og dramatiske solnedganger. Angsten i bildet kan være en påminnelse om at naturkreftene er truende. Krakatoa kan gi nye utbrudd som vil kunne få globale effekter

7

## Oljen skyldes dramatiske geologiske hendelser

Jordskjelv og andre dramatiske geologiske hendelser er ikke bare av det onde. Faktisk skal vi i Norge være meget takknemlig for slike aktiviteter som skjedde i perioden mellom 200 og 140 mill år siden. Da dannet forkastninger i jordskorpen et stort avsetningsbasseng på bunnen av Nordsjøen, som kalles Viking-grabenen. Olje og gass dannes ved at rester av marine alger, andre mikroorganismer og planterester synker ned i bunnen av slike basseng hvor oksygen ikke slipper til. Over millioner av år blir laget stadig tykkere og danner etter hvert det man kaller kildebergarter. Disse synker nedover i jordskorpen der temperaturen øker med dybden. Mellom 80 °C og 235 °C finner det sted en nedbrytning som fører til at olje og gass blir dannet. Kildebergartene klarer ikke å holde på hydrokarbonene. Oljen og gassen vil derfor forsvinne ut i miljøet hvis den ikke stiger opp i bergarter som kan lagre hydrokarbonene i porene sine, og hvis ikke disse porøse bergartene blir forseglet av andre bergarter, som i en lomme.

Utforskningen av kontinentalsokkelen har vært en utrolig spennende utfordring for geologer, og har vært en av de drivende kreftene for utviklingen av norsk IKT-kompetanse på meget høyt nivå- fordi både modell- og beregningsutfordringene er enorme.

Vi har sannsynligvis hittil bare hentet opp om lag 30 % av oljen og gassen som finnes på norsk sokkel. Ut fra dagens situasjon har regjeringen tegnet to utviklingsbaner for norsk olje- og gassproduksjon - forvittringsbanen og ønsket bane. Over en 30-40-årsperiode utgjør forskjellen mellom disse to banene nærmere 3000 milliarder kroner i inntekt, basert på en oljepris på 15 \$ fatet. Dagens oljepris er over 30 \$ fatet. Til sammenlikning nevnes det at oljefondet i dag er på 850 milliarder kroner. Det burde åpenbart være en av de fremste nasjonale oppgavene å få opp denne oljen. Lykkes vi med det, vil det være et vesentlig bidrag til å løse fremtidens pensjonsproblemer.

Hvis vi ikke griper fatt i utfordringene snart, vil en del av oljen for øvrig gå tapt for alltid. Når et oljefelt blir forlatt fordi videre utvinning ikke lenger er lønnsomt, vil man nemlig i praksis ikke gjenåpne det for å hente restoljen senere. Det er vanskelig å beregne hvor mye olje som vil gå varig tapt. Fra de feltene som er i produksjon, er det ikke urimelig å snakke om et varig tap på minst 100 milliarder kroner hvis vi ikke øker FoU-innsatsen. Det understrekes at tallet er beheftet med stor usikkerhet.

Norsk sokkel er i dag mindre attraktiv for oljeselskapene enn før. Det skyldes at de gjenværende uoppdagete feltene gjennomgående vil være mindre og mer kompliserte enn de som dominerer dagens produksjon på sokkelen. Men det skyldes i høy grad også at en rekke nye områder i verden er åpnet for de internasjonale oljeselskapene, områder som er vel så attraktive som norsk sokkel når man ser geologien og vilkårene for oljeselskapene ellers under ett. For å få opp mer olje og gass, er det derfor nødvendig å se på skatte- og forvaltningsregimet som gjelder for norsk sokkel.

For å få mer opp fra sokkelen er det også behov for en forsterket FoU-innsats. Man kan ikke vente at oljeselskapene vil finansiere denne innsatsen alene. De har i stadig større utstrekning posisjonert seg som teknologibrukere, og ikke teknologieiere. I tillegg skal det spesielle grunner til for at oljeselskapene vil anstrenge seg ut over dagens innsats, for å tyne mer olje ut av en gjenstridig norsk sokkel, når fristende

utenlandske felt lokker.

Situasjonen krever nasjonalt lederskap. Det er nødvendig å justere norsk politikk for å gjøre sokkelen mer konkurransekraftig. I tillegg er det behov for en betydelig økt FoU-innsats i samspill mellom næringslivet og det offentlige. Forskningsrådet har opprettet et s.k. stort program på området, PETROMAKS, og foreslått betydelig budsjettvekst for 2005 på dette feltet. De offentlige bevilgningene til FoU bør økes til et nivå som årlig ligger om lag 500 mill kroner over dagens bevilgninger til petroleumsforskning. Hvis staten forplikter seg til dette, bør det være mulig å få næringslivet til å øke sin FoU-innsats med samme beløp. Vi kunne da videreutvikle Norges posisjon som teknologileder på dette felt - faktisk bli et globalt tyngdepunkt når det gjelder bredden i petroleumsteknologi og geologi. Å få mer olje opp fra sokkelen vil ha stor økonomisk betydning i seg selv. I tillegg vil FoU-innsatsen kunne gi grunnlag for betydelig eksport. Resultatet vil kunne bli et vesentlig løft for både norsk innovasjon og for norsk forskning generelt.

## 8 Geologi er kultur og mat

Geologene beskjeftiger seg ikke bare med truende hendelser, olje og gass og stein.

Menneske har alltid vært et pyntesykt vesen. Geologene hjelper til med å finne både gull og edelstener. Edelstener er krystaller, og hvordan krystaller vokser er fascinerende. Diamanter dannes på en noe uvanlig måte ved at karbon føres fra jordskorpen og ned i jordens mantel på minst 150 km dyp, og blir så til ved et trykk på minst 30.000 ganger atmosfærens og ved meget høye temperaturer. Diamanter føres så sammen med annet materiale opp til jordskorpen hvor vi kan finne dem. En diamant kan være relativt fersk, for eksempel 100 mill år gammel, eller noe eldre, for eksempel et pr milliarder år gammel.

Krystaller har for øvrig en rekke praktiske anvendelser utover det å pynte mennesker. Lasere, som inngår i stadig flere produkter innen forbrukerelektronikk, IKT og i medisinsk utstyr, bygget opprinnelig på en rubinkrystall for å lage sterke pulser av rødt lys. I dag er teknologien videreutviklet, slik at det i mange tilfeller er industrielt

produserte krystaller eller halvledere som brukes i lasere. Den norske bedriften Scanwafer, som ligger meget langt fremme når det gjelder solcelleteknologi, baserer sin virksomhet på å produsere rent silisium-som er krystaller. En solcelle kan for øvrig sammenliknes med en omvendt laser.

Mat og drikke er viktig, både for å overleve og for å nyte tilværelsen. Fra middelalderen og fram til 1700-tallet sank avlingene pr. mål i Europa. Matmangel både hindret befolknings-utviklingen og førte til dårligere helse enn ellers, og kan kanskje forklare noe av den høye dødeligheten av pest. Det var geologien på gårdene det var noe galt med. Jorden ble nemlig utarmet for bl.a. nitrogen og fosfater, som er vesentlig for planteveksten. Bestefaren til Charles Darwin, Erasmus Darwin skrev om dette i 1799, men var forut for sin tid. Det var den store tyske kjemikeren von Liebig som i 1840 ga det vitenskapelige grunnlag for dagens forståelse av sammenhengen mellom plantevekst og tilførsel av ulike stoffer. Med moderne gjødslingsmetoder øker avlingene 2-4 ganger i forhold til hvis man ikke gjødsler.

Vår eminente forsker Kristian Birkeland tok utgangspunkt i nordlys for sin banebrytende astrofysiske forskning. Han ønsket å tjene penger, for å sikre sin frie grunnforskning. En elektrisk kanon skulle være veien til rikdom. Birkeland arrangerte en demonstrasjon av kanonen i Universitetets Gamle Festsal. Demonstrasjonen ble en dramatisk fiasko, med en eksplosjon som jaget alle de inviterte gode borgerne ut på gaten. Etter det anekdoten sier, la imidlertid Birkeland la seg ned i latter. Smellet hadde gitt en stikkende lukt i luften. Birkeland kjente igjen lukten av nitrose gasser, og forstod i det samme øyeblikket at man kunne ta nitrogen ut av luften ved hjelp av elektrisitet. Han visste at verden hadde et stort behov for kunstgjødsel, fordi de naturlige forekommende kildene for nitrogen og fosfor, som for eksempel guano, var i ferd med å bli tømte. Dette var grunnlaget for dannelsen av Norsk Hydro, som Birkeland heldigvis tjente en god del penger på. Denne historien er for øvrig et glitrende eksempel på hvordan forskningen fører til det man på engelsk kaller «the well prepared mind»- evnen til å se de helt uventete sammenhengene som andre ikke får øye på.

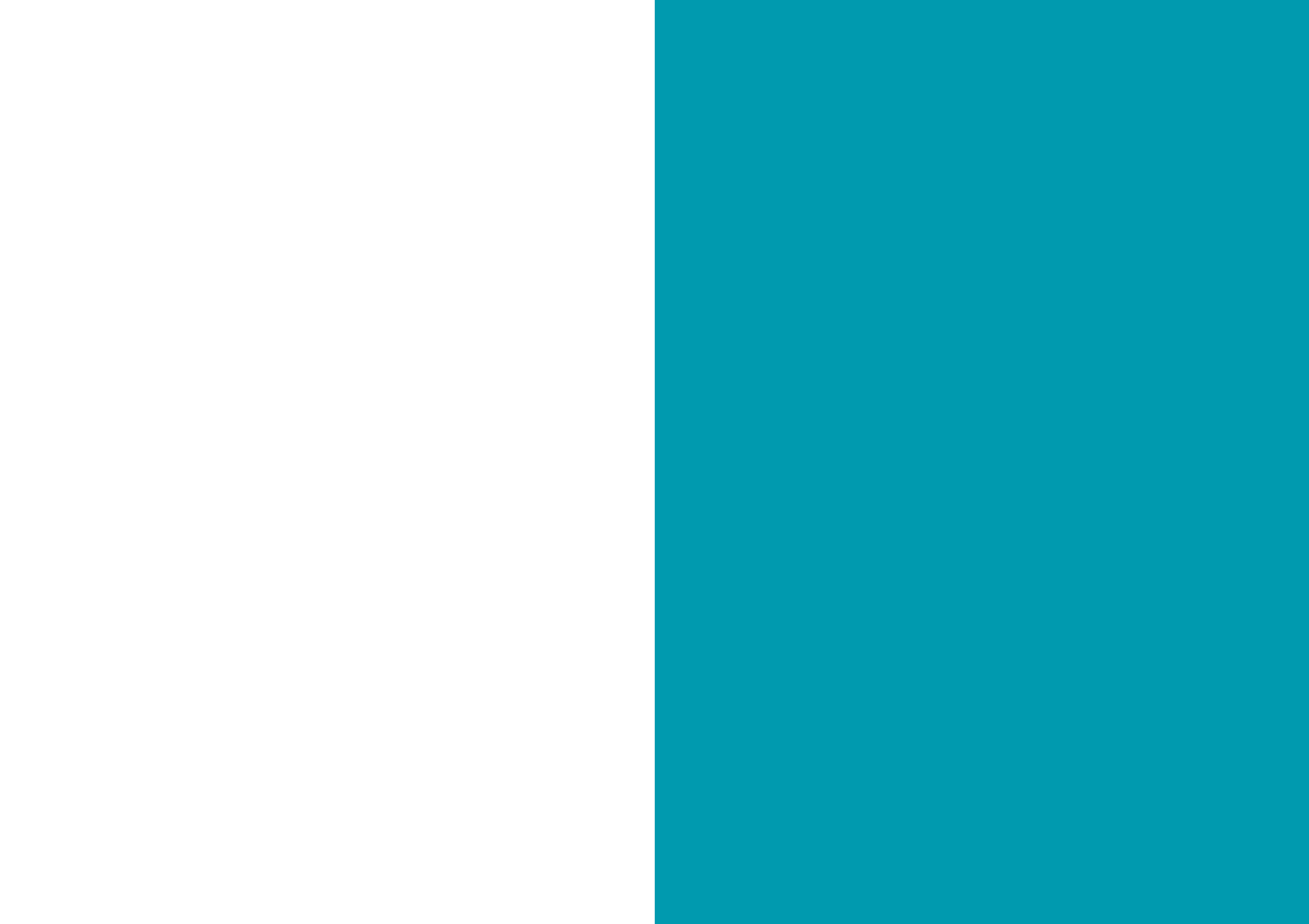
Kunstgjødsel har vært vesentlig for verdens matproduksjon, og er slik sett en velsignelse. Men det skal heller underslås, at overgjødsling er et betydelig miljøproblem enkelte steder - og at fremskrittet slik sett har sin pris også på dette området.



Jordsmonnet har ikke bare betydning for avlingens størrelse, men også for dens kvalitet. Asparges vokser for eksempel best i sandholdig jord, mens løken får en sterkere smak med økende svovelinnhold i jorden. Når det gjelder påvirkningen av planter, er det all grunn til å være oppmerksom på geologiens innvirkning på vinens kvalitet. Samme drue og samme klima kan gi vidt forskjellig vinkvalitet, alt etter geologien. Det dreier seg ikke bare om variasjoner mellom land, men også innen mer avgrensede områder. Uten å ville røpe noe mer om aftenens meny, kan jeg opplyse at viner fra Chablis vokser på kalkgrunn dannet av enorme østers-avleiringer, noe som gir vinen det spesielle preget som gjør den særlig godt egnet til skalldyr.

Dette siste bilde vekker sikkert appetitten, slik at jeg nå bør avslutte foredraget. Vi vil da kunne konsentrere oss om aftenens egentlige formål: den gode samtalen over et hyggelig bord. Måtte geologiens bidrag til vinens kvalitet gi et løft til samtalene.

*Takk for oppmerksomheten !*





Norges forskningsråd  
Postboks 2700 St. Hanshaugen  
0131 OSLO  
Telefon: 22 03 70 00  
Telefaks: 22 03 70 01