

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet  
Samfunnsvitenskapelig fakultet  
Handelshøyskolen

Masteroppgave 2014  
30 stp

# Teknologibasert innovasjon i Norge: En kvalitativ undersøkelse av utfordringer ved kommersialisering av nanoteknologi

## Technology-based innovation in Norway: A qualitative study of challenges to commercialization of nanotechnology

Ingeborg Marie Østby Laukvik



*“What if it were possible to combine the possibilities of the biological mechanisms with those of the conventional ones? We could have machines that could grow and repair themselves, proliferate without factories, grow from seeds. We could have a technology with the subtlety and adaptability of life, the power of jumbo jets, the efficiency of electric motors, the precision of computers. Is such a technology possible?”*

*It’s not only possible, it’s on its way. It will change the way we live, what we know, how we think, and maybe who we are. It is called nanotechnology”.*

J. Storrs Hall (2005: 15).

## Forord

Denne studien utgjør siste del av masterprogrammet i Entreprenørskap og innovasjon ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

Bakgrunnen for valget av tema var et ønske om å få en dypere forståelse av en framvoksende teknologi. Nanoteknologi har tiltrukket mye oppmerksomhet, og framstod dermed som et spennende studieobjekt. Problemstillingen vakte tidlig interesse hos flere, og har blitt tatt godt i mot alle steder jeg har henvendt meg.

Jeg ønsker å takke alle som har vist interesse for oppgaven og for alle interessante diskusjoner om temaet. Jeg ønsker gi en stor takk til min veileder Anne Moxnes Jervell og alle informantene. Deres refleksjoner har muliggjort ferdigstillingen av denne oppgaven. De har også bidratt til å gjøre prosessen spennende og lærerik.

I tillegg vil jeg rette en stor takk til familien min og en spesiell takk til Christian. Deres kjærlighet, nysgjerrighet og innspill har gjort forskningsarbeidet til en givende opplevelse.

Jeg mener funnene fra studien er av interesse for forskningsfeltet innen teknologisk innovasjon. Videre håper jeg at oppgaven kan være et nyttig bidrag for videre forskning på feltet.

**Oslo, 14. august 2014**

Ingeborg Marie Østby Laukvik

## Sammendrag

Teknologi er en viktig del av vårt samfunn og vår samtid, og teknologisk innovasjon påvirker økonomisk vekst (Smith, 2010). Det er en nasjonal målsetning om økonomisk vekst, og det er et politisk ønske at nanoteknologi skal anvendes på en måte som gir samfunnsnytte og økt verdiskaping. Dette plasserer nanoteknologi i kjernen av den norske næringspolitikken.

Nanoteknologi er en generisk og multidisiplinær teknologi som har uante mengder potensiell anvendelsesområder. Enkelte går så langt som å kalle nanoteknologi for "Den andre industrielle revolusjonen" (Hall, 2005) . Til tross for store investeringer i forskning og utvikling innen nanovitenskap- og nanoteknologi har ikke resultatene i form av konkret næringsmessig verdi vært tilsvarende store (Pöyry, 2011) .

Denne oppgaven har hatt som formål å undersøke og identifisere hvilke typer utfordringer som preger prosessen med kommersialisering av nanoteknologi i Norge. Hensikten med oppgaven har vært å øke kunnskapsgrunnlaget om hvilke typer utfordringer som oppstår ved kommersialisering av forskningsbasert kunnskap i en norsk kontekst. Studiens teoretiske utgangspunkt er at kommersialisering ikke skjer i isolasjon innenfor rammene av den enkelte virksomhet, men at flere aktører tar del i innovasjonsprosessen. Masteroppgaven har derfor kombinert to perspektiver for å svare på oppgavens problemstilling. Fokus vært å kartlegge ulike typer utfordringer og dynamikk som preger bedriftene som kommersialiserer nanoteknologi, og undersøke hvorvidt innovasjonssystemets innretning har bidratt til å fremme eller hemme slik kommersialisering. Gjennom bruk av flere kilder og metoder fikk jeg hjelp til å svare på disse spørsmålene.

Oppgaven har definert etablerte bedrifter som eldre bedrifter som har hatt sitt primære virke innen annen industri, og dermed ikke har sprunget ut fra et kunnskapsmiljø som forsker på nanoteknologi. Oppstartsbedrifter, på den annen side, har blitt definert som bedrifter med utspring fra et kunnskapsmiljø innen nanoteknologi.

Undersøkelsene tydet på at oppstartsbedrifter har møtt særlige utfordringer i form av tilgang til finansielle ressurser for å fullføre kommersialiseringsprosessen. Utvikling av nanoteknologi tar lang tid og innebærer store kostnader. På grunn av det lange utviklingsløpet, har det oppstått et ressursgap i perioden mellom FoU-midlene avtar og

før de kommersielle kapitalformene har blitt realisert. Dette er i tråd med tidligere forskning om kunnskapsbasert entreprenørskap. Hvis målsetningen er å fremme teknologisk utvikling i form av akademisk entreprenørskap i Norge, er det behov for enkelte justeringer i innovasjonssystemets innretning. For å øke kommersialiseringstakten blant kunnskapsbaserte oppstartsbedrifter bør det legges bedre til rette for langsiktig investeringer; og etterspørselsdrevne tiltak for å øke samarbeidet mellom det etablerte næringslivet og mindre oppstartsbedrifter.

Blant de etablerte bedriftene som har benyttet nanoteknologi, ser det ut til at den største utfordringen for kommersialisering av nanoteknologi skyldes at de ser få kommersielle anvendelsesområder for teknologien. Det skyldes erfaringer med at bruk av teknologien har gitt mindre kvalitetsmessig effekt enn det som var ønskelig. Likeledes hevder de etablerte selskapene at de markedsmessige forholdene ikke har lagt til rette for en del av kommersialiseringsprosjektene de har vært involvert i.

Begge typer innovasjonsbedrifter enes om at usikkerheten om helseeffektene ved bruk av ulike typer nanoteknologi utgjør et usikkerhetsmoment, og at det derfor er behov for mer forskning på dette feltet.

## Abstract

The purpose of this thesis has been to identify, and investigate, challenges that characterize the process of commercialization of nanotechnology in Norway. Secondly, the thesis investigates to which extent the Norwegian innovation system has helped to support this commercialization. Multiple sources and methods were used to answer these research questions.

This thesis examines established, and start-up, companies. Established companies are defined as older companies, that have their primary business in other industries than nanotechnology, and these companies have often not emerged out of a nanotechnology research environment. The start-ups, on the other hand, have been defined as companies that have emerged from a knowledge-based environment in nanotechnology.

The study finds that start-up-companies, in order to complete the commercialization process, faces particular challenges in terms of access to financial resources. Development of nanotechnology is time consuming and involves considerable costs. Because of the long development process, start-ups face a gap in financial resources, in the period after R & D funding stops, and before commercial capital are accessible. This is consistent with previous research on knowledge-based entrepreneurship.

Among the established companies, it appears that the greatest challenge they face is finding sustainable commercial applications for nanotechnology. So far, their experience with the use of technology has provided less quality output than desirable, and the promised improvements in performance have not yet been reached. They also argued that the market-conditions for these products are not good enough, at the moment.

Both types of firms consider the uncertainty about the HSE-effects of nanotechnology as a challenge, and it is therefore a need for more research in this field.

To increase the rate of commercialization of nano technology in Norway, I conclude that there is need for more long-term investments; and demand-driven initiatives to increase cooperation between established businesses and small start-up businesses.

## Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>7</b>
Liste over figurer.....	8
Liste over tabeller.....	8
<b>1.0 Introduksjon</b> .....	<b>9</b>
1.1 Teknologiutvikling og verdiskaping.....	10
1.2 Forsknings- og næringspolitisk satsning på nanoteknologi.....	11
1.3 Fra kunnskap til konkret nytteverdi.....	12
1.4 Formål og problemstilling.....	13
1.5 Oppgavens struktur .....	14
<b>2.0 Teori og tidligere forskning</b> .....	<b>15</b>
2.1 Innovasjon: fra oppfinnelse til kommersialisering .....	15
2.2 Om kommersialisering .....	17
2.3 Innovasjonssystemer .....	18
2.4 Utfordringer ved kommersialisering av ny teknologi.....	20
2.4.1 Utvikling og produksjon .....	22
2.4.2 Tilgang til kompetanse og kunnskap .....	24
2.4.3 Innhenting ressurser og ulike former for kapital.....	25
2.4.4 Marked og etterspørsel.....	28
2.4.5 Intellektuelle rettigheter .....	29
2.4.6 Reguleringer .....	30
2.5 Tidligere undersøkelser av utfordringer for kommersialisering av nanoteknologi. 31	
2.6 Oppsummering .....	33
<b>3.0 Metode og data</b> .....	<b>35</b>
3.1 Datatyper .....	37
3.1.1 Sekundærkilder.....	37
3.1.2 Seminarer, konferanser og workshops.....	37
3.1.3 Kvalitative intervjuer med aktører i innovasjonssystemet .....	40
3.2 Dataanalyse .....	42
3.3 Vurdering av studiens reliabilitet og validitet.....	43
<b>4.0 Hvilke type utfordringer oppstår ved kommersialisering av nanoteknologi i Norge?</b> .....	<b>45</b>
4.1 Teknologiske utfordringer .....	45
4.1.1 Vanskelig å identifisere kommersielle anvendelser .....	45
4.1.2 Nanoteknologiutvikling er tid- og kostnadskrevende.....	48
4.2 Dårlig tilgang til kapital og finansiering.....	51
4.3 Tilgang til kompetanse og medarbeidere.....	54
4.4 Marked og etterspørsel .....	55
4.5 Intellektuelle rettigheter .....	56
4.6 Risikofylte forhold .....	59
4.7 Regulatorisk treghet utløser frustrasjon .....	61



4.8 Oppsummering .....	62
<b>5.0 Hvordan kan innovasjonssystemet legge til rette for kommersialisering av nanoteknologi i Norge? .....</b>	<b>65</b>
5.1 Norges forskningsråds- en viktig premissleverandør for kommersialisering av norsk forskning.....	66
5.2 Innovasjon Norge må stimulere til teknologisk gründervirksomhet og samarbeidsprosjekter.....	70
5.3 Behov for rene såkornfond og presåkornmidler.....	71
5.4 Oppsummering .....	74
<b>6.0 Konklusjon .....</b>	<b>76</b>
6.1 Veien videre.....	77
<b>7.0 Kildehenvsning.....</b>	<b>78</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>82</b>

### Liste over figurer

FIGURE 1 - MATRISE SOM VISER ULIKE TYPER INNOVASJON (HENDERSON OG CLARK 1990). .....	16
FIGURE 2 - TEKNOLOGISK S-KURVE. MODELL AV FOSTER 1986: 31. ....	23
FIGURE 3 - UTFORDRINGER VED NANOTEKNOLOGIRELATERT PRODUKSJON OG KOMMERSIALISERING HOS BEDRIFTER I USA (HENTET FRA OECD 2010: 43).....	31
FIGURE 4 - OMRÅDER HVOR BEDRIFTER SEER SIGNIFIKANTE UTFORDRINGER FOR KOMMERSIALISERING. FORDELT ETTER BEDRIFTENES STØRRELSE (OECD 2010: 73. ....	33
FIGURE 5 - GRAFISK FREMSTILLING AV UTFORDRINGER VED KOMMERSIALISERING AV NANOTEKNOLOGI. ....	34
FIGURE 6 - OVERSIKT OVER KAPITALKILDER .....	73

### Liste over tabeller

TABLE 1 - KARAKTERISTIKK OVER ULIKE TYPER NÆRINGER (BYERS ET AL. 2011).....	20
TABLE 2 - OVERSIKT AV TYPER OG KJENNETEGN VED UTFORDRINGER SOM ANTAS Å PREGES KOMMERSIALISERING AV NANOTEKNOLOGI I NORGE. ....	35
TABLE 3 - OVERSIKT OVER INFORMANTER OG METODER.....	36
TABLE 4 - OPPSUMMERING AV FUNN.....	63

## 1.0 Introduksjon

I 1959 holdt Richard Fehnman et berømt foredrag med tittelen "There is plenty of room at the bottom". Foredraget var betydningsfullt fordi det la grunnlaget for undersøkelser av partikler på nanoskalaen. De siste femti årene har nanovitenskap og nanoteknologi vokst både i omfang og i strategisk viktighet (Oriakhi, 2004). Forskningspublikasjonene innen nanovitenskap og -nanoteknologi har økt kraftig, og det er anslått at markedsstørrelsen til nano-baserte produkter vil vokse til 2500 milliarder dollar i 2015 (LuxResearch, April 2011, Kaur et al., 2014).

Teknologirådet definerer nanoteknologi som "*Design, karakterisering, tilvirkning og anvendelse av strukturer, komponenter og systemer ved å kontrollere form og størrelse på nanoskalaen*" (Teknologirådet, 2009). Det finnes mange ulike definisjoner av nanoteknologi, men det er enighet om at nanoteknologi utnytter unike egenskaper som opptrer på nanoskalaen (Teknologirådet 2013).

En nanometer tilsvarer en milliarddels meter, og nanopartikler har en størrelse på mellom 1-100 nanometer (NHD 2012). Tyngdekraft og bevegelsesenergi er ikke dominerende på nanoskalaen, og det er elektromagnetiske krefter som primært styrer hvordan molekyler, elektroner og lys oppfører seg på dette nivået. Nanoteknologi innebærer å utnytte dette til å fremskaffe nye kjemiske, fysiske og optiske egenskaper (Teknologirådet, 2009). Ved å benytte nanoteknologi kan egenskaper ved materialer endres slik at det endrer karakter og funksjonalitet. Partikler på nanometernivå blir mer mobile og reaktive, og dette skaper et mulighetsrom for nye produkter.

Teknologien er tverrfaglig og inkluderer fagfelt som kjemi, fysikk, medisin, elektronikk, optikk og biologi. Nanoteknologi kan derfor ikke kobles til én spesiell næring. Norges Forskningsråd skriver at "*et spesielt trekk ved nanoteknologi er dens generiske karakter; den vil kunne ha innvirkning på nær sagt alle samfunnsområder, og omtales i mange sammenhenger som den neste industrielle revolusjonen*" (NFR 2013). Nanoteknologi er en General Purpose-teknologi (Link and Siegel, 2007, Shea et al., 2011). Begrepet stammer fra økonomisk teori og beskriver hvordan enkelte teknologityper spiller en sentral rolle for økonomisk vekst. "*GPTs has broad applications and productivity-enhancing effects in*

*numerous downstream sectors. They include dramatic economic changes by creating new industries and rejuvenating existing sectors (Link and Siegel, 2007: 97).*

Mangfoldet av bruksområder gjør fenomenet til et utfordrende studieobjekt. Dette er eksemplifisert av Oriakhi (2004: 60) som viser at nanomaterialer, nanobioteknologi, nanoelektronikk og nanometrologi har utviklingskurver som har ulik tidshorisont og diffusjonsrate.

## **1.1 Teknologeutvikling og verdiskapning**

Innovasjon påvirker økonomisk vekst og denne koblingen har gjort innovasjon til en høyt prioritert målsetning for både myndigheter og bedrifter (Schilling, 2010). Det er konsensus i innovasjonslitteraturen om at teknologisk utvikling har vært en drivende faktor bak velstands- og produktivitetsøkningen de siste to århundrene (Solow, 1957, Nelson, 2007: 35, Storey and Greene, 2010).

Kondratiev identifiserte at økonomisk utvikling preges av faser, med sykluser som svinger fra depresjon til forbedring, og deretter tilbake til depresjon igjen. Han identifiserte at syklusene hadde en varighet 50 år, og dermed dannet et bølgelignende mønster. Schumpeter videreførte denne teoretiske tradisjonen, og beskrev koblingen mellom innovasjon og økonomisk vekst, da han lanserte sin teori om lange bølger. Schumpeter hevdet at det kapitalistiske systemet endres av kreative destruksjonssykluser, og at innovasjon er en drivende faktor. Han mente at økonomisk utviklingen skjer ved at ny teknologi tas i bruk. I "bølgene" utvikles, modnes og avtar ulike typer teknologi, og påvirker derav nasjonenes økonomi og legger grunnlag for større samfunnsendringer. Så langt har det blitt identifisert fem lange bølger. (Smith, 2010). Nanoteknologi byr på en kommersiell lovnad som gjør den i stand til å skape store endringer, og nanoteknologi har (av enkelte) blitt omtalt som den sjette teknologiske bølgen (Wonglimpiyarat, 2005).

Ny teknologi påvirker næringsstrukturen gjennom å skape muligheter og utfordringer for både nye og eksisterende bedrifter. Utviklingen av nanoteknologi vil fortsette å påvirke norsk næringsliv og samfunn, og bidra til å drive Norges økonomiske vekst og internasjonale konkurransevne. Mer kunnskap om denne teknologien og anvendelsen

av den er derfor relevant både fra et næringsmessig- og et samfunnsvitenskapelig perspektiv.

## 1.2 Forsknings- og næringspolitisk satsning på nanoteknologi

Kommersialisering av forskning og teknologi er gjenstand for betydelig oppmerksomhet. Denne trenden fulgte i kjølvannet av Bayh-Dole Act i USA i 1980, hvor amerikanske forskningsinstitusjoner ble pålagt å utvikle kommersielt interessante forskningsresultater dersom offentlige forskningsmidler hadde finansiert forskningen. Endringen av den norske Universitets- og høyskoleloven og Arbeidstakeroppfinnerloven i 2003 representerer en tilsvarende utvikling og har ført til oppbyggingen av norske systemer for å kommersialisere forskning og teknologi (Borlaug, 2010).

Deler av forskningen i Norge er politisk styrt, og nanoteknologi har vært en politisk satsning siden 2002. Forskningsmeldingen "Lange linjer – kunnskap gir muligheter" vil legge til rette for innovasjon gjennom å "*prioritere sektorovergripende teknologier som miljøteknologi, IKT, bioteknologi og material/nanoteknologi*" (Regjeringen, 2012-13).

Regjeringen Stoltenberg II la i 2011 fram en nasjonal FoU-strategi for nanoteknologi for perioden 2012-2021. Strategiens målsetting er at "*ansvarlig nanoteknologi skal gi et vesentlig bidrag til norsk næringsutvikling og samfunnsnytte*" (Regjeringen, 2011: 22). Det fastslås at ansvarlig teknologiutvikling, grunnleggende kunnskapsutvikling, innovasjon og kommersialisering skal være prioriterte områder for perioden. Strategien fastslår at nanoteknologi anses som et "*viktig verktøy for å styrke fremtidig konkurransekraft i norsk næringsliv og bedre samfunnets evne til å håndtere globale samfunnsutfordringer relatert til energi, miljø, helse og mat på en bærekraftig måte*" (Regjeringen 2011: 8).

Norske myndigheter har bevilget store summer til forskning på nanovitenskap og – teknologi: Norges Forskningsråd opprettet programmet NANOMAT i 2002, og fra 2004 ble NANOMAT etablert som et Stort program<sup>1</sup>. I perioden 2002-2011 fordelte

---

<sup>1</sup> Store program er et virkemiddel for å realisere nasjonale forskningspolitiske prioriteringer som administreres av Norges Forskningsråd. De syv store programmene skal bidra til å bygge langsiktig kunnskap for å stimulere til innovasjon og økt verdiskaping eller medvirke til å løse prioriterte samfunnsutfordringer.

<sup>2</sup> Medregnet bevilgningen for 2014, som er på i overkant av 1,7 milliarder dollar.

<sup>3</sup> LOV-1970-04-21. Lov om retten til oppfinnelser som er gjort av arbeidstakere (Arbeidstakeroppfinnerloven).

<sup>4</sup> LOV-2005-04-01-15. Lov om universiteter og høyskoler (Universitets- og høyskoleloven).

<sup>5</sup> På engelsk omtales dette ofte som "*Capital from family, fools and friends*"

programmet 741 millioner kroner over 140 prosjekter (Forskningsrådet, 2012a). Programmet ble avsluttet i 2011, og i 2012 ble det nye programmet NANO2021 etablert som NANOMATs arvtaker.

Internasjonalt satses det også stort på nanoteknologi, hvorav USA, EU og Japan satser tyngst. Forskningsproduksjonen innen nanovitenskap og -teknologi har vokst med 10 % per år, og mengden innovasjoner øker (Mangemartin and Walsh, 2012). USA har i perioden 2011-2014 bevilget over 20 milliarder dollar til forskning på nanoteknologi gjennom programmet National Nanotechnology Initiative<sup>2</sup> (Kaur et al., 2014). I USA begrunnes de store bevilgningen til nanoteknologi med at dette vil være en investering for framtiden, da det hevdes at anvendelser av teknologien vil gi store produktivets- og effektivitetsgevinster (Link and Siegel, 2007).

Den politiske begrunnelsen for at det satses på nanoteknologi i Norge er firedele:

- 1) Norge må utnytte potensialet for verdiskaping og nye arbeidsplasser
- 2) Norsk teknologi er en del av løsningen på de globale samfunnsutfordringene
- 3) Norge må ligge i front for å sikre en ansvarlig teknologiutvikling på området
- 4) Norge må posisjonere seg internasjonalt (Regjeringen, 2011).

Med ansvarlig teknologiutvikling menes at hensynet til uønskede effekter på helse, miljø og samfunn vektet tungt, og at det er behov for økt kunnskap for å unngå dette. Dette utgjør derfor en del av den forskningspolitiske satsningen.

### 1.3 Fra kunnskap til konkret nytteverdi

Målsetningen til den norske strategien er at nanoteknologi skal bidra til verdiskaping og håndtering av globale utfordringer. For å realisere disse målsetningene er det behov for å omsette forskning og kunnskap om nanoteknologi til konkret nytteverdi gjennom innovasjon og kommersialisering. Vi har gode, spissede forskningsmiljøer innen nanoteknologi i dag, men det er fortsatt uutnyttet potensiale for næringsmessig anvendelser av nanoteknologi (Pöyry, 2011).

NANO2021 vektlegger kommersialisering i større grad enn NANOMAT gjorde. Et av delmålene til NANO2021 er at *"Programmet skal bidra til økt nasjonal verdiskaping –*

---

<sup>2</sup> Medregnet bevilgningen for 2014, som er på i overkant av 1,7 milliarder dollar.

*gjennom fornyelse av produkter, prosesser og tjenester”* (Forskningsrådet, 2012b: 8). Fokuset på næringsmessig nytte og relevans gjør det interessant å undersøke den kommersielle fasen av innovasjonsprosessen. Overgangen til en mer kommersialiseringsorientert program reflekterer at innovasjon og kommersialisering blir viktigere for den forskningspolitisk satsningen.

Nanoteknologi krever spesialisert kunnskap og en tverrfaglig tilnærming, og akademiske institusjoner er en viktig forutsetning for utvikling av teknologien. Kommersialisering av denne typen teknologi vil derfor innebære at forskningsbasert kunnskap fra en akademisk institusjon kan bidra direkte til innovasjon og økonomisk utvikling (Florida og Cohen 1999).

Det er først når generiske teknologier finner anvendelser at det oppstår næringsmessige resultater, og ny teknologi skaper mulighetsrom for både nye og eksisterende aktører. Men kommersialisering er komplekst, og en rekke utfordringer gjør prosessene krevende. Fordi dette er komplekst er det behov for mer kunnskap om fenomenet.

#### **1.4 Formål og problemstilling**

I følge King, Keohane og Verba (1994) bør samfunnsvitenskapelig forskningsprosjekter ideelt fylle to kriterier:

*“First, a research project should pose a question that is important in the real world. The topic should be consequential for political, social, or economic life, for understanding something that is significantly affects peoples lives, or for understanding and predicting events that might be harmful or beneficial. Second, a reseach project should make a spesific contribution to an identifiable scholarly literature by increasing our collective ability to construct verified scientific explanations of some aspect of the world”* (King et al., 1994: 15).

I den nasjonale strategien ble det etterspurt mer kunnskap om hvilke utfordringer som bedrifter møter på når de kommersialiserer denne typen teknologi. Denne oppgaven forsøker å øke kunnskapsgrunnlaget om dette. Samtidig søker oppgaven å undersøke hvorvidt og hvordan systemet som teknologiutviklingen skjer innenfor legger til rette for kommersialisering. Problemstillingen i oppgaven derfor er todelt:

**I) Hvilke type utfordringer oppstår ved kommersialisering av nanoteknologi i Norge? II) Hvordan kan innovasjonssystemet legge til rette for kommersialisering av nanoteknologi i Norge?**

Studiens teoretiske utgangspunkt er at innovasjon og kommersialisering av nanoteknologi ikke skjer i isolasjon innenfor rammene av den enkelte virksomhet, men at flere aktører tar del i innovasjonsprosessen. Dette systemperspektivet gjør at jeg antar å finne at bedriftenes utfordringer preges av både interne og eksterne forhold. En del av drøftingen i denne studien omhandler derfor hvorvidt systemet legger godt til rette for kommersialisering av nanoteknologi i Norge, og om det er mulig å trekke noen konklusjoner fra funnene som har policy-relevans. Kartleggingen av utfordringene som bedriftene møter på og bedriftenes erfaringer med systemet, er avgjørende for å kunne gjennomføre en god analyse.

Denne masteroppgaven forsøker å fylle kriteriene til King, Keohane og Verba gjennom å gi et kunnskapsbidrag til innovasjonsforskningen, og et policybidrag til de politiske aktørene. I innledningen har jeg forsøkt å vise at innovasjon og kommersialisering av nanoteknologi i Norge byr på store muligheter for verdiskapning. Denne oppgaven ønsker å bidra med kunnskap slik at flere kommersielle prosesser som involverer nanoteknologi kan lykkes.

### **1.5 Oppgavens struktur**

Det er nå gitt en kort innføring i temaets relevans, og temaet ledet meg til en problemstilling som jeg ønsket å undersøke gjennom denne masteroppgaven. I det kommende kapittelet bli problemstillingen belyst gjennom teori og tidligere forskning.

Teori om innovasjon og utfordringer for kommersialisering av ny teknologi gav flere innsikter, blant annet at om forskjeller mellom eksisterende og nyetablerte bedrifter. Oppgaven har definert etablerte bedrifter som eldre bedrifter som har hatt sitt primære virke innen annen industri, og dermed ikke har sprunget ut fra et kunnskapsmiljø som forsker på nanoteknologi. Oppstartsbedrifter, på den annen side, har blitt definert som bedrifter med utspring fra et kunnskapsmiljø innen nanoteknologi.

I Kapittel 3 har jeg gjort rede for de ulike datakildene og den metodiske fremgangsmåten for å innhente informasjon. I Kapittel 4 og 5 har jeg foretatt en sammenstilling av datafunn, og gjort en drøfting av sentrale funn med utgangspunkt i problemstillingene. Oppgaven avsluttes med noen konkluderende bemerkninger som oppsummerer behovet for mer forskning og gir noen forslag med mer innovasjonspolitisk relevans.

## 2.0 Teori og tidligere forskning

En teori er "(...) *et sett generelle og sammenhengende argumenter om egenskaper ved fenomenene rundt oss. Teorier fungerer som kart over det empiriske terrenget*" (Midtbø, 2007: 15). Teori har derfor vært nyttig veiledning til fortolkningen av de empiriske funnene i denne oppgaven. I dette kapittelet har jeg startet med å definere innovasjon og kommersialisering, og redegjort for systemtilnærmingen til innovasjon. Definisjonene har implikasjoner for besvarelsen av problemstillingen. Videre har jeg presentert kjennetegn ved fremvoksende næringer og teknologier, med fokus på utfordringer ved kommersialisering. I kapittelet har jeg også vist funn fra tidligere forskning på feltet.

### 2.1 Innovasjon: fra oppfinnelse til kommersialisering

Innovasjon kommer fra det latinske ordet "*innovare*" som betyr å fornye eller innføre noe nytt (Store Norske Leksikon, 1996). Innovasjon innebærer forandringer og omhandler som regel endringer av produkter, tjenester eller prosesser.

Fagerberg skiller mellom begrepene oppfinnelse (invensjon) og innovasjon. Han beskriver en oppfinnelse som den konkrete ideen om et nytt produkt eller en ny prosess, og innovasjon som det første forsøket på å virkeliggjøre ideen i praksis (Fagerberg, 2005). Denne definisjonen har likhetstrekk med Nærings- og fiskeridepartementet sin forståelse av innovasjon. Departementet omtaler på sine nettsider innovasjon som en ny idé eller oppfinnelse som er kommet til praktisk anvendelse (NFD, 2010).

Fagerberg (2005) peker på at det kan være store tidsavvik mellom tidspunktet hvor ideen oppstår til innovasjonen blir realisert gjennom en bedrift. Dette tidsavviket skyldes ofte at forholdene ikke ligger til rette for at kommersialiseringen kan finne sted.



Disse forholdene kan være spesielle for bedriften, som for eksempel at de mangler avgjørende kunnskap, kapabilitet eller ressurser. Men eksterne forhold kan også hindre realisering av ideens potensiale.

Nås, Hauknes og Ekeland har et mer utpreget fokus på det økonomiske aspektet, og definerer innovasjon er "et samlebegrep som omfatter aktiviteter som tar sikte på å oppnå økonomiske resultater gjennom å ta i bruk ny kunnskap eller utnytte eksisterende kunnskap på nye måter" (Nås et al., 2010: 16). Dette har likhetstrekk med Smith (2010) og Chesbrough (2003) som mener at kommersialisering er en viktig del av innovasjonsdefinisjonen. De forstår kommersialisering om prosessen med å omgjøre den *latente verdien* som en innovativ idé har til *reell finansiell verdi*.

Definisjonene over viser altså at innovasjon omhandler utviklingen av nye varer, tjenester og prosesser. Definisjonene viser at innovasjon også omfatter aktivitet for å skape og kapre økonomisk verdi; kommersialisering.

Innovasjon tar ulike former og det finnes ulike typer innovasjon. Henderson og Clarks skiller mellom fire kategorier for innovasjon (Henderson and K.B., 1990). Matrisen i Figur 1 gjengir de ulike innovasjonstypene. Inkrementelle innovasjon innebærer små endringer av eksisterende produkt eller tjeneste, mens radikale innovasjon skiller seg markant fra tidligere produkter eller prosesser gjennom å ta i bruk både nye komponenter, og lage nye systemer. Arkitektonisk innovasjon preges av små endringer i komponentene, men store endringer i systemet som komponentene består av. Modular innovasjon, på den anen side, kjennetegnes ved at komponentene er nye, men at sammensetningen er uendret.

		Komponenter	
		Forbedret	Endret
System/ sammensetning	Uendret	Inkrementell innovasjon	Modulær innovasjon
	Endret	Arkitektonisk innovasjon	Radikal innovasjon

**Figure 1 - Matrise som viser ulike typer innovasjon (Henderson og Clark 1990).**

Radikale innovasjoner skaper ofte større endringer i både bedrifter og samfunn enn inkrementelle innovasjoner. Det skyldes radikale innovasjoner bryter fullstendig med anvendt praksis og danner grunnlag for helt nye løsninger. Nanoteknologi kan danne grunnlag for radikale endringer, men både radikale og inkrementelle innovasjoner sees i markedet i dag. Videre er det viktig å fremheve at teknologiutvikling kan skje i bølger fra inkrementelle til radikale innovasjoner, eller motsatt ved at en radikal innovasjon etterfølges av en fase preget av mer inkrementell innovasjon.

## 2.2 Om kommersialisering

Kommersialisering av norsk forskning har som nevnt blitt aktualisert i kjølvannet av endringer i den norske Arbeidstakeroppfinnerloven<sup>3</sup> og Universitets- og høyskoleloven<sup>4</sup>. Oppmerksomheten rundt den næringsmessige nytteverdien til forskning har blitt særlig fremtredende av innovasjonspolitikken til OECD og EU. Disse har blitt påvirket av perspektivene i politikkvennlige modeller som Trippel Helix og innovasjonssystemer, hvor koblingen mellom forskning og innovasjon anses som sterk. De akademiske institusjonene blir derfor viktige aktører i innovasjonspolitikken (Etzkowitz, 2008, Borlaug, 2010).

Forskningsfeltet som studerer koblingen mellom kunnskapsinstitusjoner og næringslivet fokuserer på henholdsvis akademiske entreprenørskap og teknologioverføring til industrien. Studiet av teknologioverføring omhandler hvordan kunnskap spres mellom næringslivet og kunnskapsinstitusjoner, mens akademisk entreprenørskap handler om oppstartsbedrifter som springer ut av akademiske institusjoner (ibid). Nanovitenskap og –teknologi springer ut fra kunnskapsinstitusjoner, og kommersielle aktiviteter som innebærer nanoteknologi vil trolig ha sterk kobling mot forskningsmiljøene og forskningsfinansieringsordningene i Norge. Nanoteknologi kan derfor ikke avgrenses til verken teknologioverføring eller akademisk entreprenørskap. I stedet vil det være interessant å studere bredden i de ulike aktørene som er involvert i kommersialisering av nanoteknologi.

---

<sup>3</sup> LOV-1970-04-21. Lov om retten til oppfinnelser som er gjort av arbeidstakere (Arbeidstakeroppfinnerloven).

<sup>4</sup> LOV-2005-04-01-15. Lov om universiteter og høyskoler (Universitets- og høyskoleloven).

Kommersialisering kan gjøres på ulike måter, og aktører benytter ulike strategier for å kapre den reelle verdien. Ulike forretningsmodeller viser ulike strategier for å kapre verdien til en teknologisk oppfinnelse (Smith 2010). Chesbroug (2003) har identifisert tre generiske forretningsmodeller som gjør det mulig å omgjøre forskningsbasert kunnskap til konkret nytteverdi: lisensiering; kommersialisering gjennom etablert bedrift; oppretting av ny bedrift.

Allen (2010) hevder at kommersialisering av teknologi består av flere faser, men hvor prosessen ikke nødvendigvis preges av linearitet. Hun hevder at kommersialisering av teknologi starter med en oppfinnelse og en analyse av hvorvidt denne vil fylle et behov i markedet. Dersom et slikt behov identifiseres vil teknologien videreutvikles til en prototype som legger grunnlag for analyse av oppfinnelsens markedspotensial. Dersom et markedspotensial er tilstede danner det grunnlag for forretningsdrift og oppskalering.

Empiriske studier har vist at kommersialiseringsprosessen er svært kompleks, og preget av interaksjon mellom fasene og mellom andre aktører i innovasjonssystemet rundt bedriften (Spilling, 2008). Dette styrker Allens (2010) forståelse av teknologikommersialisering som ikke-lineær og mangefaset. Dette skaper også grunnlag for å anta at kommersialisering av nanoteknologi preges av kompleksitet internt i bedriftene, og at aktørene rundt bedriftene vil spille en sentral rolle. Det er altså ingen grunn til å anta at virksomheter som er involvert i kommersiell utnyttelse av nanoteknologi vil være ensartede, eller ha samme forretningsmodell. I stedet vil disse, i følge litteraturen, kjennetegnes av stor heterogenitet, noe som igjen gjør det krevende for virkemiddelapparatet å etablere treffsikre ordninger.

### 2.3 Innovasjonssystemer

Nyere forskningsbidrag vektlegger at innovasjonsprosesser er dynamiske og integrerte, men komplekse. Likeledes forstås innovasjon som noe som foregår i et *system*, og innovasjon kan derfor ikke forstås gjennom undersøkelser av prosessen som skjer internt i en bedrift alene. I denne studien er det rimelig å anta at dette vil være særlig relevant, ettersom den høye graden av forskningsmessig kunnskap må forstås i et bredere perspektiv enn rene bedriftsinterne forhold. De neste avsnittene omhandler dette systemperspektivet og her redegjør jeg for aktører og elementer ved systemer som innovasjon i Norge skjer innenfor.

Systemtilnærmingen til innovasjon ble første gang omtalt av Freeman i 1987, og perspektivet har etablert seg som et av de mest brukte i innovasjonslitteraturen. I denne tradisjonen forstås innovasjon som en interaktiv prosess, og dermed blir nettverks- og aktørperspektivet viktig. Et innovasjonssystem kan defineres som de aktørene og faktorene som påvirker en innovasjonsprosess (Lundvall 1992, Edquist 1997 – gjengitt i Spilling and Godø, 2008: 105).

Edquists definerer et innovasjonssystem som alle de viktige sosiale, politiske, økonomiske, organisatoriske og institusjonelle faktorene som påvirker utviklingen, diffusjonsraten og bruken av innovasjoner. Organisasjoner forstås som aktører og formelle strukturer, mens institusjoner omfatter normer, vaner, rutiner og lover (Edquist, 2005) .

Fordi innovasjon foregår i systemer vil innovasjonsprosesser bli formet av både økonomiske og institusjonelle strukturer (Dalum et al., referert i Spilling and Godø, 2008: 105) (Dalum et al 1992, referert til i (Spilling, 2010). I følge Spilling vil *“De enkelte foretaks evne og mulighet til å innovere er dermed avhengig av egenskaper ved systemet, og innovasjonspolitikken må følgelig innrettes for å påvirke de forholdene i innovasjonssystemet som har betydning for foretakenes innovasjonsaktivitet”* (Spilling, 2010: 14). Kartleggingen av utfordringene som bedriftene møter på, og bedriftenes erfaringer med systemet, er avgjørende for å gjennomføre en analyse av systemets relevans.

Hansen og Borlaug (2008) definerer et kommersialiseringssystem som summen av aktørene i et avgrenset system og relasjonene og samhandlingsformene mellom disse. I et slikt system inngår kunnskapsprodusenter, teknologioverføringskontorer, inkubatorer, investorer, offentlige støtteordninger og næringslivet. I Norge utgjør Innovasjon Norge, SIVA, Norges Forskningsråd, og teknologioverføringskontorene de største og viktigste aktørene i det offentlige virkemiddelapparatet. Investorer og banker utgjør betydningsfulle private aktører i systemet.

I dag står Forskningsrådet for mye av den operative driften med fordeling av midler og tilrettelegger for samarbeid mellom aktørene i systemet. SIVA, Innovasjon Norge og ulike teknologioverføringskontorer utgjør viktige aktører for å omskape forskningsbasert kunnskap til kommersielle anvendelser. Det er med andre ord flere sentrale offentlige aktører som må studeres for å kaste lys over problemstillingen.

## 2.4 utfordringer ved kommersialisering av ny teknologi

Byers et al (2010) skiller mellom modne, voksende og framvoksende næringer. Framvoksende næringer kjennetegnes av høyt potensial for avkastning, kombinert med høy usikkerhet for aktørene og generelt lav stabilitet. I tillegg er konkurransesituasjon lav og bransjeregler enda ikke blitt etablert. Det er rimelig å anta at norske bedrifter som kommersialiserer nanoteknologi sannsynligvis preges av disse kjennetegnene. Høy grad av usikkerhet påvirker risikobildet, og vil trolig virke avskrekkende for enkelte aktører. Som en framvoksende teknologi er analyser av ulike typer næringer et meget relevant teoretisk bidrag for å studere nanoteknologi.

Karakteristikk	Ulike typer næringer		
	Modne (Mature)	Voksende (Growing)	Framvoksende (Emergent)
Vekst i omsetning	Lav	Moderat	Potensielt høy
Stabilitet	Høy	Moderat	Lav
Usikkerhet	Lav	Moderat	Høy
Bransjeregler	Fastsatt	Flytende	Uetablert
Konkurransesituasjon	Høy	Moderat	Lav eller ingen

Table 1 - Karakteristikk over ulike typer næringer (Byers et al. 2011).

Barney (2002) omtaler framvoksende næringer som næringsområder som nylig har oppstått eller hvor eksisterende næringsliv har blitt radikalt endret som resultat av endringer i produkter, kunder eller kontekst. Framvoksende næringer består dermed ofte av bedrifter som former en forretningsidé rundt et produkt som er i en tidlig utviklingsfase, og sentreres ofte rundt en ny type teknologi.

Investeringsencyklopedien Investopedia (2014) hevder, i likhet med Byers et al (2011), at det er lave inngangsbarrierer i framvoksende næringer fordi konkurransesituasjonen er lav. På den annen side løfter de fram at det kan være vanskelig å hente inn finansiering for å sikre vekst i selskapet, og at markedsføringskostnadene vil bli høye ettersom teknologien ofte ikke har bevist sin reelle verdi (Investopedia, 2014). Bedrifter

som benytter ny teknologi og opererer i framvoksende næringer, må derfor overbevise både investorer og kunder om verdien til produktet eller prosessen de tilbyr.

Høy grad av usikkerhet og liten stabilitet gjør sannsynligvis kommersialisering av nanoteknologi til en risikofylt aktivitet. Kommersialisering er heller på ingen måte en triviell affære. Kommersialisering av teknologi er svært komplekst og risikofylt, og de færreste oppfinnelser når en kommersielle fase. Undersøkelser viser at så få som seks prosent av alle invensjoner som utvikles av uavhengige oppfinnere når markedet. I etablerte bedrifter er suksessraten fire ganger høyere, men det tilsier allikevel at kun ¼ av invensjonene faktisk blir kommersialisert (Byers et al., 2011: 122). Det er ikke mulig å kjøpe en bok med oppskrifter som garanterer kommersiell suksess, og innovasjon innebærer risikomomenter og stor usikkerhet. Suksessfull innovasjon fordrer derfor reduksjon av risiko.

Kjente utfordringer ved kommersialisering av teknologi defineres best av (Jolly, 1997: 3):

*"The linking of a technological discovery to a worthwhile and exciting market opportunity; having the technology endorsed early by those whose opinion matters; incubating the technology sufficiently to understand its true potential; mobilizing adequate resources for its demonstration; promoting the final products and processes to an often skeptical customer group; choosing an appropriate business formula"*

Denne oversikten har likhetstrekk med fasene som nevnes av Allen (2010), og innebærer tekniske utfordringer ved utvikling og oppskalering, beskyttelse av intellektuell eiendom; tilgang til nødvendige ressurser; valg av forretningsmodell; eksterne forhold; og andre aktørers syn på og mottagelse av ny innovasjon. Det er derfor grunn til å tro at utfordringene som preger de norske aktørene som er involvert i kommersialisering av nanoteknologi er av både teknologisk og merkantil art. Med andre ord er det rimelig å anta at utfordringene knyttet til kommersialisering av nanoteknologi både er knyttet til rene tekniske forhold rundt nanoteknologi, og til forhold knyttet til markedssituasjonen ved en framvoksende teknologi.

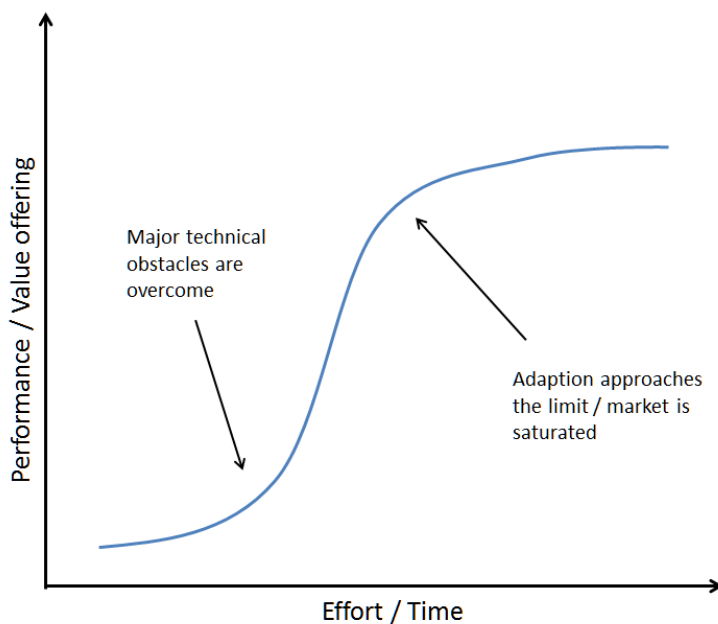
De følgende avsnittene utdyper side ved innovasjon som til sammen danner grunnlaget for en oversikt over ulike typer utfordringer ved kommersialisering av nanoteknologi. De ulike bidragene er samles etter gjennomgangen i en visuell framstilling.

### 2.4.1 Utvikling og produksjon

Kommersialisering av nanoteknologi avhenger av at konkrete produkter eller prosesser utvikles fra basisteknologien. Jolly (1997: xv) trekker et skille mellom teknologi og produkter, som kan bidra til å forklare hvorfor det kan være vanskelig å finne anvendelsesområder for ny teknologi:

*"A technology is essentially a "capability", often a versatile one, that can be used in more than one product. Products are occasional embodiments of this capability and mediate the process of bringing it to market and realizing value from it. The technology and these products, however, often live separate existences, following their own competitive logic, converging sporadically".*

Richard Foster lanserte på 1980-tallet en modell som omtales som Teknologisk s-kurve (Foster, 1886) . Modellen viser forholdet mellom innsatsfaktorer til forskning og utvikling, og teknologiens ytelsesevne. Fosters modell speiler at en økning i ressurser, i form av arbeidsinnsats eller penger, vil forbedre ytelsesevnen til en teknologi. Ved en tidlig fase vil ytelsesevnen få en tiltagende effekt. I modne faser vil forbedringene avta i effekt. Dette sees illustrert i figuren 4, som danner en s-formet kurve. Ytelsesevnen til ulike typer av nanoteknologi vil derfor etter teorien gradvis forbedres når bedrifter og myndigheter investerer ressurser i forskning og utvikling. Derav minsker risikoen for at tekniske utfordringer vil være en barriere for kommersialisering. Men forbedringer vil også gjøre teknologien mer attraktivt for andre, og dermed kunne bidra til å øke konkurransesituasjonen i de ulike markedene.



**Figure 2 - Teknologisk s-kurve. Modell av Foster 1986: 31.**

Ved kommersialisering av nanoteknologi vil mange bedrifter i Norge være i en first-mover situasjon, det vil si at de forsøker å være først ute med nye produkter eller tjenester. Rasmussen et al. (2013: 8) peker på at first movers ofte preges av høye kostnader til forskning, utvikling og forretningsdrift. I tillegg blir prosessen dyr på grunn av stort behov for markedsføring mot kunder for å bevise innovasjonens nytte. Slike bedrifter løper derfor høy risiko. De hevder at det vil ta lang tid til markedet på grunn av disse kostnadene, og tidkrevende prosesser for inngåelse av avtaler med leverandører og distribusjonskanaler. Byers et al (2010: 109) peker også på høye kostnader ved utvikling, kombinert med stor usikkerhet rundt produktutvikling og konkurransesituasjonen som en ulempe ved å være tidlig ute i et nytt marked.

I følge Kirchoff og Newbert vil oppstartsbedrifter bruke kortere tid enn etablerte bedrifter på å utvikle en ny teknologi. Det tar i følge dem  $\frac{1}{4}$  av tiden for små bedrifter å utvikle ny teknologi enn etablerte bedrifter. Det har sammenheng med at oppstartsbedrifter er mer fleksible og mindre knyttet til nåværende teknologi enn etablerte bedrifter. Etablerte bedrifter preges, og til en viss grad hemmes, av tidligere investeringer i maskiner og kompetanse, og kulturen i bedriften. Mange etablerte bedrifter lider av inertia og bruker lenger tid på å ta i bruk ny teknologi enn yngre oppstartsbedrifter. De har derfor en tendens til å tape i konkurransen mot oppstartsbedrifter i fremvoksende næringer (Freeman and Engel, 2007).



Tushman og Anderson (1986) beskrev påvirkningen fra ny teknologi på etablerte selskaper som enten kompetansefremmende eller –hemmende. Dersom etablerte selskaper bruker sin interne kompetanse til å ta i bruk ny den nye teknologien, vil de kunne styrke sin posisjon i markedet og øke barrierene for fremvoksende bedrifter. I slike tilfeller vil næringsstrukturen endre seg lite. Dersom etablerte bedrifter unnlater å ta i bruk ny teknologi vil oppstartsbedrifter spille en viktig rolle i den teknologiske utviklingen, og derav påvirke næringsstrukturen.

Christensen og Bowler lanserte i 1995 begrepet disruptiv teknologi for å beskrive situasjoner hvor innovasjon forstyrrer markedets status quo (Bower and Christensen, 1995). I 1997 videreutviklet Christensen begrepet gjennom å forklare hvordan etablerte bedrifter kan miste sin markedsposisjon gjennom å ignorere nye muligheter og teknologi. Dersom etablerte bedrifter ikke ser fordelene ved å endre fokus, kan de miste sin markedsposisjon (Christensen, 2013).

Tidligere forskning har identifisert at høye utviklingskostnader, lav skalerbarhet og vanskeligheter med å oppnå driftssikker masseproduksjon har utgjort tekniske utfordringer for bedriftene som driver med nanoteknologi (OECD 2010). Kaur et al (2004) identifiserte at utviklingstiden ved kommersialisering av nanoteknologi ofte er lang og preget av høye kostnader. I tillegg ble kommersialiseringsprosessen preget av store utfordringer ved oppskalering av produksjonen (ibid). Jeg legger til grunn at disse utfordringene også vil prege situasjonen i Norge og vil gjenfinnes i min empiri.

#### **2.4.2 Tilgang til kompetanse og kunnskap**

Kunnskapsutvikling skjer ikke i isolasjon, men gjennom samhandling med andre. Grunnlaget for innovasjon avhenger derfor av at aktørene i innovasjonssystemet deltar i ulike former for fellesskap for kunnskapsveksling som er relevant for den virksomheten de driver (Spilling 2010). Kunnskap kan tilegnes gjennom egen forskning, ved kjøp eller lisensiering av kunnskap; eller gjennom samhandling og samarbeidsprosjekter med andre.

Høyt teknologisk utvikling som nanoteknologi er avhengig av spesialisert kunnskap og kompetanse. Liten, eller mangelfull, tilgang på kunnskap og humane ressurser vil derfor

utgjøre en utfordring for kommersialisering. Både Fagerberg (2005) og Storey og Greene (2010) hevder at mangel på tilstrekkelig kompetanse og kapabiliteter kan utgjøre en substansiell utfordring for kommersialisering.

Det kan være forskjeller mellom etablerte bedrifter og oppstartsselskapers anledning til å tiltrekke seg relevant kompetanse og kunnskap. Etablerte bedrifter har ofte større budsjetter, og derfor lettere for å tiltrekke kunnskapsrike medarbeidere eller tilgang til forskning fra kunnskapsprodusenter. Større bedrifter besitter ofte også egne FoU-avdelinger som besitter midler for å gjennomføre egne prosjekter, og ressurser som gjør det mulig å innhente kunnskap fra omgivelsene. Stor kunnskapsbase og høy absorpsjonsevne gjør det mulig å registrere nye trender innen teknologi og utvikling.

Oppstartsbedrifter med lite ressurser kan ha større vanskeligheter med å rekruttere kunnskapsarbeidere dersom de tilbyr lavere lønn og høyere risiko enn etablerte bedrifter. I en tidlig fase vil det derfor være vanskelig å tiltrekke arbeidskraft som besitter den riktige kompetansen og som er villige til å leve med risikoen i oppstartsbedrifter. Ved akademisk entreprenørskap er utfordringen trolig knyttet til avveiningen mellom en trygg og stabil arbeidsplass, med en svært usikker stilling i en oppstartsbedrift.

Ved kommersialisering av nanoteknologi vil det være behov for personer som besitter relevant kunnskap om temaet og som er villige til å bruke denne kunnskap til å utvikle nye løsninger som kan omsettes i et marked. Det akademiske utdanningssystemet spiller derfor sannsynligvis en viktig rolle som tilrettelegger for anvendelser av nanoteknologi. Mangel på relevant kompetanse og kunnskapsmedarbeidere med kjennskap til ulike typer nanoteknologi vil sannsynligvis virke hemmende på utviklingstakten, og utgjøre en utfordring for bedriftene.

### **2.4.3 Innhenting ressurser og ulike former for kapital**

Utvikling og kommersialisering av teknologi er kapitalintensivt fordi *”det er behov for store investeringer i teknologisk infrastruktur og høyt utdannede mennesker”* (Johannesen et al., 2011: 44). Tidligere studier bekrefter at dette er tilfelle for nanoteknologiutvikling (OECD 2010; Kaur et al (2014).

Fremvoksende næringer skiller seg fra andre næringer, da det er større usikkerhet og risiko. Mazzola (2003) mener at den største utfordringen til nanoteknologi er at den befinner seg i en tidlig fase, hvor det er uklart hvilke anvendelsesområder som vil slå an i markedet. Suksessen til en innovasjon avhenger av diffusjon i markedet. Der det er kjøpsvilje og kunder, vil innovasjon kunne være suksessfylt. Men ved kommersialisering av forskningsbasert viten er det ofte tunge investeringer som må gjøres før en innovasjon er klar for markedet. Disse investeringene påtvinger et behov for finansiell kapital. Kapitalbehovet er videre som regel annerledes for små oppstartsbedrifter enn store, etablerte bedrifter. I en tidlige fase er det behov for startkapital og såkornkapital for å bevise teknologien, gjerne i form av en prototype. Kapitalbehovet stiger med bedriftens utvikling. Prototypfasen krever mer kapital enn FoU-fasen, og behovet for kapital er størst i kommersialiseringsfasen (Johansen, 2009).

Allen (2010), Johannesen (2010) Byers (2010) og Storey og Green (2010) hevder at en stor utfordring for teknologibaserte oppstartsbedrifter er å innhente ressurser og ulike former for kapital. Små bedrifter mangler ofte de finansielle musklene som et større bedrift besitter, og deres korte levetid gjør at de har opparbeidet seg mindre legitimitet overfor banker og andre finansinstitusjoner. Teknologiske oppstartsbedrifter sliter ofte med det som kalles 'the liability of newness and smallness', som betyr at slike bedrifter har behov for mer ressurser tidlig i kommersialiseringsprosessen, og ofte møter på mer komplekse utfordringer enn ikke-teknologibaserte bedrifter (Allen, 2010 : 187, Freeman and Engel, 2007).

Finansiell kapital kan innhentes fra flere institusjoner. I en tidlig fase innhenter oppstartsbedrifter ofte "vennlig kapital" fra familie og venner<sup>5</sup>. I tillegg hentes tilskuddsmidler fra det offentlige der dette er tilgjengelig. Når disse kapitalkildene er brukt, vil teknologiselskaper søke kapital fra finansinstitusjoner som investorbedrifter eller investorengler i bytte mot eierskap og framtidig avkastning (Storey and Greene, 2010). Når det gjelder nanoteknologi er det primært fire viktige kilder til finansiering: offentlige tilskudd, eksisterende bedrifter, venture capital og universiteter.

Såkornkapital innebærer en investering i FoU-fasen og målet med investeringen er å utvikle forretningsideen til en første milepæl (Johansen, 2009). Etter at teknologien har

---

<sup>5</sup> På engelsk omtales dette ofte som "*Capital from family, fools and friends*"

bevist sin verdi er det lettere for entreprenørene å innhente kapital til videre drift og vekst. I pre-såkorn og såkornfasen er situasjonen ofte preget av høy informasjonsasymmetri mellom entreprenøren og potensielle investorer. Fordi potensielle investorer har lav kunnskap om teknologiens anvendelse- og markedspotensial vil de vurdere risikoen som svært høy i denne fasen. Det er bakgrunnen for at det er svært lite private investeringer som skjer i denne perioden. Hovedvekten av finansiering som skjer i denne fasen kommer derfor fra offentlige tilskuddsordninger (Allen: 189).

Oriakhi hevder at venturekapitalister har vært lite villige til å investere i bedrifter som driver med nanoteknologi fordi de ikke ser en klar exit-strategi innenfor tidsrommet de trenger avkastning. Det skyldes at utviklingsløpene til bedrifter som driver med nanoteknologi kan ta lang tid (Oriakhi, 2004: 27).

Den mest risikofylte fasen for å sikre finansiell kapital er under produktutviklingen når teknologien enda ikke er blitt validert. Denne fasen er den mest kritiske fasen for å omskape forskning til næringsmessig nytte, men er også fasen hvor det er vanskeligst å innhente kapital. Jo lenger denne fasen varer, jo høyere vil risikoen framstå for privat kapital. Tradisjonelt har nanoteknologi vært preget av lange utviklingsløp og høy risiko, og det er derfor sannsynlig at oppstartsselskaper som benytter denne teknologien vil ha mangelfull tilgang til finansiell kapital fra private investorer.

Nettverk og evnen til å skape gode relasjoner til andre er en viktig del av den kommersielle aktiviteten. En oppstartsbedrifter har behov for å skape relasjoner til potensielle strategiske partnere, produsenter, leverandører og kunder, og evnen til å skape relasjoner er derfor en svært viktig forutsetning for å lykkes. Etablerte bedrifter har over tid formet relasjoner til kunder, leverandører og partnere. Dersom overgangen til bruk av ny teknologi tillater bedriftene å videreføre disse relasjonene er de godt rustet for å lykkes. Dersom innovasjonsprosessen innebærer at bedriften må forme nye relasjoner vil dette by på en potensiell utfordring. Relasjonsbygging er tidkrevende. På den annen side kan bedriftene vise til at de mestrer å skape og kapre verdi, og de framstår derfor som tillitsgivende overfor finansinstitusjoner og potensielle partnere.

Etablerte bedrifter motiveres til å ta i bruk ny teknologi fordi det kan gjøre dem i stand til å tilby produkter eller varer til en bedre pris eller med en høyere kvalitet. Det kan gjøre bedriftene i stand til å forbedre sin posisjon i markedet. I tillegg kan bedrifter

motiveres til å ta i bruk en generisk teknologi tidlig fordi det vil gjøre dem i stand til å lære og ta i bruk teknologien. Etablerte bedrifter besitter ofte større ressurser, og for dem handler nyttiggjørelse av fremvoksende teknologier om å sammenstille ressursene på en måte som skaper en slagkraftig og målrettet organisasjon. Nyoppstartede bedrifter vil på den annen side måtte bruke mye tid på å sammenstille nye ressurser for å gjennomføre forretningsideen. Det gir grunn til å anta at nyoppstartede nanoteknologi-bedrifter vil bruke mer tid på innhenting av finansielle ressurser enn større bedrifter. Oppsummert er det videre rimelig å anta at det vil være betydelig forskjell på de utfordringene som etablerte og nyetablerte virksomheter møter på når de kommersialiserer nanoteknologi. Dette er et viktig poeng som vil vektlegges i analysene av det empiriske materialet.

#### 2.4.4 Marked og etterspørsel

Adopsjon av radikale teknologier avhenger av at kundemassen anerkjenner fordelene den nye innovasjonen har relativt til eksisterende tilbud. Problemet som radikale innovasjoner ofte møter på, er at kundene har vanskeligere for å få øye på fordelene (Maine and Garnsey, 2006). Sannsynligvis er implikasjonen av det vil ta lenger tid for kunder å bli overbevist om teknologiens fordeler.

Maine et al (2012) viste gjennom en casestudie at bedrifter som benytter nanoteknologi kjennetegnes av stor usikkerhet omkring markedsstørrelsen og kundemassen (Gjengitt i Mangemartin and Walsh, 2012). Konsekvensen av dette kan være at færre bedrifter gjennomfører slike kommersialiseringsprosjekter. Det kan også gjøre investorer skeptiske til markedspotensialet til ulike produkter.

For å skille seg ut i et marked må et nytt produkt være konkurransedyktig på pris eller kvalitet. Ved høye kostnader til utvikling og produksjonen av nano-baserte produkter er det grunn til å anta at bedriftene vil ha problemer i priskonkurranse i eksisterende markeder. For å øke markedsandeler vil det derfor være nødvendig å bevise vedvarende kvalitetsforbedringer. Nanoteknologiens unge historie kan gjøre det vanskelig å bekrefte kvaliteten over tid. Implikasjonen kan være at potensielle kunder avventer å ta i bruk løsninger som nyttiggjør nanoteknologi.

Markedets etterspørsel avhenger av kjøpsvillighet. Ny teknologi har potensial for å trigge tvil og frykt, særlig ved helse- og miljørelatert usikkerhet. Både bioteknologi og

stamcelleforskningen har opplevd at diffusjonen av teknologien bremses kraftig opp på grunn av frykt (Mazzola, 2003). Størrelsen på nanopartikler gjør teknologien gjenstand for usikkerhet om dens helsepåvirkning, og utgjør derfor en potensiell risiko for aktørene som selger produkter som hviler på slik teknologi. Det er slik sett en rekke særegne utfordringer knyttet til kommersialiseringen av nanoteknologi.

#### 2.4.5 Intellektuelle rettigheter

Innovasjon vil innebære risiko for kopiering. Muligheten, og evnen, til å beskytte intellektuell eiendom blir derfor en viktig del av teknologisk innovasjon. Immaterielle rettigheter gir en bedrift juridisk eierskap over sin intellektuelle eiendom, og dermed retten til å trekke aktører som bryter denne retten inn til domstolene (Schilling, 2010).

Patenter og andre typer intellektuelle rettigheter blir løftet fram som viktige incentiver for investering i FoU (Smith, 2010: 131). Immaterielle rettigheter omhandler juridiske vern av intellektuelle ressurser som patenter, varemerker, design, åndsvern og forretningshemmeligheter (Allen 2010). Slike rettigheter forbyr andre aktører å etterligne vernede verdier. Oslo-manualen bekrefter at muligheten til å beskytte innovasjoner er en forutsetning for innovasjonsaktivitet (OECD; Eurostat, 2005). Fraværet av slike rettigheter er derfor et potensiell hinder for innovasjon og kommersialisering. Retten til, og muligheten for, å søke vern om intellektuell eiendom er derfor viktig, og særlig for små selskaper som besitter mindre finansielle verdier enn etablerte selskaper.

Effektiviteten til ulike beskyttelsesmekanismer varierer mellom ulike næringer. Et patent beskytter en praktisk og konkret løsning på et teknisk problem. I følge Schilling (2010) har patenter vært svært effektive for legemiddelindustrien, men mindre for elektroniktjenester. Det har primært skyltes at det har vært lettere å forbigå patenter innen elektronikk og IT.

Hemmelighold av bedriftsinformasjon utgjør en alternativ strategi for beskyttelse av intellektuell eiendom. Dette står i et motsetningsforhold til patentering, hvor søknaden med tilhørende innholds vil være offentlig tilgjengelig.

Fraværet av intellektuelle rettigheter kan være til hinder for kommersialisering. I tillegg kan innrettingen på systemene gi utfordringer dersom de stiller høye krav for å bli innvilget, og/eller er særskilt tids- og kostnadskrevende. Søknadsbaserte ordninger krever mye dokumentasjon og kan være betalingspliktige. Det norske patentsystemet gjør bruk av et engangsgebyr for behandling av søknaden, og årsavgifter som øker med varligheten på rettigheten (Patentstyret, 2014).

Oppsummert vil beskyttelse av intellektuelle rettigheter være viktig for aktører som kommersialiserer nanoteknologi. Dette forsterkes særlig av at nanoteknologi er en høyteknologi hvor det å ha "knekt koden" har en stor verdi. Denne verdien må beskyttes ettersom det utgjør virksomhetens konkurransefortrinn. Fravær av lover som sikrer dette, eller systemer som gjør det vanskelig å beskytte intellektuell eiendom vil utgjøre en utfordring for bedrifter.

#### 2.4.6 Reguleringer

Reguleringer forstås som *"de juridiske og administrative reglene som er skapt, innført og etterprøvd av statlige institusjoner"* (Kitching (2006: 801 ) gjengitt i Storey and Greene, 2010: 418)

Et fremvoksende marked vil preges av høy usikkerhet og uetablerte bransjeregler. I tillegg vil en fremvoksende næring lide under mangel på juridiske reguleringer, da politikernes meninger ofte formes i kjølvannet av den teknologiske utviklingen heller enn i forkant den.

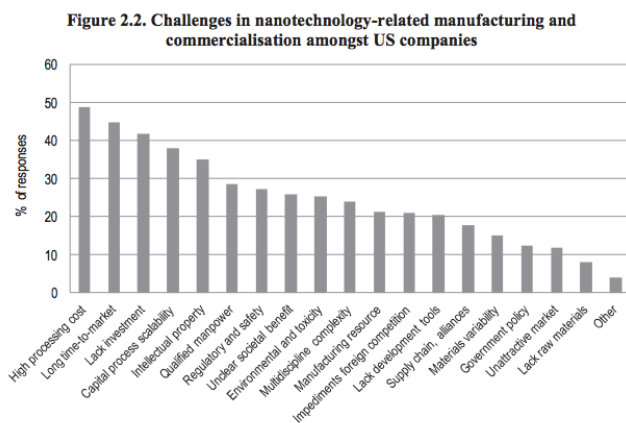
Mangel på reguleringer vil gjøre aktørene usikre på rammebetingelsene de operer innenfor. Dersom lovgivningen kommer sent på plass, kan det være fare for at deres virksomhet vil lide under strenge reguleringer. Denne usikkerheten vil kunne utgjøre en utfordring for bedriftens strategiske planlegging.

Spørsmålet om reguleringer har sterke bånd til både spørsmålet om intellektuelle rettigheter og HMS. Intellektuelle rettigheter er en viktig type regulering som stimulerer til innovasjon. Et viktig argument for reguleringer er hensynet til kunden. I tilfellet for sluttkunden for produkter som inneholder nanoteknologi, er det viktig med reguleringer for å sikre at kunden unngår helsemessig risiko ved å bruke produktene.

## 2.5 Tidligere undersøkelser av utfordringer for kommersialisering av nanoteknologi.

OECD utgav i 2010 en forskningsrapport som undersøkte hvilken påvirkning nanoteknologi hadde hatt på bedriftene som benyttet denne teknologien. Funnene byr på interessant lesning og nyttige erfaringer som er relevant for denne masteroppgaven, og gjengir også funn fra tidligere undersøkelser i Australia, Finland, Tyskland og USA (OECD, 2010).

Undersøkelsene i USA ble gjennomført i 2003, 2005 og 2009. Det ble konkludert med at følgende utfordringer preget situasjonen i USA: høye utviklingskostnader, lang tid til markedet, utilstrekkelige mengde investeringskapital, lav prosessskalbarhet (process scalability), og IP-rettigheter. Reguleringer og politikk ble i mindre grad oppfattet som et hinder. Figur 3 viser fordelingen på svarene.



Source: NCMS and NSF (2006).

### Figure 3 - Utfordringer ved nanoteknologirelatert produksjon og kommersialisering hos bedrifter i USA (Hentet fra OECD 2010: 43).

Undersøkelsen i Tyskland fant sted i 2006, og involverte 107 bedrifter hvorav hoveddelen av bedriftene var små oppstartsbedrifter. Undersøkelsen gav informantene ni ulike svaralternativer til spørsmålet "obstacles to succesfull applications in 2006": cost and funding; lack of skilled personell; partners; info; market potential; legislation. Undersøkelsen konkluderte med at mangel på tilgang til finansiell kapital var den største barrieren for kommersialisering. Juridiske faktorer ble rangert som den minste barrieren.



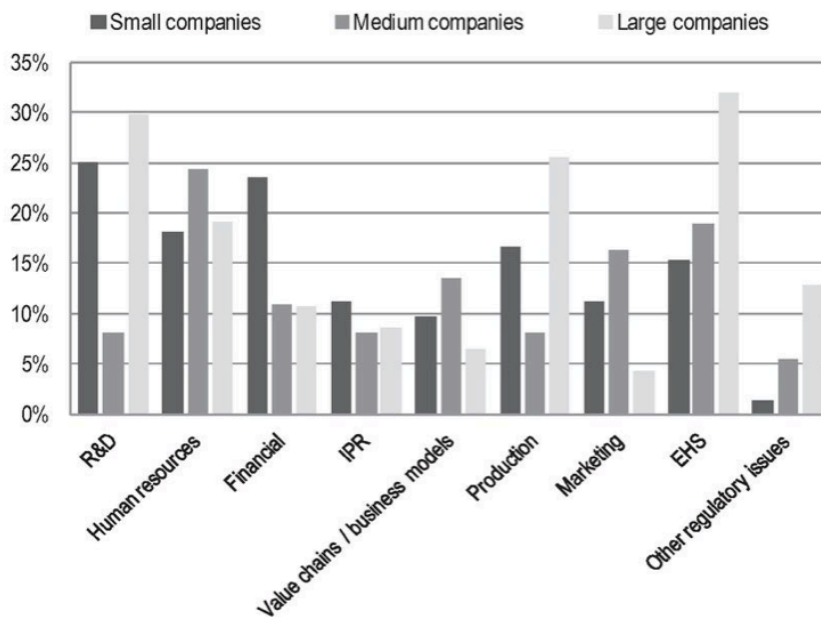
Som OECD-rapporten også viser til, er vanskeligheter med tilgang til kapital noe som gjelder generelt for innovasjonsprosjekter, så det er usikkert hvorvidt man det skal legge for mye fokus på dette poenget i en kontekst hvor man ser etter spesielle aspektene ved kommersialisering av nanoteknologi. Det er allikevel et interessant funn, og legges derfor til grunn som en antagelse for funn i denne oppgaven.

I Australia henvende forskere seg til 134 bedrifter som det ble antatt at burde ha en interesse av å drive med nanoteknologi og ba dem fortelle hva som gjorde at de *lot være* å investere i nanoteknologiutvikling. Det mest angitte svaret var at bedriften anså kundeetterspørselen som for lav, og at de ikke hadde fagkyndig personell som kunne noe om nanoteknologi.

I Finland ble det gjennomført undersøkelser i 2004 og 2006 hvor henholdsvis 61 og 134 bedrifter ble spurt om hva de fant som utgjorde den største utfordringen når de kommersialiserte nanoteknologi. De største utfordringene ble angitt å være tilgang til finansiell kapital, vanskeligheter med å oppnå driftssikker (reliable) masseproduksjon; og vanskeligheter med å identifisere kommersielle anvendelsesområder.

I følge OECD (2010) har det vært patenter og immaterielle rettigheter, samt befolkningens syn på helse, miljø og risiko som har vært i fokus for forskningen på barrierer for kommersialisering av nanoteknologi. Undersøkelsen fant ulikheter i små og store bedrifter når det gjaldt hvilke utfordringer de pekte på (Se figur 4). Det er verdt å merke seg at små bedrifter forstås som selskaper med 1-49 ansatte, medium betyr 50-249 ansatte og store bedrifter har over 250 ansatte.

**Figure 3.8. Areas in which companies see a significant challenge for commercialisation by company size**



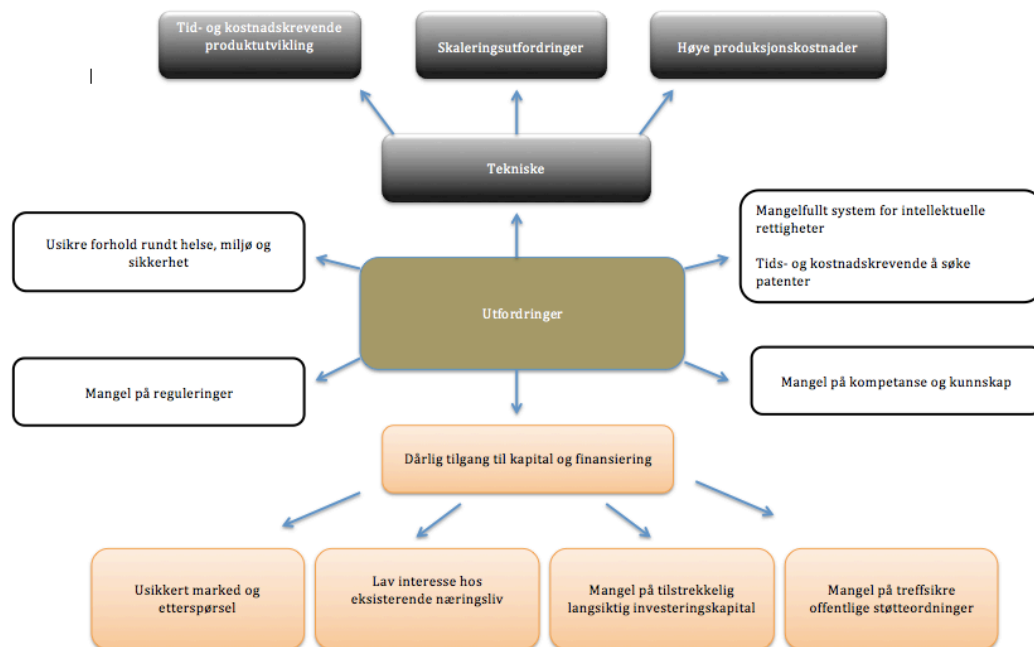
**Figure 4 - Områder hvor bedrifter ser signifikante utfordringer for kommersialisering. Fordelt etter bedriftenes størrelse (OECD 2010: 73).**

Ulikhetene mellom store og små selskaper er et interessant funn. Bakgrunnen for at det er forskjeller kan skyldes både størrelse og at de små selskapene er oppstartsbedrifter, mens de større selskapene er etablerte bedrifter. Oppstartsselskaper og etablerte bedrifter opplever ulike utfordringer når en ny type teknologi tas i bruk

## 2.6 Oppsummering

Med utgangspunkt i teori er det grunn til å tro at utfordringene ved kommersialisering vil omhandle ulike typer utfordringer. Nedenfor har jeg sammenstilt utfordringene som jeg antar kommer til å være mest sentrale i en grafisk modell. Figuren er ikke uttømmende, men sammenstiller de mest sentrale utfordringene basert på tilgjengelig litteratur og tidligere forskning. I tillegg antar jeg teknologiens nyhetsgrad (novelty) vil gjøre det utfordrende for det etablerte næringslivet å finne kommersielle anvendelsesområder for den nye teknologien. Som figuren antyder er det en rekke forhold som kan være relevante, og dette har implikasjoner for besvarelsen av problemstillingen: Ettersom denne oppgaven har en klart eksplorativ natur er det viktig

å ha en åpen tilnærming til fenomenet, og la dette reflektere og begrunne valg av metode.



**Figure 5 - Grafisk fremstilling av utfordringer ved kommersialisering av nanoteknologi.**

Ut i fra teori og figur 5 utledet jeg følgende antagelser knyttet til kommersialisering av nanoteknologi i Norge. Det er grunn til å tro at kommersialisering av nanoteknologi preges av følgende utfordringer:

Kategori av utfordringer	Kjennetegn
Tekniske og produksjonsmessige	Produktutviklingen er tids- og kostnadskrevende.
	Oppskalering til fullskalaproduksjon er vanskelig
	Driftskostnadene er høye
Intellektuelle rettigheter	Mangelfullt system for intellektuelle rettigheter
	Tids- og kostnadskrevende å søke patenter
Mangel på kompetanse og kunnskap	Dårlig tilgang til human kapital og forskning fra kunnskapsprodusentene
Dårlig tilgang på kapital og finansiering	Usikre markeder og etterspørsel
	Lav interesse hos eksisterende næringsliv
	Mangel på tilstrekkelig langsiktig investeringskapital
	Mangel på treffsikre offentlige støtteordninger
Usikre forhold rundt helse, miljø og sikkerhet	Påvirker risikoprofilen for medarbeidere og påvirker sannsynligvis kundebildet
Mangel på reguleringer	Skaper usikkerhet rundt framtidige regler

**Table 2 - Oversikt av typer og kjennetegn ved utfordringer som antas å prege kommersialisering av nanoteknologi i Norge.**

### 3.0 Metode og data

Generelt kan vitenskapelig metode kan forstås som *"et sett av retningslinjer som skal sikre at vitenskapelig virksomhet er faglig forsvarlig"* (Grønmo, 2004: 27). Ulike former for vitenskapelig virksomhet krever ulike framgangsmåter. Også innenfor samfunnsvitenskapen benyttes ulike metoder for å undersøke sosiale fenomener, men felles for dem alle er at de *"består av systematiske og planmessige framgangsmåter som er spesielt innrettet mot å etablere kunnskap og teorier om ulike aspekter ved menneskenes*

*samfunnsmessige liv og virke*" (ibid). Dette kapitlet redegjør for oppgavens metodiske tilnærming for innhenting og analysering av data.

<b>Datatype: Sekundærkilder</b>	<b>Metode</b>
Forskningsrapporter, artikler, brosjyrer, offentlige rapporter og evalueringer.	Litteratursøk, internett, tilgang fra kilder
<b>Datatype: Konferanser og seminarer</b>	<b>Metode</b>
Innspillskonferansen i regi av Nærings- og handelsdepartementet. (2011)	Innholdsanalyse (av muntlig fremstilling)
Workshop i regi av NANO2021-programmet i Forskningsrådet (2014)	Deltakende observasjon
Deltaker på Abelias konferanse <i>Kompetanse + kapital = nytt næringsliv?</i>	Deltakende observasjon
<b>Datatype: Nøkkelinformanter</b>	<b>Metode</b>
5 bedrifter (2 etablerte, store bedrifter; 3 SMB) (anonymisert)	Semi-strukturert intervju
Nærings- og handelsdepartement ved Kari Rossum og Thomas Malla.	Samtale
Norges Forskningsråd ved Aase Marie Hundere, programkoordinator NANO2021	Samtale
Norwegian Center of Excellence i Mikro- og Nanoteknologi ved Trond Herje og Stein Ivar Hansen	Semi-strukturert dybdeintervju, samtale
Teknologioverføringskontoret Inven2 ved Bjarne Tvette	Semi-strukturert intervju per telefon
Patentstyret ved Jan Frode Næss	Samtale

**Table 3 - Oversikt over informanter og metoder**

Valg av metode avhenger av studiens formål og problemstilling. Denne oppgaven har hatt som mål å øke innsikten i et komplekst fenomen, og gi informasjon til beslutningstakere som driver med næringspolitikk. Hensikten med oppgaven er todelt:

- 1) Øke innsikten om kommersialisering av nanoteknologi i Norge gjennom å fokusere på hvilke utfordringer som oppstår i denne fasen
- 2) Analysere hvorvidt det innovasjonssystemet er innrettet på en relevant måte for å svare på disse utfordringene, og vise alternative forslag til innretting av systemet

### 3.1 Datatyper

Jeg har tilnærmet meg fenomenet gjennom metodetriangulering. Samling av materiale fra ulike datakilder gjorde det mulig å se disse i sammenheng, og la dermed grunnlag for en bred oversikt. Jeg mener at det bidro til å øke oppgavens troverdighet. Jeg har benyttet både sekundær- og primærdata og ulike metoder for datainnsamling. Under følger en forenklet oversikt over disse.

Bedriftene er etter ønske anonymisert, og informanter er anonymisert der de har delt personlige meninger.

#### 3.1.1 Sekundærkilder

Jeg startet mine undersøkelser ved å gjennomgå offentlige dokumenter om nanoteknologi og kartlegge liknende undersøkelser av fenomenet i andre land. De empiriske funnene fra tidligere undersøkelser er gjengitt i kapittel 2.3. Jeg brukte kildene til å utlede antagelser om forhold rundt det samme fenomenet i Norge, og utgjorde viktig veiledning for mine undersøkelser.

#### 3.1.2 Seminarer, konferanser og workshops

##### **Konferanse**

Tidlig i arbeidet med masteroppgaven kontaktet jeg Nærings- og Fiskeridepartementet for å avklare oppgavens relevans og for å be om tilgang til underlagsmateriale for å kunne besvare problemstillingen. Jeg ba om tilgang til innspillene som hadde kommet inn i forbindelse med utarbeidingen av FoU-strategien for nanoteknologi som ble utarbeidet av regjeringen Stoltenberg II i 2011. Departementet var svært behjelpelig og gav meg tilgang til et videoopptak fra *Innspillskonferansen*<sup>6</sup>, samt en rekke medieutklipp og kontaklinformasjon til aktuelle aktører i bransjen.

Deltakerne på konferansen hadde blitt valgt ut på grunn av sin ekspertise og erfaring med nanoteknologi i Norge. De var derfor gode informanter og jeg mener derfor at deres innspill bidro til å øke reliabiliteten til undersøkelsen. Konferansen dekket også en del

---

<sup>6</sup> Innspillskonferansen fant sted 1. februar 2011 i Litteraturhuset i Wergelandsveien 29.

temaer som ikke er relevant for problemstillingen til denne oppgaven. Programmet for konferansen inneholdt fire hovedtemaer: De store linjene; kunnskapsutvikling; næringsutvikling og robust teknologiutvikling. 15 talere stod på programmet, og i tillegg kom ytterligere innlegg fra salen under konferansen. Enkelte av innleggene fra salen var forberedt på forhånd, andre kom som mer spontane reaksjoner på ting som ble adressert under konferansen. Vedlegg 1 inneholder en oversikt over talere. Konferansen hadde som formål å gi innspill til regjeringens arbeid med den nasjonale strategien for nanoteknologi, og representantene som deltok var alle hentet inn fordi de hadde god kjennskap til feltet. Jeg startet derfor med en analyse av opptaket.

Videoopptaket fra konferansen hadde en varighet på seks timer, og opptaket gav svært god informasjon fra nøkkelpersoner. Ettersom jeg ikke deltok på konferansen er denne kilden å regne som en muntlig framstilling av et dokument, og metoden for å finne data er således en innholdsanalyse. En innholdsanalyse kan omhandle skiftelig, muntlig eller visuelle framstillinger som gjennomgås systematisk for å kategorisere, registrere og analysere innholdet (Grønmo, 2004: 121).

I analysearbeidet tok jeg notater fra videomaterialet og uthevet relevante utsagn og refleksjoner. I tråd med Grønmo (2004) gjennomgikk jeg deretter materialet for å finne tendenser i utsagnene og interessante funn som kunne belyse min problemstilling. Jeg fokuserte på innspill om næringsutvikling og verdiskapingspotensialet i kunnskapsinstitusjonene, da disse temaene ble ansett som mest relevante for problemstillingen. Materialet gav gode empiriske data, som er benyttet i oppgaven. Det dannet også et godt underlag for utvelgelsen av respondenter og for utarbeiding av sentrale spørsmål til intervjuguiden.

Formålet til Innspillskonferansen var å innhente kunnskap til arbeidet med en politisk strategimelding. Det er grunn til å anta at innleiderne under konferansen hadde en politisk agenda med sine innlegg. Det ble derfor en viktig del av analysen å prøve å avdekke aktørenes meninger, og sette disse i sammenheng med deres ståsted og organisatoriske tilhørighet. De kontekstuelle rammebetingelsene kunne med sannsynlighet påvirke innledernes ytringer. Denne typen kildekritikk bidro til å bevisstgjøre meg på meningsinnholdets troverdighet, og bidro til at jeg forholdt meg passe kritisk til problem- og løsningsbeskrivelser. På den annen side var relevansen til kilden høy fordi deltakerne var godt informerte om temaet. Kilden er digitalt tilgjengelig og autensiteten er dermed høy. Alle som deltok på Innspillskonferansen fikk på

daværende tidspunkt beskjed om at konferansen ble filmet. De var derfor informert om at innspillene de gav ville bli bevart for ettertiden.

Formen på datakilden gjør at kommunikasjonen blir ensidig. Ved å bruke disse kildene ble jeg som forsker en mottaker av informasjon, og jeg var aldri i direkte kontakt med avsenderne. Denne datatypen skiller seg derfor fra intervjuene som utgjør primærdataene. Under intervjuene hadde jeg direkte kontakt med avsenderen og hadde dermed mer fleksibilitet til å følge opp spørsmål og temaer.

### **Seminar og workshop**

Deltakende observasjon gir anledning til å ta del av virkeligheten til de man undersøker (Grønmo 2008). Dette kan bidra til å avdekke viktig informasjon, og gir anledning til å samhandle med andre for å innhente informasjon. Under arbeidet med denne oppgaven deltok jeg på en workshop og en konferanse. Dette gav meg mulighet til å innhente relevante og interessante data som var verdifulle for å kunne svare på problemstillingen.

Workshopen ble arrangert av Norges Forskningsråd. Tema omhandlet forretningsutvikling i prosjekter som søker midler fra forskningsprogrammet NANO2021. I tillegg deltok jeg på konferansen *Kompetanse + Kapital = nytt næringsliv?* Konferansen ble arrangert av Abelia, og omhandlet spørsmål om kapitalbehov for framtidens næringsliv i Norge.

Ved starten av Forskningsrådets workshopen var det en presentasjonsrunde av deltakerne. Jeg presenterte meg som en student fra NMBU. Jeg fortalte at jeg skulle gjennomføre en masteroppgave om kommersialisering av nanoteknologi i Norge, og undersøke hvilke utfordringer som oppstår ved denne aktiviteten. Formålet med å delta på workshopen var å øke mitt eget kunnskapsgrunnlag om temaet, og for å etablere kontakt med interessante intervjuobjekter. I pausene fikk jeg anledning til å komme i kontakt med deltakerne, og ta del i deres meninger og erfaringer fra feltet. I etterkant av konferansen tok jeg kontakt med de jeg hadde samtalt med, og spurte om jeg kunne bruke informasjon de hadde gitt meg.

Når det gjelder min deltakelse på Abelias konferanse, har erfaringene herfra vært nyttig under arbeidet med oppgaven, spesielt i drøftingsdelen. Konferansen gav anledning til å diskutere mine refleksjoner omkring kapitalbehov for bedrifter i en tidlig fase og



myndighetenes rolle i denne fasen, med andre deltakere. Samtalene hjalp meg til å utvikle egne refleksjoner om temaet.

### 3.1.3 Kvalitative intervjuer med aktører i innovasjonssystemet

Forskning som bruker kvalitativ metode hviler på en antagelse om at den eller de som har opplevd eller opplever noe, best uttrykker denne kunnskapen. Det ligger til grunn at vi kan lære mye om sosiale fenomener gjennom å studere hvordan individer ser på seg selv og den virkeligheten de inngår i (Askheim and Grenness, 2008: 79). Jeg valgte derfor å intervju personer med kjennskap til kommersialisering av nanoteknologi, da de sannsynligvis vil ha den beste forutsetningen for å kunne gi informasjon som på best mulig måte kunne belyse min problemstilling.

Jeg har foretatt en selektiv utvelgelse av intervjuobjekter (Grønmo 2004). Det vil si at jeg har valgt informanter fra private bedrifter, og nøkkelpersoner fra det offentlige myndigheter og virkemiddelapparatet. Dette er personer som kunne gi verdifull informasjon med tanke på å kunne besvare forskningsspørsmålene i oppgaven.

I kraft av sine stillinger hadde informantene inngående kunnskap om kommersialisering av ulike typer nanoteknologi. Følgende kriterier ble vektlagt ved utvelgelsen av informanter:

**Nøkkelinformanter**- Personen skulle ha god kjennskap til prosesser som omhandler kommersialisering av nanoteknologi, gjennom en tilknytning til det offentlige virkemiddelapparatet eller annen formell tilknytning til systemet.

**Bedriftsinformanter** - a) Bedriften skulle ha en forretningside som hvilte på nyttiggjøringen av nanoteknologi; b) Personen som intervjues skulle ha kjennskap til kommersialiseringsprosessen i virksomheten

Rekrutteringen av informanter bød på utfordringer. Svært få av bedriftene som bruker nanoteknologi oppgir dette i sin markedsføring. Dette vanskeliggjorde identifikasjonen av intervjuobjekter. Kontakten jeg fikk med sentrale informanter gjennom å delta på workshop og konferanse var derfor verdifull. I tillegg var oversikten fra NFR over

hvilke bedrifter som har fått støtte til prosjektmidler til nanoteknologi viktig for å få kontakt med de rette informantene.

Jeg har gjennomført åtte kvalitative intervjuer. Fire av intervjuene ble gjennomført på informantens arbeidsplass. Fire av intervjuene ble foretatt per telefon. Informantenes svar ble notert under intervjuet, og renskrevet i etterkant. Alle sitatene som er brukt i oppgaven har vært gjenstand for sitatsjekk.

Jeg har benyttet meg av kvalitativt dybdeintervju med en semi-strukturert intervjuguide (Grønmo 2004). En semi-strukturert intervjuguide gir forskeren fleksibilitet i intervjusituasjonen, og fungerer som en huskeliste over emner som skal belyses (Askheim and Grenness, 2008:123). Det gav mulighet for å kunne følge opp nye og uventede temaer som dukket opp under intervjuet. Samtidig gav det systematikk i forhold til å kunne følge opp sentrale temaer, gjennom forhåndsstrukturerte spørsmål. Dette var viktig for å kunne sammenligne svarene i etterkant av intervjuet. Intervjuguiden skisserte en plan, men samtidig gav denne intervjuformen anledning til å avvike fra planen.

De åpne spørsmålene fokuserte på hvilke typer utfordringer som kan møte bedrifter som kommersialiserer nanoteknologi. De fokuserte også på hvilke erfaringer de hadde fra ulike ordninger i innovasjonssystemet. Det gav også mulighet for informantene til å si noe om alternative innretninger for systemet, og jeg ba informantene om å være konkrete om hvilke endringer de ville anbefale. Intervjuguiden ligger som vedlegg nr 4.

Informantene gav rike beskrivelser, og delte kunnskap og meninger. Mange av intervjuene ble mer som samtaler enn intervjuer, da oppfølgingsspørsmålene kom svært naturlig. I et par av intervjuene gjorde jeg også bruk av en større grad av venting mellom spørsmålene som en metode for å la informantene reflektere mer over temaet. Det virket med hell, og jeg fikk mange gode erfaringer med denne taktikken.

Jeg brukte en god del avklarings spørsmål under intervjuene for å bekrefte at jeg hadde forstått det de sa riktig. Dette gav ofte også mer utfyllende svar på spørsmålet. Jeg brukte også mye bruk av setninger som *"Tidligere nevnte du at (Y) Vil du si at det har sammenheng med (X)?"*. Dette gav også utpreget analytiske svar, og bidro til å økt min forståelse for forholdet mellom den informasjon og de meninger som informantene presenterte.

Under intervjuene brukte jeg av og til andre respondenters meninger som et referansepunkt til mine spørsmål. Jeg nevnte ikke andre respondenter ved eget eller bedriftens navn, men brukte setninger som *"Ja, det samme er inntrykket har jeg fått fra andre informanter"* og *"Andre informanter har hevdet at ... vil du si deg enig i det?"*. Denne strategien gjorde at jeg følte at jeg opplevde en viss symmetri i intervjurelasjonen. Ettersom jeg selv ikke har erfaring fra arbeid innenfor dette feltet følte jeg behov for å lene meg på andres vurderinger av systemet. En analyse av et system vil bli preget av informantenes fag-politiske meninger. Det var i stor grad enighet blant informantene om problemene, men i senere kapitler viser jeg at informantene skisserte ulike løsninger. Jeg følte derfor et behov for å høre informantenes meninger om enkelte av de andres innspill. Det var naturlig mer bruk av denne typen spørsmål i de senere intervjuene enn i de første.

Mange av informantene hadde sterke meninger, og representerer på mange måter en interessegruppe. Ved tolkningen av svarene som angikk systemet var jeg bevisst på at informantene kunne ha ulike motiver for å fremme løsninger, ettersom de har sitt i ulike miljøer og organisasjoner.

### 3.2 Dataanalyse

Metodetriangulering gir stor bredde i informasjonen som innhentes. Det har derfor vært nødvendig å gjøre avgrensninger i datamaterialet. Gjennom systematisk gjennomgang av dataene har fokus vært på elementer som har blitt gjentatt fra flere kilder, samt utsagn som har gitt empirisk belegg til de antagelsene som ble framlagt i kapittel 2.

Med mange kunnskapskilder har jeg vært nødt til å gjøre avgrensninger som har gjort at verdifulle eksempler ikke har fått plass i denne oppgaven. Disse funnene kan være gjenstand for andre studier og videre forskning.

Under innsamlingen har dataene blitt fortløpende analysert. Datamaterialet ble renskrevet og oppsummert umiddelbart, og systematisk gjennomgått for å finne koblinger mot teoretiske antagelser. Datamaterialet ble også sammenstilt slik at det var

mulig å identifisere gjennomgående synspunkter om både utfordringer og systemet kommersialisering av nanoteknologi skjer innenfor.

Noen resultat utkrystalliserte seg tidlig, men jeg var hele tiden på jakt etter nytt datamateriale som kunne underbygge eller motbevise disse resultatene. Jeg har derfor vært i kontakt med aktører som har kjennskap til dette feltet gjennom hele arbeidet med oppgaven.

### **3.3 Vurdering av studiens reliabilitet og validitet**

Reliabilitet omhandler påliteligheten og nøyaktigheten til undersøkelsens data, altså hvilke data som presenteres, måten dataene blir samlet inn på og hvordan de bearbeides (Johannessen et al., 2011: 90). Reliabilitet er derfor tett knyttet til kravet om reproduserbarhet og etterprøvbarehet av ethvert forskningsdesign.

I kvalitativ forskning er studiens reliabilitet avhengig av åpenhet rundt forskningsprosessen. Før å øke transparensten i denne masteroppgaven er det blitt redegjort for de teoretiske perspektivene, det metodiske opplegget og kontekstuelle betingelser, samt verdiene som ligger til grunn for valget av problemstilling.

Behandlingen av empirien har foregått på en systematisk måte gjennom transkribering av intervjuer, registrering av notater og sammenstilling av materiale for å skape oversikt. I tillegg har informantene i denne studien gitt anledning til å kommentere på sine sitater.

Validitet omhandler studiens gyldighet. Validitet brukes for å angi om funnene fra dataene kan belyse fenomenet på en god og relevant måte. Validitet handler derfor om graden av bekreftbarhet rundt fenomenet som har blitt undersøkt. Det skilles ofte mellom intern og ekstern validitet. Den førstnevnte omhandler hvorvidt resultatene er gyldige for fenomenet og utvalget som studeres. Det sistnevnte omhandler hvorvidt funnene kan overføres til andre utvalg og situasjoner, med andre ord generaliserbarheten til funnene.

Kildene som er benyttet har vært relevante for problemstillingen, og har derfor bidratt til å øke studiens validitet. Jeg har tidligere redegjort for at personene som deltok under

*Innspillskonferansen*, workshopen i regi av Forskningsrådet, og informantene besitter god kunnskap om fenomenet som undersøkes i denne oppgaven. Jeg har derfor ansett disse som gode kilder for å besvare problemstillingen.

På den annen side må det nevnes at mange av informantene benytter nanoteknologi som én av flere ulike typer teknologier i sine produkter. Ingen av bedriftsinformantene skaper produkter som består av "ren" nanoteknologi, men bruker nanoteknologi som et verktøy for å endre eller skape ny egenskaper. Implikasjonene av dette er at deres utsagn til en viss grad vil kunne være påvirket av andre faktorer enn den som omhandler kommersialisering av ren nanoteknologi. Til tross for at jeg har forsøkt å isolere svarene til å omhandle det som er spesifikt for nanoteknologi, så er det umulig å full ut isolere andre faktorer i analysen. På grunn av nanoteknologiens funksjon som et virkemiddel, mer enn et sluttprodukt, ville det vært vanskelig å analysere bedrifter som kun driver med nanoteknologisk utvikling.

Denne undersøkelsen har generert innsikt gjennom flere bedrifter som nyttiggjør seg av ulike typer nanoteknologi i sin drift. Det har derfor vært mulig å finne likhetstrekk og gjennomgående temaer. Med et slikt datamateriale har det vært mulig å identifisere elementer som framstår som generelle utfordringer.

Synspunktene og analysene jeg presenterer i denne oppgaven er ment å åpne for en dypere forståelse av fenomenet, og som forhåpentligvis vil inspirere andre til å gjennomføre mer utfyllende forskning om dette.

#### 4.0 Hvilke type utfordringer oppstår ved kommersialisering av nanoteknologi i Norge?

En sammenstilling av dataene ledet til identifisering av flere utfordringer som har preget prosessen med kommersialisering av nanoteknologi i Norge. Kapitlet redegjør for utfordringene som ble identifisert gjennom datamaterialet, og drøfter disse mot antagelsene som ble framsatt i kapittel 2.

#### 4.1 Teknologiske utfordringer

En sammenstilling av dataene har pekt på to hovedtyper av tekniske utfordringer. For det første har teknologiutviklingen vært tids- og kostnadskrevende. For det andre blir det pekt på at det har vært vanskelig å finne gode anvendelsesområder for teknologien.

##### 4.1.1 Vanskelig å identifisere kommersielle anvendelser

Kapittel 2 ledet fram til en antagelse om at bedrifter kan ha vanskelig for å identifisere kommersielle anvendelsesområder for ny teknologi. Omgjøring av forskningbasert kunnskap innen nanoteknologi til kommersielle produkter fordrer at relevante aktører finner anvendelser for teknologien. Jolly (1997) trakk et skille mellom den generiske teknologien og produktene som oppstår gjennom bruk av denne teknologien som et virkemiddel for innovasjon. Nyhetsgraden til nanoteknologi kan bidra til å forklare hvorfor det kan være vanskelig å finne anvendelsesområder. Det stemmer overens med Fosters (1986) teknologikurve, dersom nanoteknologi anses som å være i en tidlig fase. Under *Innspillskonferansen (2011)* viste Bengt Kasemo en graf av teknologikurven til nanoteknologi (hvor ulike typer av nanoteknologi ble sett under ett), og hevdet at prosessen var på vei mot en fase med kommersialisering og tekniske applikasjoner, og bort fra ren metodeutvikling og problemorientert forskning. I en slik brytningstid kan kommersialiseringsprosessen være preget av høy grad av usikkerhet, lav stabilitet og uetablerte bransjeregler, i tråd med Byers et al (2002) sin karakterisering av fremvoksende næringer.

Det synes å være et funn at de etablerte bedriftene mener det har vært utfordrende å

forstå nytteverdien ved nanoteknologi, både på grunn av teknologiens egenskaper og på grunn av pris. Derfor har det vært vanskelig å identifisere gode kommersielle anvendelser for nanoteknologi, noe som støtter antagelsen som ble framsatt i teorikapittelet. Blant de etablerte bedriftene ble det løftet fram at de sliter med å identifisere bruksområder der de ser en klar forretningsmessig nytte. Det skyltes hovedsakelig to bakenforliggende forhold.

For det første har de etablerte bedriftene i studien erfart at bruk av nanoteknologi ikke har gitt den ønskede kvalitetshevende effekten. Gjennom intervjuer kom det fram at både forskningsmiljøer og råvareleverandørene til de etablerte selskapene har foreslått ulike typer nanoteknologi for å forbedre eksisterende produkters ytelse. Bedriftene har derfor testet og vurdert en rekke prosjekter, og konkludert med at den kvalitetsmessige effekten ofte har uteblitt. På grunn av at nanoteknologi ofte brukes som ett av flere virkemiddel i deres eksisterende produkter har det skjedd det mest inkrementelle innovasjoner der nanoteknologi har blitt introdusert. Til tross for forsøk på radikale innovasjoner med bruk av nanoteknologi, har ikke disse vært suksessfulle og derav ikke manifestert seg til produkter som er til salgs i markedet.

Begge bedriftene framholdt at bruk av nanoteknologi ikke har ført til like revolusjonerende effekter som det ble antatt for noen år siden. En informant påpeker at:

*”Nanoteknologi var en større hype for 6-8 år siden enn i dag. Det at det er en mindre hype nå, er fordi man har lært mer og sett at funksjonene ikke alltid har vært like revolusjonerende som man skulle ønske. For 8 år siden skulle ”alle” ha nano, sånn er det ikke i dag” (Bedrift 4).*

Det ble også trukket fram at de etablerte bedriftene føler seg kompetente til å gjøre vurderinger av markedets etterspørsel, og at introduksjon av nanoteknologi ofte har falt igjennom i slike vurderinger. I mange tilfeller har de gjennom en bedriftsanalyse vurdert at introduksjon av nanoteknologi ikke vil skape høyere etterspørsel.

De to bedriftene oppfattet det som utfordrende å finne relevante anvendelsesområder, men har allikevel forsøkt å overføre teknologien til kommersiell virksomhet. Det vitner om at de ikke har blitt manifestasjoner av Christensens (1997) frykt for at etablerte bedrifter ikke tar i bruk ny teknologi. Gjennom samtale med en informant fra Inven2 ble det pekt på at det har vært vanskelig ha kontakt med industrien i Norge for å finne

potensielle anvendelser for forskningen fra kunnskapsinstitusjonene. Bjarne Tvette (2014) løftet fram at det er lite industri i Norge, og at det er lite kontakt mellom industrien og academia om potensielle anvendelser av nanoteknologi. Det tyder på at det er lite samhandling mellom aktørene i systemet, og lite teknologioverføring mellom kunnskapsinstitusjonene og industrien. Det danner også grunnlaget for spekulasjon om at næringsstrukturen i Norge påvirker kommersialiseringstakten innenfor nanoteknologi. Dersom industrien ikke fungerer som motorer for kommersialisering av nanoteknologi, vil utviklingen avhenge av små oppstartsselskaper. Da vil graden av akademisk entreprenørskap eller forskning fra andre land være styrende for den kommersielle utviklingen innen nanoteknologi i Norge.

Et av selskapene løftet fram at de har hatt lite behov for å henvende seg til academia ettersom deres primære kilde til forskning og utvikling finnes andre steder. Dette ble synliggjort av utsagnet: *"Forskningsinstitusjonen som drev med nanoteknologi tok kontakt med oss, vi kontaktet ikke dem. Sånn er det ofte med store bedrifter. Store bedrifter har ikke så ofte behov for å henvende seg til academia, fordi vi har egne FoU-avdelinger. Og så skjer det mye utvikling hos våre leverandører, så vi får jo mye FoU og teknologi derfra"* (Bedrift 5).

På den annen side ble det løftet fram at forskningssamarbeidet mellom det akademiske miljøet og bedriftene hadde foregått på en svært god måte, og at forholdene lå godt til rette for samarbeid.

Utsagnet under bidro til å bekrefte at industrien har sittet på gjerdet, og belyste at flere av bedriftens industrielle kunder har vært usikre på nanoteknologiens nytteverdi:

*"Industrien har ikke vært framoverlent når det gjelder bruken av nanoteknologi. Det skyldes nok at teknologien framstår som litt ullen - og veldig ny for mange. De industrielle kundene vet heller ikke helt hvor grensene går, og hva de kan oppnå av forbedringer ved å bruke en annen teknologi enn den de bruker i dag"* (Bedrift 2).

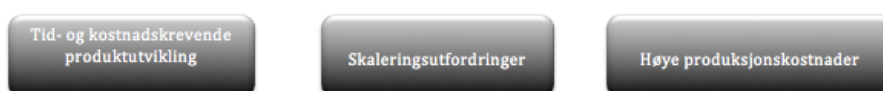
Det er et interessant funn at det etablerte næringslivet ikke har erfart at den kommersielle verdien av nanoteknologi har gitt stor nytte, og at det har vært lite samhandling mellom industrien og de akademiske institusjonene. Med teknologiens vidtrekkende potensiale skulle man anta at det eksisterende næringslivet ville hatt interesse av å være tidlig ute med utvikling av ny teknologi til forbedring av



eksisterende produkter og prosesser. Suksessfull implementering av nanoteknologi har potensiale til å revolusjonere bransjer, og etablerte bedrifter som leder an utviklingen vil trolig kunne ta store markedsandeler og utkonkurrere andre aktører. Funnet om at mange prosjekter ikke har gitt den ønskede kvalitetsmessige effekten er derfor interessant, fordi den bidrar til å peke på at det nanoteknologi så langt ikke har klart å innfri de store forhåpningene til den. Men det bidrar også til å forskuttere at den praktiske anvendelsen av teknologien vil kunne ta lenger tid enn først ventet, da det er behov for mer sofistikerte og dokumenterte løsninger.

Det ble også trukket fram at omgjøring av en basisteknologi til et salgbart produkt er tidkrevende, og innebærer stor grad av utvikling. Det gjenstår mye forskning, teknologiutvikling og testing før det er mulig å kapre verdi. Det er også stor usikkerhet rundt det endelige produktet, når utviklingen fortsatt er i en tidlig fase, noe som støtter både Rasmussen et al (2013) og Byers et al (2002). Forskningen til Midttun et al (2014) viser at vendepunkter og sidespor er vanlige i store innovasjonsprosjekter, noe som tyder på at utfallet av et prosjekt kan være noe annet enn hva som først er antatt. Dette blir utbrodert mer i neste kapittel.

#### 4.1.2 Nanoteknologiutvikling er tid- og kostnadskrevende



Teorikapittelet ledet frem til en antagelse om at utviklingen av nanoteknologi blir preget av høye kostnader og lang utviklingstid. Under *Innspillskonferansen* ble kostnadsspørsmålet løftet fram av to representanter fra kunnskapsinstitusjonene, med fokus på utgifter til infrastruktur. Torbjørn Digernes, daværende rektor på NTNU, fortalte at høye driftskostnader preger denne typen teknologi, da det er behov for svært avanserte instrumenter og laboratorier, og kyndig personell. Dette er i tråd med Johannesen et al (2012) som løfter fram at utvikling og kommersialisering av teknologi er kapitalintensivt fordi det skaper behov for store investeringer i både infrastruktur og høyt utdannende mennesker. Umiddelbart virker det derfor som de teoretisk funderte antagelsene gjenfinnes i empirien. Tidligere forskning peker på at det er krevende å

oppskalere til fullskalaproduksjon, og at produksjonskostnadene er svært høye (OECD 2010; Kaur et al (2014).

Informantene beskrev at produkter som er relatert til nanoteknologi har lange utviklingsløp, og dermed tar lang tid. En av informantene løftet fram at *"Det kan ta mellom 15-20 år fra en idé oppstår til denne ideen er manifestert i et marked"* (Bedrift 1). Dette er i tråd med Fagerberg (2005) som hevder at det kan være store tidsavvik mellom unnfangelsen av en idé og når denne ideen blir realisert i markedet, og virker som en bekreftelse på at det er tidkrevende å kommersialisere nanoteknologi i Norge.

Under NFRs workshop diskuterte deltakerne hvor lang tid den teknologiske utviklingen tar. Bedriftene hadde ulike erfaringer, og det oppstod en drøfting om muligheten for å minske den interne teknologiutviklingstiden. Utgangspunktet for diskusjonen var en forskningsrapport av Midttun, Ørjasæter og Thorsen (2014) som hadde gjennomgått norske IFO/UFU-prosjekter<sup>7</sup>. Ørjasæther ledet workshopen, og gjengav funn fra studien. De fant at det gjennomsnittlig tok 9,97 år fra prosjektets ble definert for første gang til et produkt ble lansert i markedet som hadde basis i et IFO/OFU-prosjekt. De undersøkte også prosjekter som ble avsluttet uten å lansere et produkt, og fant at gjennomsnittlig tid for dette var 8,11 år fra prosjektets start til det ble avsluttet. I studien ble det vist til at de fleste prosjektene hadde hatt et langt utviklingsløp også før de ble etablert som et IFO/OFU-prosjekt hos Innovasjon Norge. I gjennomsnitt hadde det gått 5,83 år fra prosjektet ble definert fra første gang til det fikk støtte som et IFO/OFU-prosjekt. (s. 17).

Framlegget startet en diskusjon om hvorvidt det er potensiale til å kutte ned tiden det tar å komme til fasen hvor man inngår et IFO/OFU-prosjekt. Fra salen ble det poengtert at 5,8 år kanskje er rimelig tid å forvente ettersom det tar 3 år å utvikle teknologien og ytterligere 2 år til å inngå nettverk og kontrakter. Det ble ytret opposisjon til dette utsagnet da personen var uenig og mente at dette vil være forskjellig for ulike bransjer. Lederen av workshopen konkluderte etter meningsutvekslingen at det vil være forskjeller mellom ulike bedrifter, men at det burde være potensiale for alle til å kutte ned tiden det tar å komme til en fase hvor bedriften kan inngå et formelt samarbeid mellom leverandør/kunde gjennom et IFO eller OFU-prosjekt.

---

<sup>7</sup> IFU/OFU er en tilskuddsordning som administreres av Innovasjon Norge. Ordningen er åpen for alle bransjer og skal bidra til utvikling av nye produkter og løsninger som fører fram til internasjonal markedssuksess. Ordningen bygger på en samarbeidsavtale mellom en leverandørbedrift (som er den som søker om tilskudd) og en kundebedrift. Et IFU/OFU-prosjekt kan føres helt frem til en før-kommersiell prototyp. Det kan også inneholde uttesting og oppfølging av om prototypen oppfyller spesifikasjonene, inklusive nullserieproduksjon. De fleste utviklingsprosjekter går over 1 til 3 år (Innovasjon Norge 2014).

Empirien antyder at forskningsstadiet etterfølges, og preges, av lange kommersialiseringsløp hvor den tekniske utviklingen er dominerende. Dette synes å være tilfellet både knyttet til akademisk entreprenørskap i form av oppstartsbedrifter med utspring fra akademia, og ved teknologioverføring fra kunnskapsinstitusjonene til næringslivet. Dette er i tråd med Rasmussen et al (2013), som viser at first movers ofte preges av høye kostnader til forskning og utvikling, og i tråd med tidligere forskning på feltet (OECD 2010; Kaur et al. 2014).

Informantene peker på lange utviklingsløp, og det er vanlig at teknologiutvikling tar tid. Men det er allikevel forskjeller mellom både bransjer og teknologi når det gjelder hvor lang tid utviklingen tar. Kommersielle prosjekter som innebærer nanoteknologi har mange likhetstrekk med bioteknologisk prosjekter, deriblant at den teknologiske utviklingstiden er lang (Rothaermel and Thursby, 2007). Det var også tydelig i studien til Kaur (2004).

Ingen kan leve av luft og gode ideer alene, og alle kommersielle aktiviteter må finansieres. Lang utviklingstid har gjort kommersialiseringsprosessen kapitalintensiv, ettersom et har vært dyrt å lønne personer med høy kompetanse og investere i dyrt utstyr. Dette har blitt forsterket av nanoteknologiens lange utviklingsløp. Informantene pekte på at tidselementet skaper en betydelig finansiell utfordring: *“Når utvikling tar så lang tid, vil tilgang til kapital være en utfordring. Ingen oppstartsbedrifter har så mye egenkapital. Vi hadde i hvert fall ikke en stor mengde egenkapital. Vi var derfor avhengige av å få inn investorer” (Bedrift 2).*

Funnene tyder på at oppstartsbedriftene lider under ‘the liability of newness and smallness’, som ble løftet fram i teorikapittelet. Den lange utviklingstiden må derfor sees i sammenheng med situasjonen for tilgang til kapital. Konsekvensen av den lange utviklingstiden har skapt en utfordring blant oppstartsbedriftene i forhold til å hente finansiering. Hos oppstartsselskaper med få ressurser tar dette fokus bort fra teknologiutvikling. Hos etablerte bedrifter må det kjempes for interne ressurser til denne utviklingen (Freeman and Engel, 2007).

## 4.2 Dårlig tilgang til kapital og finansiering



Teorikapittelet ledet frem til en antagelse om at kommersialiseringen vil møte utfordringer i form av dårlig tilgang til kapital og finansiering. En sammenstilling av dataene gjorde det mulig å bekrefte at mangel på tilstrekkelig langsiktig investeringskapital og treffsikre offentlige støtteordninger er en utfordring. Usikre forhold i markedet og lav interesse hos eksisterende næringsliv er også drivere bak dårlig tilgang til kapital og finansiering, men disse er nærmere beskrevet i kapitell 4.2.1 og 4.4.

På grunn av høye kostnader ved både utvikling og drift, fremtvinges et behov for kapital i flere omganger. Det ble ytret et klart ønske fra informantene om mer forutsigbar og fremtidsrettet finansiering av innovasjon i alle ledd, altså fra grunnforskning via anvendt forskning til produktutvikling og prosessimplementering. *"Avansert og nyskapende teknologi koster penger å utvikle. Det er viktig å sørge for at bedrift kan sikre finansiering gjennom hele utviklingskjeden fra spin-off til stabil produksjon"* (Bedrift 2).

Flere av informantene løftet fram at en svært utfordrende del ved kommersialiseringen nanoteknologi har vært å innhente kapital for å drive utvikling av ideen fram til et salgbart produkt. Informantene peker på at det norske innovasjonssystemet preges av delvis mangel på tilstrekkelig langsiktig investeringskapital, og mangel på treffsikre offentlige støtteordninger.

De etablerte bedriftene har ikke like stort behov for kapitalinnsprøytning utenfra til de kommersielle fasene, som de nyoppstartede bedriftene. De har større finansielle ressurser og tar risikoen for FoU-prosjektene innenfor egne budsjetter. Det er dog primært prosjekter hvor det er en klar kommersiell anvendelse som er gjenstand for denne typen interne investeringer. Det var tydelig lavere villigheten til å investere egne

midler i rene grunnforskningsprosjekter, og det har derfor blitt søkt om offentlige forskningsmidler til denne typen prosjekter.

Det ble hevdet av en informant at *"(...) det er behov for et entreprenørielt [sic] økosystem for nye bedrifter (...) og det mangler innovasjonsmidler i Norge"* (Anonymisert nøkkelinformant). Informanten ble bedt om å gjøre rede for hvorfor det mangler innovasjonsmidler i Norge. Informanten løftet da fram at Norges Forskningsråd gir god støtte til forskning, men at tilskudd fra NFR ofte avsluttes ved forskningsprosjektets utgang til tross for at det er identifisert et betydelig kommersielt potensial. I tillegg ble det løftet fram av at det er vanskelig for nanoteknologibedrifter å innfri vilkårene for støtte fra både Innovasjon Norge og såkornfondordningen. Det synes derfor som om de offentlige virkemidlene ikke bistår godt nok i kommersialiseringsfasen, sett i forhold til potensialet.

Det ble også løftet fram at både investorer og Innovasjon Norge ikke vil være interessert i nanoteknologiprojekter med mindre de ser en klar kunde og anvendelsesområde. Det skapes derfor et gap i tid når forskningsmidlene tar slutt og før bedriften kan tjene gjennom et marked, og *"Dette gapet er svært ressurskrevende. Uten midler i denne perioden dør bedriftene"* (Anonymisert nøkkelinformant). Det er med andre ord en utfordring at mange prosjekter stopper opp i en fase hvor den næringsmessige nytten og gevinstpotensialet enda ikke er tilstrekkelig dokumentert til at det er villighet blant eksterne aktører til å investere i prosjektet. Det hevdes at utfallet av dette er at *"kapitaltørken skaper konsulenter av de som begynte som teknologigründere"* (Anonymisert nøkkelinformant).

Reve og Sasson omtaler perioden etter at offentlige kapitalinnskudd tar slutt og før de kommersielle kapitalformene kommer inn som "Dødens dal". De skriver i sin bok *Mot en kunnskapsbasert næringspolitikk* at norsk næringspolitikk generelt har hatt lite fokus på å gjøre det attraktivt å investere i kunnskapsbasert næringsliv, og særlig i kommersialiseringsfasen. De peker også på at *"Norske investorer kommer ofte for sent inn til å spille noen vesentlig rolle i nyskapingen"* (Reve and Sasson, 2012). Dette er ikke unikt for kommersialisering av nanoteknologi, men utgjør fortsatt en betydelig utfordring for vellykket kommersialisering.

Johansen (2009) mener at investoren er en agent for nyskaping, og spiller en sentral rolle ettersom gründerens (egen) kapital sjelden er tilstrekkelig til å realisere en

forretningsidé. I de tidlige kommersialiseringsfasene er det få investorer som er interessert i å satse på risikofylte prosjekter. Investeringsbedrifter har ofte en forretningsmodell som bygger på at de har krav om avkastning innen 2-5 år. Kommerialiseringprosjekter som strekker seg 10-20 år ut i tid er derfor ikke alltid kompatibel med forretningsmodellen til investeringsbedriftene, da de begynner å kapre verdi sent i prosessen.

Det framstår som om både Investinor, Innovasjon Norge og såkornfondordningen har mange likhetstrekk med "forretningsmodellen" til de private aktørene, da det også her er ganske høyt krav til avkastning og rapportering, og korte tidshorisonter. Dette er et interessant funn: I stedet for å håndtere markedssvikt og manglende risikovillighet blant private aktører virker det som det offentlige virkemiddelapparatet går i den samme "fellen" ved å ha urealistiske forventninger til utviklingsløp innenfor nanoteknologi.

Det virket å være enighet blant et par av informantene om at det er lav teknologikunnskap blant en del investorer i Norge. Allikevel var det en klar formening om at finansinstitusjoner og -næringen er helt nødvendige for å realisere flere kommersielle prosesser i Norge. Under *Innspillskonferansen (2011)* uttalte Frank Larsen at "*Vi må ikke glemme finansnæringen. Skal vi få til næringsutvikling, så må vi ha med oss dem*". Denne dobbeltheten er interessant ettersom finansnæringen både er avgjørende for vellykket kommersialisering, men også har relativt lav kompetanse om teknologien som skal kommersialiseres.

Abelias konferanse *Kompetanse + Kapital = Framtidens næringsliv?* løftet fram problemstillingen om kapitalbehov hos kunnskapsbedrifter i Norge. Det var en enighet om at koblingen av kapital og kompetanse vil være en forutsetning for å realisere framtidens næringsliv, og at det er et særlig stort behov for finansiering i pre-såkorntfasen og såkorntfasen. Diskusjonen under konferansen gikk på hvordan myndighetene kan legge til rette for at koblingen finner sted. Abelias foreslo at det burde etableres en offentlig matchingsordning for private investeringer i tidlig fase med en ramme på 500 mill. kroner per år. Jeg går ikke inn på drøfting om hvorvidt dette er riktig eller ikke, men velger i stedet å fremheve at Abelias også deler min antagelse om at det er betydelige utfordringer knyttet til innhenting av langsiktig kapital.

Spørsmål om kapital er bundet til spørsmål om eierskap. Innsprøyting av kapital i oppstartsselskaper gir eierskap i bedriften. Når det ikke investeres i norske selskaper er det to aktuelle utfall: konkurs, eller oppkjøp av utenlandske aktører. To av informantene kommenterte denne trenden innen oppkjøp og hevdet at dette er en trussel for norske bedrifter: *”Det må legges til rette slik at man kan sikre norsk eierskap til norsk utviklet høyteknologi også i en stabil kommersiell og industriell fase. Tidligere har man med suksess fått til dette innenfor energiproduksjon, metallproduksjon, mekanisk industri samt olje og gass.... Men i vår sektor blir vi kjøpt opp utenfra. Vi må legge til rette for at norsk teknologi innen nanoteknologi kan bli i Norge” (Bedrift 2).*

Jeg vil fremheve at det er et tankekors for offentlige myndigheter at det brukes betydelige ressurser på forskning og grunnleggende utvikling av nanoteknologi, men at selskapene som kommersialiserer denne teknologien i mange tilfeller ender opp på utenlandske hender.

Oppsummert kan det trekkes fram at dårlig tilgang til kapital og finansiering har vært en tydelig utfordring ved kommersialisering av nanoteknologi, og dette framstår som utpreget blant oppstartsbedriftene. Antagelsen om utilstrekkelig tilgang til langsiktig investeringskapital og treffsikre finansielle støtteordninger bekreftes som utfordringer. Lav interesse fra det etablerte næringslivet, eller snarere lav forståelse for teknologiens nytte i verdikjeden, ble løftet fram i kapittel 4.1.1. Liten interesse har gjort det krevende å overbevise eksisterende næringsliv om anvendelsenes nytteverdi, og derav skape grunnlag for et kundeforhold som genererer inntekter. Spørsmålet om markedets etterspørsel besvares i kapittel 4.4.

### 4.3 Tilgang til kompetanse og medarbeidere

Mangel på kompetanse og kunnskap

Teorikapittelet ledet frem til en antagelse om at dårlig tilgang til human kapital vil hemme kommersialiseringsprosessen. Mangel på personer med kunnskap og kompetanse om nanoteknologi ble ikke særskilt vektlagt som en utfordring ved gjennomgang av ulike kilder, men det ble etterspurt at flere norske personer burde ta doktorgrad innen nanoteknologi i Norge.

Det ble trukket fram at det ikke alltid har vært personer med riktig kompetanse i Norge, men at det har vært uproblematisk å rekruttere internasjonale medarbeidere.

*"Antallet personer i Norge med denne type kompetanse vi trenger er ganske få. Det skyldes at det utdannes få eller ingen personer i Norge med denne kompetansen. Vi har derfor vært nødt til å hente inn folk fra andre land. Det har også vært utfordrende å få norsk søkere til PhD-stipend der vi er involvert. Det burde vært flere som tar slike grader i Norge" (Bedrift 2).*

Radikale prosjekter innenfor nanoteknologi er avhengig av høy kompetanse. Et oppstartsselskap som utnytter en ny teknologi preges av et høyt risikobilde og faren for nederlag og konkurs kan virke avskrekkende for en del kunnskapsmedarbeidere. På spørsmål om dette hadde preget bedriftene svarte en av informantene: *"Jeg vet at ansatte og mulige søkere har tenkt på hvor risikofyllt det er å bli med i et slikt oppstartsselskap. Dette er helt klart noe som har påvirket selskapet, men det har ikke vært en kjempestor utfordring. Vi har klart å tiltrekke oss og holde på svært flinke folk" (Bedrift 2).*

Spørsmålet koker igjen ned til risiko: viljen til å ta den, og evnen til å redusere den. Dette er særlig relevant for besvarelsen av problemstillingen. Det virker som om det er tilgjengelig human kapital, på tross av divergerende uttalelser, men at det er viktig å håndtere risikoen for å bli involvert i denne typen prosjekter. Det er ikke urimelig å anta at personer med denne typen kompetanse er etterspurte, og at det å gå over i et oppstartsselskap med høy risiko kan virke avskrekkende. Denne effekten forsterkes av de lange utviklingsløpene som kjennetegner nanoteknologi.

#### **4.4 Marked og etterspørsel**

For at bedriftene skal lykkes med innovasjon må det være et marked for å omsette produktene. Bruk av nanoteknologi i kommersiell øyemed avhenger av kjøpsvillighet – noen må jo tross alt betale for dette. Uten et klart marked og en klar kunde eller kundegruppe er det fare for at bedriftene driver en forskningsbasert innovasjon som er lite bærekraftig. Maine et al (2012) viste at bedrifter som benytter nanoteknologi kjennetegnes av stor usikkerhet omkring markedsstørrelsen og kundemassen, det kan synes som dette også er tilfelle i Norge.



Alf Bjørset trakk under *Innspillskonferansen* fram at "Det må være et opplevd behov fra større kundegrupper enn det det er i dag". Det usikre markedsbildet kan være en forklaring på hvorfor industrien sliter med å finne relevante anvendelsesområder. Sagt med andre ord kan dagens situasjon for kommersialisering av nanoteknologi beskrives som en 'catch-22': Det finnes ingen etterspørsel i dag, derfor kommersialiseres nanoteknologi i liten grad. Men fordi det kommersialiseres så lite nanoteknologi så finnes det ikke grunnlag for å danne etterspørsel etter nanoteknologi.

Blanding av lav etterspørsel i eksisterende markeder, kombinert med problemer med å identifisere gode anvendelsesområder framstår derfor som generelle utfordringer for kommersialisering av nanoteknologi. Gradvise forbedringer og bedre forståelse av teknologien vil trolig endre dette bildet. Men i tråd med Fosters modell (1986) er det behov for økt ressursbruk for å bedre teknologiens ytelsesevne. En videre satsning på nanoteknologi er derfor en forutsetning for å øke sannsynligheten for å finne gode anvendelsesområder som vil øke, eller skape, etterspørselen.

Det kan også tas politiske grep for å øke etterspørselen gjennom å legge til rette for etterspørselsdrivende virkemidler. Arenaer for samhandling blir derfor et viktig tiltak. Tiltak for å skape relasjoner og samarbeidsprosjekter mellom potensielle partnere i næringslivet kan danne grunnlag for gode kundeforhold.

Offentlige organisasjoner besitter også stor forbrukermakt, som kan brukes til å stimulere etterspørsel etter løsninger fra nanoteknologibedrifter. Det sterke fokuset på nanoteknologiens evne til å løse ulike globale utfordringer, særlig innen helse og miljø, gir grunn til å hevde at forbrukermakten vil bli avgjørende for å realisere en del kommersielle prosjekter innen disse sektorene. Offentlige selskaper utgjør en betydelig andel av den totale næringen innenfor disse bransjene.

#### 4.5 Intellektuelle rettigheter

Mangelfullt system for intellektuelle rettigheter

Tids- og kostnadskrevende å søke patenter

Kapittel 2 løftet fram at et mangelfullt system for intellektuelle rettigheter; og kostnadskrevende prosesser med å søke patenter kunne utgjøre utfordringer ved kommersialisering av nanoteknologi. En sammenstilling av funnene gjorde det mulig å avkrefte disse antagelsene.

Norsk lovgivning gir bedrifter tilgang til intellektuelt vern, og systemet legger slikt sett til rette for innovasjon. De immaterielle rettighetene gir en bedrift juridisk eierskap over sin intellektuelle eiendom og dermed rett til å trekke aktører som bryter denne retten til domstolene (Schilling, 2010). Etter norsk lov oppstår vern av åndsverk umiddelbart når et verk er skapt, mens vern av varemerker oppstår ved innarbeidelse i kundekretsen. Patent- og designvern kan oppnås gjennom søknad og innvilgelse via Patentstyret. Søknader om vern kan være tidkrevende, og innebærer en kostnad. Det er også en kostnad ved å opprettholde patenter og for ved å holde oversikt over at bedriftens rettigheter ikke brytes av andre aktører.

Under *Innspillskonferansen* redegjorde daværende seniorrådgiver i Patentstyret, Lene Nikolaisen, for patentsituasjonen innen nanoteknologi i Norge. Hun fortalte at Patentstyret hadde gjort store grep for å ligge i forkant av etterspørselen etter denne type patentsøknader, og satt sammen et tverrfaglig team for å kunne behandle slike søknader. Det ble gjort betydelige forberedelser for å kunne løse potensielle utfordringer ved denne typen søknader, spesielt ble spørsmål knyttet til klassifiseringssystemet tydelig behandlet. Det skulle allikevel vise seg å være *”de manglende søknadene som var den største utfordringen. Det var kun 20 søknader inne per 2011”*. Frode Ness fra Patentstyret kunne bekrefte at situasjonen er den samme i dag, tre år etter. Jeg anså derfor at dette kunne være en indikasjon på at slike søknadsprosesser ble ansett som en utfordring fra bedriftshold.

Gjennom dialog med bedriftsinformanter ble det avkreftet at de har oppfattet det som en utfordring å søke patenter. Det var i følge informantene hovedsakelig to årsaker til at bedriftene ikke har søkt patenter i Norge for sine produkter som nyttiggjør seg av nanoteknologi:

Den ene forklaringen skyldes at bedriften foretrakk å holde teknologien hemmelig fremfor å offentliggjøre teknologien. Hos en av de store bedriftene var årsaken til dette at de fryktet at konkurrenter kunne omgå patentet og lage lignende produkter. De

fryktet at konkurrenter kunne omgå patentet dersom de fikk innblikk i patentsøknadene. Ettersom patentsøknader blir åpent tilgjengelige for allmennheten 18 måneder etter at søknaden er levert til Patentstyret, ble det vurdert som risiko at andre kunne bruke informasjonen i deres søknad til å lage tilsvarende, like produkter. Bedriften så det derfor som mer formålstjenlig å bruke hemmelighold som vern for sine produkter, og unnlot derfor å patentere produktet som inneholdt nanopartikler.

Det andre forklaringen var at bedriftene har ansett det som mer formålstjenlig å søke patenter andre steder enn i Norge. Bedriftene har primært valgt å sende søknadene til EPO, amerikanske eller britiske patentkontor. Det skyltes både et kostnadsspørsmål og et praktisk spørsmål. Det praktiske aspektet kom av at bedriftenes kunder, leverandører og konkurrenter har befunnet seg i et internasjonalt marked. Bedriftene ønsket derfor å søkte patenter der de store markedene befinner seg. Dette blir tydeliggjort av utsagnet " *Vi har alltid skrevet patentsøknadene på engelsk fordi alle våre kunder og konkurrenter er utenlandske*" (Bedrift 2). På grunn av dette ville bedriftene uansett være nødt til å utarbeide engelskspråklige patentsøknader, og de mente derfor at de kunne sende den første søknaden til et internasjonale eller engelskspråklig patentkontor.

Når det kom til kostnadsaspektet kom det fram to tilsynelatende divergerende argumenter. En bedriftsinformant løftet fram at kostnaden ved å søke om patenter er relativt høy i Norge, og at de derfor anså det som kostnadsbesparende for dem å søke patenter i USA eller Storbritannia. En annen bedrift løftet fram at det er en høyere førstegangskostnad ved å file i EPO, men at denne kostnaden ble rettfærdiggjort av at de ble rettighetsberettiget for hele EPO-området. Dermed ble kostnaden relativt sett lavere.

En informant fortalte at deres bedrift hadde søkt patenter for sine produkter i Norge helt fram til Norge ble en del av EPO. Årsaken til at EPO foretrekkes skyldes at organisasjonen er større og har mer ressurser, at de anser kunnskapsnivået til å være høy blant de ansatte i EPO. Til tross for at bedriften anser Patentstyret som en svært profesjonell organisasjon, så mente de at organet var noe begrenset i sammenligning med EPO.

Det ble også løftet fram at patenter er en måte å gjøre teknologien og produktet til bedriften kjent. Patenter har derfor en form for markedsføringsverdi, ettersom mange følger med på utviklingen. Dette var en ny refleksjon, som viser at intellektuelle

rettigheter kan ha en verdi utover selve vernet. Det er også en måte å skape interesse for den tekniske løsningen.

#### 4.6 Risikofylte forhold

Usikre forhold rundt helse, miljø og sikkerhet

Kapittel 2 konkluderte med at usikre forhold rundt helse, miljø og sikkerhet kan utgjøre en utfordring ved kommersialisering av ny teknologi. Det ble løftet fram at usikkerheten sannsynligvis påvirker risikobildet som bedriftene møter, og derav kunne utgjøre en potensiell utfordring ved kommersialisering. Koblet mot Jollys (1997) oversikt over kjente problemer ved kommersialisering av ny teknologi, vil de usikre forholdene kunne føre til at opinionsledere vil ha en forsiktig tilnærming til teknologien. Det kan bidra til påvirke diffusjonsraten til nanoteknologi i Norge. Antagelsen som ble framsatt i teorikapitlet bekreftes av datafunnene.

Risiko kan ta mange former. Bruk av nanoteknologi innebærer risiko knyttet til helse-, miljø og sikkerhet (HMS). Det skyldes at nanoteknologien framstiller materialer på partikkelnivå som lett avsettes i luftveiene, og derfor kan utgjøre en utfordring for arbeidsmiljøet der det er snakk om giftige partikler. Mennesker kan også eksponeres for nanopartikler gjennom huden, så vel som gjennom svelging og innånding. Det er foreløpig lite som er kjent om hvilke helseeffekter som er kjent på mennesker som følge av eksponering for nanomaterialer, men dyreforsøk viser at eksponering for enkelte materialer gir økt sannsynlighet for kreft og nedbryting av levende materiale (Arbeidstilsynet 2014).

Få av bedriftene som har mottatt støtte fra NANOMAT og NANO2021 har nanoteknologi nevnt på sine nettsider, noe som er interessant i seg selv. Det har mest sannsynlig sammenheng med at Forbrukerombudet og media har advart befolkningen om de potensielle farene som ligger i bruk av ulike typer nanomaterialer, og at bedriftene frykter at dette vil påvirke etterspørselen. Det kan derfor synes som om sikkerhet knyttet til miljø- og helseeffekter utgjør en utfordring for nanoteknologiens diffusjon.

Under Innspillskonferansen var usikkerhetsmomentet ved nanoteknologi gjenstand for diskusjon. Den store usikkerheten omkring faren ved nanoteknologi utgjør bakgrunnen for at den nasjonale strategien for nanoteknologi løfter fram et ønske om *ansvarlig* teknologiutvikling. I Norge satses det derfor på forskningsprosjekter for å øke kunnskapsgrunnlaget om, og redusere risiko ved, menneskers eksponering for nanoteknologi. Blant informantene ble det løftet fram at det er behov for denne satsningen:

*"Det er ingen som med 100 % sikkerhet kan si noe om hvor farlig nanomaterialer kan være. Det er derfor positivt at HMS er en del av forskningsprogrammene i Norge" (Bedrift 2).*

og

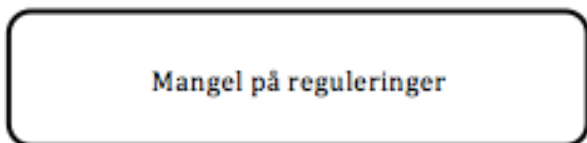
*"Det er behov for mer forskning om hvilke typer nanoteknologi som er skadelig, så alle kan bli klar over hva som er farlig og hva som ikke er farlig. Slik blir bruken av ulike typer nanoteknologi tryggere for industrien, for kundene og for det øvrige samfunnet" (Bedrift 5)*

Negative oppslag om usikkerheten rundt nanoteknologi hadde tydelig påvirket markedsføringsstrategien til en av de etablerte bedriftene. På grunn av risikoen for negative generelle oppslag om nanoteknologi lot bedriften bevist være å markedsføre at produktet inneholdt nanoteknologi. Dette ble basert på en argumentasjon om at en potensielle negative oppslag om nanoteknologi innen egen eller andre bransjer ville kunne skade bedriftens rennommé. *"Selv om vi vet at helseisikoen er lav, så ønsker vi ikke å markedsføre at produktene våre inneholder noe nano ettersom vi er redde for at negative oppslag om annen type nanoteknologi kan slå tilbake på oss. Der er vi helt tydelige" (Bedrift 5).* Utsagnet gjør det tydelig at konsekvensen av dårlige oppslag om nanoteknologi vurderes som alvorlige for etterspørselen. Etablerte bedrifter besitter mye verdi i form av goodwill. Det er grunn til å anta at bedriftene ikke ønsker å sette dette på spill, og derfor er forsiktige med å nevne at de har tatt inn en ny type teknologi i produktene, hvor faren for negative oppslag er stor.

Det er allikevel viktig å nyansere dette bildet noe: En informant sa at de var bevisst på at negative nano-oppslag i avisene kunne ha negative konsekvenser for bedriften, men hevdet at dette ikke var årsaken bak deres valg om å unngå markedsførte at de brukte nanoteknologi i sine produkter. Hovedårsaken til at de ikke skriver at de bruker

nanoteknologi i sine produkter *"skyldes at det er viktig for oss å synliggjøre funksjonen som produktet har, ikke teknologien som ligger i den"* (Bedrift 4). Utsagnet bidrar til å synliggjøre at det kan være flere årsaker til at produktetiketter ikke viser at innholdet har en kobling mot nanoteknologi.

#### 4.7 Regulatorisk treghet utløser frustrasjon.



Teorikapittelet ledet frem til en antagelse om at mangel på reguleringer kan utgjøre en utfordring for kommersialisering. Det skyldes primært at uetablerte bransjeregler og lovverk vil øke graden av usikkerhet omkring framtidige lover og pålegg. Med klare reguleringer vil det forretningsmessige bilde være mer klart for aktørene.

*"Det er i dag ingen store nasjonale eller internasjonale reguleringer som styrer "nanoteknologi-bransjen" (Bedrift 4).*

Gjennom undersøkelser ble det mulig å bekrefte at det er få reguleringer på plass som styrer nanoteknologibransjen. Det ble også tydelig at det er behov for utvikling av internasjonale standarder. Videre var det tydelig at trege reguleringsprosesser innen tilgrensende fagområder, som kjemi, utløser frustrasjon. Oppsummert synes ikke informantene å vektlegge forhold rundt reguleringer som en veldig stor utfordring, men jeg trekker det allikevel fram, da det er noen interessante forhold som ble belyst i studien.

Under *Innspillskonferansen* ble det løftet fram at utvikling av og implementering av standardiseringer er nødvendige for å sikre forsvarlige forhold rundt nanoteknologiutvikling, og skape en felles terminologi og ISO-system. Det ble også pekt på viktigheten av å påvirke prosessen med utarbeiding av standardene.

En av bedriftene i denne studien drev virksomhet som hadde nanoteknologi i kjemiske produkter, og hevdet at den største utfordringen de møtte var myndighetenes treg

implementering av EØS-regelverket om kjemiske midler, samt de nasjonale påbudene om merking av produktene. I tillegg ble det løftet fram at myndighetenes kompetanse om kjemi var mangelfull, og at det derfor er umulig å snu seg til dem for råd og hjelp. Antagelsen om at reguleringer gjør det vanskelig å drive kommersialisering viser seg derfor å bli bekreftet av en av de etablerte bedriftene, mens dette i mindre grad trekkes frem som en utfordring av de nyetablerte bedriftene.

#### 4.8 Oppsummering

Det er åpenbart at etablerte og nyetablerte bedrifter som kommersialiserer nanoteknologi møter ulike utfordringer. De etablerte bedriftene rapporterte at de ikke møtte på veldig mange eller store utfordringer, men at regulatoriske elementer skaper treghet i systemet. I tillegg hevder de etablerte bedriftene at det fortsatt er en vei å gå før de fullt ut forstår hvordan de skal nyttiggjøre seg denne teknologien, ettersom de sliter med å identifisere relevante bruksområder for teknologien. De trakk fram at de sliter med å finne anvendelsesområder som gir markedsmessig nytte for dem, og virker redde markedsreaksjoner ved HMS-problematikk. De store selskapene opptrer derfor svært forsiktig, noe som er i tråd med teori på feltet.

Relativt nyetablerte bedrifter har slitt med tilgang til finansiell kapital for å overleve produktutviklingsfasen. Teori og tidligere undersøkelser av kommersialisering av teknologi har vist at tilgang til viktige ressurser ofte byr på en utfordring for slike selskaper. I en tidlig fase har det vært behov for finansiell og human kapital, nettverk og intellektuelle rettigheter, og dette behovet har framstått som sterkere for oppstartsbedrifter enn etablerte bedrifter.

Typer av utfordringer	Kjennetegn	Konklusjon etter analyse	
		Etablerte bedrifter	Oppstartsbedrifter
Tekniske og produksjonsmessige utfordringer	Tids- og kostnadskrevende produktutvikling	Bekreftet	Bekreftet
	Skaleringsutfordringer	Ikke bekreftet - gjenstand for videre forskning	Ikke bekreftet - gjenstand for videre forskning
	Høye driftskostnader	Bekreftet	Bekreftet
Intellektuelle rettigheter	Mangelfullt system for intellektuelle rettigheter	Synes ikke å være en utfordring	Synes ikke å være en utfordring
	Tids- og kostnadskrevende å søke patenter	Synes ikke å være en utfordring	Synes ikke å være en utfordring
Mangel på kompetanse og kunnskap	Dårlig tilgang til human kapital	Synes ikke å være en utfordring.	Synes ikke å være en utfordring, men det er behov for å rekruttere medarbeidere med relevant kunnskap internasjonalt
Dårlig tilgang på støtte	Usikkert marked og etterspørsel	Usikre på etterspørselen, og avventer derfor.	Bekreftet
	Lav interesse hos eksisterende næringsliv	Ikke bekreftet blant bedriftene selv - gjenstand for videre forskning	Bekreftet - dette gjør det vanskelig å inngå kundeforhold til eksisterende næringsliv
	Mangel på tilstrekkelig langsiktig investeringskapital	(Ikke relevant)	Bekreftet
	Mangel på treffsikre offentlige støtteordninger	Ikke bekreftet - fornøyde med SkatteFUNN, som framstår som mest relevant	Bekreftet
Usikre forhold rundt helse, miljø og sikkerhet	Påvirker risikoprofilen (for medarbeidere og etterspørsel)	Bekreftet	Bekreftet
Mangel på reguleringer	Skaper usikkerhet rundt framtidige regler	Bekreftet	Ikke bekreftet - gjenstand for videre forskning

Table 4 - Oppsummering av funn





## 5.0 Hvordan kan innovasjonssystemet legge til rette for kommersialisering av nanoteknologi i Norge?

Norske myndigheter har ønsket at forskning og ansvarlig teknologiutvikling innen nanovitenskap skal bidra til næringsutvikling og flere arbeidsplasser, og styrke Norges konkurransekraft. Med ambisiøse målsettinger har det vært behov for konkrete politiske tiltak.

I kapittel 2 ble det redegjort for Edquists (1997; 2005) definisjon av et innovasjonssystem. Definisjonen gjør aktører, formelle strukturer og lover til viktige faktorer i en analyse av et innovasjonssystem som kommersialisering av nanoteknologi skjer innenfor. Kommersialisering av nanoteknologi formes av både økonomiske og institusjonelle strukturer, og bedriftenes innovasjonsevne avhengig derfor av systemet. Dette kapitlet har et utpreget fokus på de økonomiske og finansielle strukturene i systemet. Det skyldes at kapittel 4 konkluderte med at oppstartsbedriftene har funnet det vanskelig å oppdrive innovasjonsmidler i Norge.

Tradisjonelt har norske innovasjonspolitiske virkemidler vært innrettet for å styrke ressursene til innovasjon. De senere årene har det skjedd en vridning fra denne tilbudsrettede politikken mot mer bruk av etterspørselsdrevet innovasjon. Det har skjedd gjennom opprettingen av virkemidler for å stimulere etterspørselen etter innovative produkter og tjenester i markedet (Spilling 2010). En omfattende undersøkelse som ble gjennomført på oppdrag av EU-kommisjonen i 2009 konkluderer med at etterspørselsrettede virkemidler har større betydning for innovasjonsadferden til bedriftene enn tilbudsrettede virkemidler (European Commission 2009, gjengitt i Spilling 2010).

Det norske innovasjonssystemet består av private aktører og organisasjoner i det offentlige virkemiddelapparatet. Blant offentlige organisasjoner utgjør Innovasjon Norge, SIVA, Norges Forskningsråd, og teknologioverføringskontorene på norske universiteter og høyskoler de største og viktigste aktørene. Investorselskaper og banker utgjør de mest avgjørende private aktørene. I tillegg forvaltes de offentlige såkornfondene av private aktører. Mangfoldet av aktører gjør det norske innovasjonssystemet avhengig av god koordinering og sømløse overganger.

Med nanoteknologi som et klart definert forskningspolitisk satsningsområde, er Norges

Forskningsråd og de forskningsutførende institusjonene viktige forskningspolitiske aktører. Innovasjon Norge, SIVA og finansnæringen vil ha større betydning for de mer kommersielle aktivitetene, men NFR spiller en rolle også her. Steget fra forskning og kunnskap til kommersiell nytte inkluderer dermed svært mange aktører. Systemet kan ved første øyekast framstå som fragmentert og overlappende, og lite preget av målstyring.

Informantene hadde ulike meninger om hvorvidt innovasjonssystemet er innrettet på en slik måte at de løser utfordringene som oppstår ved kommersialisering; og hadde ulike svar på spørsmålet om hvordan innovasjonssystemet bedre kan legge til rette for kommersialisering. I dette kapitlet har jeg valgt å gi kort informasjon om de ulike ordningene, og vektlegg synspunkter som kom fram ved analysen av datamaterialet. Kapitlet avsluttes av noen kritiske bemerkninger.

Opgavens omfang har påtvunget avgrensninger for undersøkelsen, og SIVAs rolle i systemet blir derfor ikke behandlet. Det gjør heller ikke de regionale innovasjonssystemene. Det skyldes primært tidshensyn for oppgaven, og sekundært at SIVA ikke ble nevnt ved sammenstilling av datamaterialet.

## **5.1 Norges forskningsråds- en viktig premissleverandør for kommersialisering av norsk forskning**

Norges Forskningsråd forvalter forskningsmidlene gjennom NANO2021 og andre tematiske programmer. Midlene fordeles etter en konkurransebasert modell hvor forskningsprosjektene blir rangert basert på ulike kriterier. I tillegg administrer Norges Forskningsråd FORNY2020-programmet, som er relevant for oppgavens problemstilling. Hovedmålet til FORNY2020 er å *"Bidra til økt verdiskaping ved å bringe forskningsresultater fra offentlige finansierte forskningsinstitusjoner fram til markedet"* (Rasmussen and Gulbrandsen, 2009: 44).

Programmet har endret fokus mot prosjektfinansiering, og bort fra aktørperspektivet, og *"Programmet skal nå framfor alt bidra med finansiering til prosjekter med stort kommersielt potensial, men høy risiko, og være med på å gjøre disse til attraktive investeringsobjekter for private aktører. Bevilgningene til kommersialiseringsaktørene*

*konsentreres om aktiviteter som skal gjøre disse mer profesjonelle, mer effektive og mer spesialiserte” (Amundsen, 2014).*

Programmet er altså et virkemiddel for å sikre effektiv utnyttelse av resultater fra norsk forskning som er offentlig finansiert. Programmet skal bidra til *”å forløse potensiale fra forskningen som ikke fanges opp gjennom etterspørsel fra det eksisterende næringslivet eller offentlige aktører”* (Forskningsrådet, 2011) . Det gir FORNY2020-programmet en rolle i innovasjonssystemet som skiller seg fra de andre virkemidlene. Programmets rolle er å evaluere det kommersielle nyttepotensialet til ideer som oppstår i forsknings-Norge. I 2011 utgjorde bevilgningene til FORNY-programmet og kommersialisering av forskningsresultater 0,4 prosent av de samlede forskningsbevilgningene over statsbudsjettet. NFR har som mål å øke dette til 1 prosent (*Forskningsrådet, 2011*).

Informantene var enige om at NFRs rolle som tilrettelegger for forskning og samarbeid fungerer på en svært god måte. Det eksemplifiseres av utsagnet: *”Vi føler at det er god tilgang til forskningsstøtte gjennom Forskningsrådet og ordningen framstår som svært velorganisert”* (Bedrift 1). Det stemmer godt overens med evalueringen av NANOMAT som ble gjennomført av DAMVAD og Econ Pöyry i 2011.

En av de etablerte bedriftene løftet fram at Norges Forskningsråd har fungert som en veldig god og profesjonell arena for å fordele forskningsmidler. Det ble allikevel løftet fram at forskning som er politisk styrt har en tendens til å skape et press om å treffe de riktige nøkkelordene når man skal søke om forskningsmidler i Norge. I følge bedriften kan det føre til at en del gode forskningsprosjekter som ikke treffer disse ordene ikke får støtte, selv om initiativet har stort markedsmessig potensial. De hadde selv opplevd at forskningsprosjekter der de så et klart kommersielt potensial ikke ble bevilget midler.

Norges Forskningsråd administrer og innvilger også søknader til SkaffeFUNN-ordningen. Dette er en rettighetsfestet ordning som gir skattepliktige bedrifter rett til skattefradrag for sine FoU-prosjekter. Blant informantene var det stor entusiasme rundt denne ordningen, og det ble løftet fram som et godt virkemiddel for å stimulere til FoU-virksomhet i bedriftene.

Relevansen NFR har i forhold til kommersialisering av nanoteknologi ble mer kritisert: *”Det store programmet NANO2021 retter seg for mye mot forskning og utvikling,*

*og for lite mot kommersialisering. Det er ubetydelige summer som er tilgjengelig for de som ønsker å kommersialisere" (Anonymisert nøkkelinformant).*

På den annen side kunne en av oppstartsbedriftene melde at Forskningsrådets prosjektmidler hadde vært avgjørende for suksessen til en av oppstartsbedriftene: *"Uten NANOMAT-prosjektene våre, så ville vi ikke hatt bedriften nå. Midlene var utløsende for å bekrefte teknologien vår, og det gjorde forretningsprosjektet mulig" (Bedrift 2).* Det er derfor ikke et entydig funn at NFRs rolle i å stimulere til kommersialisering er svak.

Forskningsrådet er selv klar over utfordringene for kommersialisering av forskning i Norge. I et notat som ble skrevet i forbindelse med den første evalueringen av FORNY2020 (2013) ble det løftet fram at systemet for å kommersialisere forskningsresultater er fragmentert, og at ingen aktører tar eierskap for å koordinere driften av dette feltet framover. Likeledes blir det av NFR løftet fram at det mangler incentiver for at både forskere og forskningsinstitusjoner skal kommersialisere forskning; og at det er lite kompetent kapital tilgjengelig i en tidlig fase av utviklingen. NFR har derfor signalisert at det er behov for en økning i midlene til programmet FORNY2020 dersom målet om næringsmessig utnyttelse av forskningen skal nås (Forskningsrådet, 2013). Notatet byr på svært interessant lesning da det gir en god problembeskrivelse som synes å være i tråd med funn fra denne studien. En økning i midler til FORNY-programmet vil øke tilgangen til prosjektmidler for å gjennomføre risikofylte kommersialiseringsprosjekter. Det vil sannsynligvis bidra til å senke graden av utfordringer knyttet til å hente inn risikovillig kapital.

Bakgrunnen for NFRs workshop var at prosjektene som søker midler fra NANO2021 ofte får dårlig total karakter fordi de skårer lavt på de forretningsmessige kriteriene. Workshopen ble avholdt for å korrigere for dette gjennom innspill om hvordan dette bør skrives og gjennomføres. Det er et klart tiltak for å øke kommersialiseringen av forskningen i det store programmet. Bakgrunnen bidrar til å nyansere bildet av industrien som faktoren som hemmer nye radikale prosjekter, gjennom å forklare at lav total karakter (og dermed tilgang til finansiell støtte til forskningsprosjekter) ofte skyldes at søknadene ikke er godt til å redegjøre for de kommersielle sidene ved forskningsprosjektene. Som en sidekommentar kan det nevnes at det faktisk er NFR som går i dialog om dette temaet, understøtter denne oppgavens relevans.

Bjarne Tvette fra Inven2 kunne fortelle at *"I vår portefølje har vi mange nano-prosjekter hvor teknologien er i en fase som er for tidlig til at FORNY-programmet blir aktualisert. Det skyldes at prosjektene ikke tilfredsstillt kravene som settes av FORNY-prosjekter. Blant annet settes det krav om å verifisere teknologien raskt, helst innen 3 år. Det settes også krav om at et produkt skal være klart innen de påfølgende 1-2 år så det kan inn i markedet. Nanoteknologi har laaaaange utviklingsløp som gjør at dette ikke er mulig innenfor tidsrammen"*. Dette tyder på at mer midler til FORNY2020 ikke er en mirakelkur, og det blir tydelig at det norske innovasjonssystemet opererer med for korte tidsintervaller for at kommersielle nanoteknologiprosjekter får mulighet til å bevise sitt potensial. Det er derfor grunn til å evaluere hvorvidt det burde settes ulike krav for kommersialiseringsprosjekter innenfor ulike næringer.

Norges Forskningsråd spiller altså en viktig rolle både som formidler av forskningsmidler, som rådgivende organ og som tilrettelegger for samarbeid innen forskning og utvikling. Gjennom tilrettelegging for flere samarbeidsarenaer og møteplasser mellom forskningsinstitusjonene og næringslivet i Norge, kan det oppstå spennende muligheter for forskningssamarbeid og kundeforhold.

Et interessant datafunn som angår teknologioverføring fra UH-sektoren angår radikale prosjekter og deres evne til å få lav karakter i programstyrene. Informanten fra teknologioverføringskontoret Inven2 kunne fortelle at prosjekter som de har stor tro på *"ofte dømmes nord og ned i NFR fordi representantene fra næringslivet bedømmer dem lavt med begrunnelse om at prosjektene ikke vil fungere på grunn av høy risiko"*. Med dette menes at prosjektene får lav karakter av de eksterne fagekspertene, og at de ikke klarer å overbevise programstyrene som foretar de endelige bevilgningene innenfor programmet. Det er et interessant funn at spennende og radikale prosjektene får dårlig skår fra de næringsmessige representantene fordi de ansees som lite realistiske for suksess. Dette gir grunnlag for å spekulere i om industrien fungerer som en sementerende faktor i systemet. Hvorvidt det kunne oppstå flere banebrytende og radikale innovasjoner dersom det var mer frihet til å gjennomføre prosjekter som ble ansett som eksperimentelle etter dagens standard, forbli et uavklart spørsmål. Men likevel et spørsmål som bør stilles.

## 5.2 Innovasjon Norge må stimulere til teknologisk gründervirksomhet og samarbeidsprosjekter

Innovasjon Norges formål er å være statens og fylkeskommunenes virkemiddel for å realisere verdiskapende næringsutvikling i hele landet (LOV-2003-12-19-130, 2003). Det statlige særlovselskapet ble opprettet i 2004, og administrerer flere ordninger som har til hensikt å stimulere til gründervirksomhet og nytt næringsliv i Norge. IFU/OFU- og NCE-ordningen er særlig relevant for forskningsbasert næringsvirksomhet. Etableringsstøtte og prioriterte satsningsområder har ikke fokus rettet mot forskning og teknologi, men kan allikevel være nyttige virkemidler.

Under datainnsamlingen kom det fram at det ikke var full tilfredshet omkring Innovasjon Norges rolle som tilrettelegger for innovasjon og kommersialisering av nanoteknologi i Norge. Det eksemplifiseres ved utsagn som *”For tekniske gründere er ikke systemet til Innovasjon Norge optimalt. Det er lange søknadsprosesser, og i tillegg er midlene som det kan søkes etter er utilstrekkelig i forhold til behovet. Som teknologigründer har du hverken tid og råd til å søke. Med slike ordninger blir det jo nesten umulig å gjennomføre næringsvirksomhet hvis du har teknologibakgrunn”* (Anonymisert nøkkelinformant).

Det byr på et tankekors at det offentlige selskapet som er satt til å realisere verdiskapende næringsutvikling i Norge, ikke klarer å stimulere til teknisk næringsutvikling. Innovasjon Norge som virkemiddel er derfor kanskje ikke tilstrekkelig for å stimulere til denne typen næringsutvikling.

Gjennom kapittel 4 ble det tydelig at lav etterspørsel og interesse fra industrien gjør kommersialisering av nanoteknologi krevende for oppstartsbedrifter. Virkemidler for å øke etterspørselen vil derfor trolig være et gode for å øke kommersialiseringsaktiviteten innen ulike former for nanoteknologi. Den norske IFU/OFU-ordningen er et etterspørselsdrevet tiltak som legger til rette for innovasjon ved å gi støtte til utviklingsprosjekter der en klar kunde er definert. Jeg anser derfor dette som en viktig ordning i Innovasjon Norges portefølje, og en videreføring av denne type initiativer vil sannsynligvis danne grunnlag for mer kommersialisering. Dette er også å anse som et tiltak for å øke stimulansen for teknologisk gründervirksomhet.

### 5.3 Behov for rene såkornfond og presåkornmidler

I kapittel 4 kom det fram at oppstartsbedrifter sliter med tilgang til kapital og finansiering. En av ekspertene trakk fram at den dårlige tilgangen til kapital bidrar til å skape konsulenter av gründere, fordi det ikke går å skape verdier med nanoteknologi på så kort til som de offentlige ordningene legger opp til.

Behovet for kapital oppstår ved flere faser av en kommersialiseringsprosess, og bedrifter i tidlig fase har et sterkt behov for tilgang til risikokapital. Ordningen med offentlige såkornfond er iverksatt for å bistå innovative bedrifter som er under fem år, og befinner seg i en tidlig utviklingsfase. Formålet til såkornfondordningen er å medvirke til etablering av innovative og konkurransedyktige vekstforetak i Norge gjennom å øke tilgangen til kompetent kapital (Grünfeld et al., 2009).

Såkornfondene er private investeringsselskaper og forvaltes på kommersiell basis. Fondene fungerer som en aktiv eier i bedriftene som de investerer i, og bidrar med egenkapital, bred kompetanse og store nettverk (Innovasjon Norge, 2014). Gjennom såkornfondene matcher staten private investorer slik at de blir villige til å risikere kapital og bruke tid og kompetanse på å utvikle nye bedrifter. Mange av disse bedriftene har sitt utspring i universitets- og forskningsmiljøer.

Såkornfondordningen administreres av private venturefond. Ordningen byr på en løsning for å dekke en svikt i kapitalmarkedet. Markedssvikten skyldes at potensielle investorer anser risikoen som for høy til at de ønsker å investere penger i bedriftene. Logikken er derfor at det offentlige skal avlaste noe av risikoen gjennom å legge til rette for tidlige investeringer i disse selskapene. Denne formen for markedsintervensjon fra det offentlige trigger mange diskusjoner, men det har vært ansett som legitimt med offentlige såkornfond såfremt de administreres på en måte som gjør at konkurransevridning unngås.

De første fondene i såkornordningen ble etablert i 1998, og investerte i oppstartsselskaper. Alle midlene fra såkornfondene ble investert, uten at det ble tilført nye midler. Over en periode hadde derfor ikke fondene mer kapital til nye investeringer. Det resulterte i at tilbudet om finansiell drahjelp ble kraftig redusert. I 2012 ble det igjen satt av mer midler, og to nye såkornfond er operative fra sommeren 2014. Målet er å



opprette inntil seks ny såkornfond (Norge, 2013) (Innovasjon Norge 2014). (NFD, 2013)(NFD, 2013)(NFD, 2013)(NFD, 2013)(NFD, 2013)

Blant informantene ble det løftet fram en skepsis til såkornfondenes nåværende innretning. En av informantene mente at dagens såkornfond er for risikoavers når de investerer, stikk i strid med intensjonene bak fondene:

*"Det er behov for rene såkornmidler – ikke slik som i dag, hvor såkornfondene ikke investerer i bedrift med rød bunnlinje og som er eldre enn 5 år" (Anonymisert nøkkelinformant).*

Denne kritikken løfter fram at tilgang til støtte er en utfordring for nye selskaper. Den underliggende problematikken skyldes at det er dårlig tilgang til langsiktig egenkapital. Men problemet trigges ytterligere av lite treffsikre offentlige støtteordninger. Dersom såkornfondene følger samme logikk som venturekapitalfondene, vil det være lite rom for nanoteknologiselskaper som trolig vil ha en rødbunnlinje i mer enn fem år på grunn av lang utviklingstid.

Den andre kritikken som dukket opp var at fondene ikke hadde nedslagsfelt der hvor forskningsmiljøene og kunnskapsbaserte oppstartsbedrifter hadde stort behov for dem: *"Grunnen til at ordningen med såkornfond ikke fungerer, er fordi det er behov for penger før selve såkornfond-fasen starter. Det skyldes at forskerne er en fase hvor de ikke er sikker på om man kan få til en industriell anvendelse" (Bjarne Tvette, Inven2).*

Denne problemforståelsen deles også av NRF, som mener at: *"Erfaringsmessig har disse (såkorn)fondene ikke vært aktive i den fasen FORNY2020-selskapene trenger penger. Det er behov for styrking av dagens finansieringsordninger og utvikling av nye ordninger" .*

Dette med andre ord behov for pre-såkornmidler.



**Figure 6 - Oversikt over kapitalkilder**

En av informantene mente at en løsning kunne være å bevilge mer frie midler til teknologioverføringskontorene. Bakgrunnen for forslaget var Inven2 sin erfaring, hvor det: *"hvert år faller to hundre gode ideer mellom to stoler fordi de er for langsiktige av natur og derfor finnes det ikke midler til å drive prosjektene fram. Det skyldes at det er få midler tilgjengelig i denne tidlige fasen. Og det gjør det svært vanskelig for bedriftene å innhente kapital i en tidlig utviklingsfase"*. Det skyldes at forskerne er en fase hvor de ikke er sikker på om man kan få til en industriell anvendelse.

*"Såkornfondene er nyttig og fine. Men bedriftene må klare å komme fram til den mer kommersialiserte fasen før ordningen blir relevant, og fondene løser derfor ikke den underliggende utviklingsproblematikken. For å realisere flere lovende ideer, vil det være hensiktsmessig å bevilge mer frie midler til teknologioverføringskontorene. Eller etablere en nasjonal pott med frie midler som kan administreres av de lokale teknologioverføringskontorene. Midlene må kunne prioriteres lokalt og brukes på langsiktige prosjekter som man har troen på!"*

En høyere andel frie midler som kan benyttes til prosjekter som faller mellom to stoler, vil kunne legge til rette for at forskning kan gi konkret nytteverdi.

Teknologioverføringskontorene tenker som investorer, men er tettere på forskningen ved kunnskapsinstitusjonene. I tillegg er de villige til å ta høyere risiko på langtidskrevende prosjekter. Denne løsningen vil primært være et gode for potensielle oppstartsbedrifter som driver med nanoteknologi. I neste omgang vil det kunne være et gode for etablerte selskaper dersom disse lisensierer eller kjøper teknologien fra disse oppstartsselskapene, eller inkorporerer disse selskapene i egen verdikjede gjennom

oppkjøp eller fusjonering. Bioteknologibransjen har vært preget av denne typen dynamikk, der de etablerte selskapene har kjøpt opp de mindre selskapene, stikk i strid med teori på feltet, som hevder at små oppstartsselskaper som benytter ny teknologi vil utkonkurrere de etablerte bedriftene. Med høye utgifter til utvikling er det ikke utenkelig at denne typen dynamikk vil prege nanoteknologibransjen(e).

#### 5.4 Oppsummering

Et klart funn fra datainnsamlingen er at både offentlige tilskuddsordninger og private finansinstitusjoner opererer med fundamentalt ulike tidshorisonter enn aktørene som er involvert i kommersialiseringsaktiviteter innen nanoteknologi. Den største utfordringen skyldes at eksterne aktører, stiller krav om at kommersiell suksess skal skje innen kort tid. Finansnæringen gjør dette på grunn av avkastningskrav fra eierne som skal innfris etter relativt kort tid. De offentlige ordningene stiller slike krav for å forsvare bruken av offentlige investeringsmidler og har behov for å vise til resultater fra pengebruken. På den annen side står forskerne og gründerne og hevder at det er umulig å innfri tidskravene når utviklingstiden er estimert å vare mye lenger. For å oppnå målsetningen om mer næringsmessig nyttiggjørelse av forskningen i Norge er det derfor behov for adressere dette problemet.

Risiko er uunngåelig når det er snakk om radikale teknologier. I Norge kan det synes som om svært få er villige til å dele risikoen ved nanoteknologiutvikling. Når det gjelder forskningsbevilgninger har Norge en tradisjon for å tenke langsiktig og velge ut prioriterte områder for forskningen, og gjennom offentlige bevilgninger har den norske stat båret en del av risikoen gjennom å finansiere *forskningen* innen nanoteknologi. Når det gjelder innovasjonsmidler er situasjonen annerledes. Det er derfor interessant å diskutere om de offentlige ordningene som omhandler kommersiell virksomhet tenker for kortsiktig i forhold til hva som er samfunnsnyttig hensiktsmessig når det kommer til teknologiutvikling.

Tilgang til kapital byr altså på en utfordring for teknologibaserte oppstartsselskaper. Det har derfor blitt iverksatt innovasjonspolitiske tiltak for å korrigere dette problemet gjennom å opprette såkornfondordningen og programmer som administreres gjennom virkemiddelapparatet.

Offentlige investeringer i forskning og utvikling kan begrunnes med at kunnskap er et offentlig, ikke-ekskluderbart gode og slike investeringer derfor er nyttige for en større krets enn individene som mottar midler direkte. Med et premiss om at kunnskap kan deles og at kunnskap kan ta nye former, vil det være en god investering.

Når det gjelder investeringer i mer kommersielle former dukker spørsmålet om konkurransevridding opp. Støtte til kommersialisering er derfor en balansekunst, og det offentlige virkemiddelapparatet må være påpasselige på at de finansierer prosjekter som kan virke konkurransevridende i markedet. Dette utgjør et komplekst juridisk spørsmål, og fram til nå har det vært ESA som har vært det aktuelle organet som har avgjort slike spørsmål. Jeg mener derfor at tiltak for å fremme kommersialisering ikke utelukkende er et enkelt spørsmål. Det er derfor behov for svært klare retningslinjer for hva det offentliges midler skal brukes til og grensedragninger for hvor politisk styring bør opphøre. Men det er et klart behov for løsninger for å redusere problemet som bedrifter opplever i kommersialiseringsfasen. Den norske stat kan bidra til dette gjennom å tilrettelegge for investering av kompetent kapital gjennom å tilfører kapital til kvalifiserte venturefond uten å styre bruken av midlene.

## 6.0 Konklusjon

Jeg satt meg et ambisiøst formål for oppgaven, ved å identifisere både konkrete utfordringer og analysere innovasjonssystemets relevans for kommersialisering av nanoteknologi. På grunn av den ambisiøse målsetningen for oppgaven var jeg nødt til å gjøre noen avgrensinger for å unngå at oppgaven skulle spenne for vidt. Det blir særlig tydelig i kapittel 5.

Gjennom arbeidet med masteroppgaven har jeg forsøkt å kartlegge ulike typer utfordringer som preger prosessen med kommersialisering av nanoteknologi i Norge. Dataanalysen bidro til å tegne et bilde av hvilke utfordringer som preger aktørene i dag, og deres syn på innovasjonssystemets relevans for å hjelpe dem til å overkomme utfordringene. Vurderingene av virkemidlene for å oppnå målsetningene for nanoteknologi, sett i forhold til utfordringene som bedriftene skisserer, gjør at jeg fant noen svakheter i dagens system.

Undersøkelsene avklarte at tilgangen til finansiell kapital utgjør en stor utfordringen i den framvoksende næringen. For å oppnå målsetningen om mer næringsmessig nyttiggjørelse av forskningen i Norge er det derfor behov for å løse dette problemet. I tillegg er det behov for å stimulere til mer samspill mellom akademia og næringslivet for å skape større bevissthet om potensielle anvendelser av nanoteknologi.

Det er mitt syn at virkemiddelapparatet som administrer og tildeler forskningsmidler fungerer godt, men det er fortsatt store behov for kommersiell drahjelp for bedrifter som er i en tidlig fase av teknologiutviklingen. I den nasjonale strategien er målsetningen at *"ansvarlig nanoteknologi skal gi et vesentlig bidrag til norsk næringsutvikling og samfunnsnytte"*. Jeg mener at videreføring av dagens virkemidler med korte tidshorisonter motstrider denne vedtatte ambisjonen. Dersom målet er å oppnå flere suksessfulle kommersialiseringsprosjekter i Norge er det derfor behov for å finne nye løsninger. Det er derfor behov for å endre de offentlige virkemidlene gjennom å øke tildelingen til FORNY2021-programmet og innrette de offentlige såkornfondene slik de var opprinnelig tenkt. I tillegg bør det tilrettelegges for investering av kompetent kapital gjennom å tilfører offentlige investeringsmidler til kvalifiserte venturefond uten å styre bruken av midlene. I tillegg bør investeringene i grunnforskning, utdanning og infrastruktur videreføres slik at for å styrke grunnmuren for videre kommersialisering.

Den nåværende regjeringen har ambisjoner om at de norske forsknings- og utdanningsmiljøer skal holde et høyt internasjonalt nivå. I løpet av 2014 vil Stortinget vedta en langtidsplan for forskning og høyere utdanning. I denne sammenheng er det viktig at det satses videre på nanoteknologi gjennom investeringer i infrastruktur, og ved at utdanning og forskning innen nanoteknologi sees i sammenheng. Likeledes er det viktig med en satsningen på entreprenørskap i høyere utdanning, slik at studenter får kunnskap om næringsutvikling og incentiver til å omsette sin kunnskap om nanoteknologi til konkrete anvendelser i et marked. Slik legges grunnlaget for tilgang til kunnskapsarbeidere som kan nyttiggjøre nanoteknologi i Norge.

Eierskap er også et viktig område som bør være i fokus for næringspolitikken fremover. En rekke av bedriftene er nødt til å selge seg ut av landet. Det er et paradoks at Norge skal bruke offentlige midler i forskning på nanoteknologi og deretter sitte å se på at ressursene flyttes ut av landet. Det bør derfor opprettes tiltak som gjør det attraktivt å investere i selskaper nasjonale og slik beholde eierskapet i Norge.

## 6.1 Veien videre

I all hovedsak har denne oppgaven søkt å vise noen trekk som kan danne grunnlag for mer dyptgående og vidtrekkende forskning. Det er behov for mer forskning på kommersialisering av nanoteknologi, og et generelt behov for en modell som sammenfatter kjente utfordringer ved kommersialisering. Jeg mener at det også grunn er til å gjennomgå de ulike politiske målsetningene som er satt for forsknings- og innovasjonspolitikken med et kritisk blikk. Det kan synes som at virkemiddelapparatet er fragmentert, og at det derfor er behov for å etterstrebe et mer sømløst system.

- ALLEN, K. 2010 *Entrepreneurship for Scientists and Engineers*, Pearson Education International
- AMUNDSEN, B. 2014. *Tilbakeblikk på FORNY-året 2013* [Online]. <http://www.forskningsradet.no>: Norges Forskningsråd. Available: <http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?c=Nyhet&pagename=FORNY2020%2FHovedsidemal&cid=1253995753228> [Accessed 20.05 2014].
- ASKHEIM, O. G. A. & GRENNES, T. 2008. *Kvalitative metoder for markedsføring og organisasjonsfag*, Oslo, Universitetsforlaget.
- BORLAUG, S. B. 2010. Kommersialisering av forskningsresultater - en effektiv innovasjonspolitik? In: SPILLING, O. R. (ed.) *Innovasjonspolitik - problemstillinger og utfordringer* Bergen: Fagbokforlaget.
- BOWER, J. L. & CHRISTENSEN, C. M. 1995. *Disruptive Technologies: catching the wave.*, Harvard Business Review.
- BYERS, T. H., DORF, R. R. & NELSON, R. R. 2011. *Technology Ventures: From idea to enterprise. Third Edition.*, New York McGraw-Hill
- CHRISTENSEN, C. M. 2013. *The innovator's dilemma: when technologies cause great firms to fail.*, Boston, Massachusetts, Harvard Business Review Press.
- EDQUIST, C. 2005. Systems of Innovation - Perspectives and Challenges. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C. & NELSON, R. R. (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- ETZKOWITZ, H. 2008. *The Triple Helix. University-Industry-Government Innovation in Action.*, New York, Routhledge.
- FAGERBERG, J. 2005. Innovation: A guide to the literature. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C. & NELSON, R. R. (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation* New York: Oxford University Press.
- FORSKNINGSRÅDET 2011. Programplan FORNY2020. In: FORSKNINGSRÅD, N. (ed.). Oslo Norges Forskningsråd.
- FORSKNINGSRÅDET 2012a. Da smått ble stort. Oppsummering etter 10 års satsning. In: FORSKNINGSRÅD, N. (ed.). Oslo
- FORSKNINGSRÅDET 2012b. Programplan 2012-2021 Nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer - NANO2021. In: FORSKNINGSRÅD, N. (ed.). Oslo.
- FORSKNINGSRÅDET 2013. FORNY2020 - året 2013. In: FORSKNINGSRÅDET (ed.). Oslo: Norges Forskningsråd.
- FOSTER, R. N. 1886. *Innovation: The Attacker's Advantage*.
- FREEMAN, J. & ENGEL, J. S. 2007. Models of Innovation: Startups and mature corporations. *California Management Review*, 50, 94-119.
- GRÜNFELD, L. A., GRIMSBY, G., CLAUSEN, T. & MADSEN, E. L. 2009. Veksthus eller såkorn til spille? Evaluering av ordningene for såkornfond under Innovasjon Norge. Oslo: MENON Business Economics, i samarbeid med Norlandsforskning. .
- GRØNNMO, S. 2004. *Samfunnsvitenskapelige metoder*, Bergen, Fagbokforlaget.
- HALL, J. S. 2005. *Nanofuture*, New York, Prometheus Books.
- HANSEN, T. B. & BORLAUG, S. B. 2008. Lokale systemer for kommersialisering av forskningsbasert kunnskap. Oslo: NIFU STEP.

- HENDERSON, R. M. & K.B., C. 1990. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. *Administrative Science Quarterly* 35, 9-30.
- INVESTOPEDIA. 2014. *Emerging Industries* [Online]. Available: <http://www.investopedia.com/terms/e/emergingindustry.asp> [Accessed 01.04.2014].
- JOHANNESSEN, A., CHRISTOFFERSEN, L. & TUFTE, P. A. 2011. *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*, Oslo, Abstrakt forlag.
- JOHANSEN, I. 2009. *Innovasjon og nyskapning. Et samspill mellom gründere, forskere, industri og investorer.*, Trondheim, Tapir Akademisk Forlag
- JOLLY, V. K. 1997. *Commercializing New Technologies: Getting from mind to market.*, Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press.
- KAUR, I. P., KAKKAR, V., DEOL, P. K., YADAV, M., SINGH, M. & SHARMA, I. 2014. Issues and concerns in nanotech product development and its commercialization. *J. Control. Release*.
- KING, G., KEOHANE, R. & VERBA, S. 1994. *Designing Social Inquiry*, New Jersey, USA, Princeton University Press.
- LEKSIKON, H. N. 1996. Hele Norges Leksikon. In: HENRIKSEN, P. (ed.) *Hele Norges Leksikon*. Viborg, Danmark: Hjemmets Bokforlag A/S i kommisjon hos Libri Arte AS.
- LINK, A. N. & SIEGEL, D. S. 2007. *Innovation, Entrepreneurship and Technological Change*, Norfolk, Oxford University Press.
- LOV-2003-12-19-130 2003. Lov om Innovasjon Norge.
- LUXRESEARCH April 2011. Nanotechnology Funding: Corporations Grab the Reins, Lux Research. Accessed on [https://portal.luxresearchinc.com/research/report\\_excerpt/7808](https://portal.luxresearchinc.com/research/report_excerpt/7808)  
: Lux Research.
- MAINE, E. & GARNSEY, E. 2006. Commercializing generic technology: The case of advanced material ventures. *Research Policy*, 35, 375-393.
- MANGEMARTIN, V. & WALSH, S. 2012. Editorial: The future of nanotechnologies. *Technovation*, 32, 157-160.
- MAZZOLA, L. 2003. Commercializing nanotechnology. *Nature Biotechnology*, 21, 1137-1143.
- MIDTBØ, T. 2007. *Regresjonsanalyse for samfunnsvitere.*, Oslo, Universitetsforlaget.
- MIDTTUN, A., ØRJASÆTER, N.-O. & THORSEN, H. 2014. Verdiskapning i lange innovasjonsprosjekter. En studie av Innovasjon Norges IFU-OFU-prosjekter. Oslo: Handelshøgskolen BI og Intro International
- NELSON, R. R. 2007. Understanding economic growth In: MALERBA, F. & BRUSONI, S. (eds.) *Perspectives on Innovation*. New York: Cambridge University Press.
- NFD, N.-O. F. 2010. *Hva er innovasjon?* [Online]. Oslo. Available: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/nfd/tema/forskning-og-innovasjon/hva-er-innovasjon.html?id=526485> [Accessed 20.01.2014].
- NFD, N.-O. F. 2013. *Forvaltere for nye landsdekkende såkornfond* [Online]. NFD. Available: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/nfd/aktuelt/nyheter/nyheter-2013/forvaltere-for-nye-landsdekkende-sakornf.html?id=746105> [Accessed 01.05.2014].



- NORGE, I. 2013. Forvaltere for nye landsdekkende såkornfond. Innovasjon Norges nettsider.
- NORGE, I. 2014. *Hva er IFU/OFU?* [Online]. Available: <http://www.innovasjon norge.no/no/finansiering/tilskudd-til-forskning-og-utvikling/Hva-er-IFU-og-OFU/> [Accessed 06.05. 2014].
- NÅS, S. O., HAUKNES, J. & EKELAND, A. 2010. Er Norge virkelig en innovasjonssinke? . *Forskningsspolitikk* 3/2010, 16-18.
- OECD 2010. The impacts of nanotechnology on companies. Policy Insights from case studies. . In: OECD (ed.). OECD Publisher.
- ORIAKHI, C. O. 2004. *Commercialization of nanotechnologies*. Master's degree, Massachusetts Institute of Technology.
- PATENTSTYRET. 2014. *Hva koster det? Prisoversikt* [Online]. <http://www.patentstyret.no> Patentstyret Available: <http://www.patentstyret.no> [Accessed 01.05. 2014].
- PÖYRY, D. O. E. 2011. Evaluering av NANOMAT. Damvad og Econ Pöyry på vegne av Norges Forskningsråd.
- RASMUSSEN, E., BORLAUG, S. B., BULANOVA, O., CLAUSEN, T., SPILLING, O. R. & SVEEN, T. 2013. Verdiskapning i forskningsbaserte selskaper og lisenser støttet av FORNY-programmet. Bodø: Universitetet i Nordland.
- RASMUSSEN, E. & GULBRANDSEN, M. 2009. Kommersialisering av forskningsresultater - mellom entreprenørskap og teknologioverføring. In: ASPELUND, A., MOEN, Ø., SÆTRE, A. S., SØRHEIM, R. & WIDDING, Ø. (eds.) *Teknologibasert nyskaping i Norge*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag.
- REGJERINGEN 2012-13. Meld. St. 18 (2012-2013) "Lange linjer - kunnskap gir muligheter". Oslo Departementets servicesenter
- REGJERINGEN, S. I. 2011. Regjeringens FoU-strategi for nanoteknologi 2012-2021. In: DEPARTEMENTENE (ed.). Oslo: Departementets servicesenter.
- REVE, T. & SASSON, A. 2012. *Et kunnskapsbasert Norge*, Oslo, Universitetsforlaget.
- ROTHAERMEL, F. T. & THURSBY, M. 2007. The nanotec versus the biotech revolution: Sources of productivity in incumbent firm research. *Research Policy*, 36, 832-849.
- SCHILLING, M. A. 2010. *Strategic management of technological innovation* New York, McGraw-Hill.
- SHEA, C. M., GRINDE, R. & ELMSLIE, B. 2011. Nanotechnology as general-purpose technology: empirical evidence and implications. *Technology Analysis and Strategic Management*, 23, 175-192.
- SMITH, D. 2010. *Exploring Innovation*, Maidenhead, McGraw-Hill Higher Education.
- SOLOW, R. 1957. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics (The MIT Press)*, 39, 312-320.
- SPILLING, O. R. 2008. On the role of academic staff as entrepreneurs in university spin-offs - case study of biotechnological firms in Norway. *Innovation systems, innovation modes and processes of commercialization* Oslo: NIFU STEP.
- SPILLING, O. R. 2010. Innovasjonspolitikkenes rasjonale. In: SPILLING, O. R. (ed.) *Innovasjonspolitik: problemstillinger og utfordringer*. Bergen: Fagbokforlaget.

- SPILLING, O. R. & GODØ, H. 2008. Barriers to commercialization of knowledge in emerging technological regimes - a comparison of marine biotechnology and mobile commerce. In: ??? (ed.) *Innovation systems, innovation modes and processes of commercialization*. Oslo: NIFU STEP.
- STOREY, D. J. & GREENE, F. J. 2010. *Small Business and Entrepreneurship*, Harlow, Pearson Education Limited
- TEKNOLOGIRÅDET. 2009. *Hva er nanoteknologi? Er det farlig? Sjekk hva forskningen sier*. [Online]. Available: <http://teknologiradet.no/nanoteknologi/10-sporsmal-og-svar-om-nanoteknologi/> [Accessed 01.02.2014 2014].
- WONGLIMPIYARAT, J. 2005. The nano-revolution of Schumpeter's Kondratieff cycle. *Technovation*, 25, 1349-1354.

## Vedlegg

Vedlegg 1 - Program Innspillskonferansen

Vedlegg 2 - Program workshop

Vedlegg 3 - Program Abelia

Vedlegg 4 - Intervjuguide

# Program for regjeringens konferanse om nanoteknologi, 1. februar 2011

## De store linjene

Åpning ved departementsråd Reier Søberg, Nærings- og handelsdepartementet

10:00 - 10:10 **Trond Giske**, nærings- og handelsminister: *Regjeringens satsing på nanoteknologi*

10:10 - 10:25 **Anders Hanneborg**, divisjonsdirektør, Norges forskningsråd: *Hvor står Norge i dag?*

10:25 - 10:40 **Bengt Kasemo**, professor Chalmers Tekniske Høyskole: *Nanoteknologi – muligheter og strukturelle spørsmål*

## Kunnskapsutvikling

10:40 - 10:55 **Torbjørn Digernes**, rektor NTNU: *Nanoteknologi som nasjonal satsing - universitetenes rolle og perspektiv*

10:55 - 11:10 **Eva Dugstad**, adm. direktør IFE: *Nano som dimensjon*

11:10 - 11:25 **Duy Tho-Do**, dekan Høgskolen i Vestfold: *Skreddersydd forskning og utdanning innen mikro- og nanoteknologi for innovasjon og kommersialisering*

11:25 - 11:55 Tid til disposisjon for innlegg om kunnskapsutvikling (Maks taletid per innlegg 3 min.)

11:55 – 12:40 **Lunsj**

## Næringsutvikling

12:40 - 12:55 **Petter Haas Brubakk**, direktør, område næringspolitikk, NHO: *Ny teknologi for fremtidens næringsliv*

X 12:55 - 13:10 **Maher Boulos**, grunnlegger av Tekna og TAM, professor ved Sherbrooke University, Canada: *The future is already here- industrial use of nanoparticles*



13:10 - 13:25 **Bent Haflan**, FoU-direktør, Jotun: *Noen utfordringer sett fra næringslivet*

13:25 - 13:40 **Frank Larsen**, CEO, Mole Genetics: *Utfordringer og muligheter knyttet til nanoteknologi innenfor helsesektoren*

13:40 - 13:55 **Alf Bjørseth**, styreleder Scatec: *Muligheter og utfordringer innenfor nanoteknologi*

13:55 - 14:25 Tid til disposisjon for innlegg om næringsutvikling (Maks taletid per innlegg 3 min.)

14:25 - 14:40 **Kaffe/te**

### **Robust teknologiutvikling**

14:40 - 14:55 **Roger Strand**, prof. UiB, Nasjonal forskningsetisk komite for naturvitenskap og teknologi: *Hva betyr det at nanoteknologi er samfunnsmessig robust?*

14:55 - 15:10 **Sjur Andersen**, Klima og forurensningsdirektoratet, *Reguleringsutfordringer for nanomaterialer*

15:10 - 15:25 **Vidar Skaug**, Statens arbeidsmiljøinstitutt: *Sikker håndtering av nanomaterialer – en suksessfaktor for nanoteknologien*

15:25 - 15:55 Tid til disposisjon for innlegg om robust teknologiutvikling (Maks taletid per innlegg 3 min.)

15:55 - 16:00 **Oppsummering ved departementsråd Reier Søberg**, Nærings- og handelsdepartementet

Ordstyrer: Kjetil Jåsund, avdelingsdirektør, Nærings- og handelsdepartementet

**Skriftlige innspill i etterkant av konferansen sendes Nærings- og handelsdepartementet via e-post: [kari.rossum@nhd.dep.no](mailto:kari.rossum@nhd.dep.no) innen 25. februar 2011**

NANO2021 inviterer til workshop



## Hvordan få til bedre forretningsutvikling i FoU intensive SMB-er

*som anvender nanoteknologi , mikroteknologi eller avansert materialer i utvikling av sine produkter eller tjenester*

Tid: Mandag 5. mai kl. 09.30 -16.00

Sted: BI Oslo i Nydalen

### Hvorfor delta?

Bedre forståelse for forretningsutvikling og kommersialisering kan være nødvendig for å lykkes i utvikling og markedsintroduksjon av nye ideer og produkter.

Prosjektsøknader til Forskningsrådet med høyt verdiskapingspotensial for bedriftspartnerne og gode muligheter for realisering av innovasjonen, kan gi et fortrinn mht finansierings-muligheter.

Deltagere inviteres til å presentere konkrete prosjekter i bedriften med tilhørende forretningsmodell som case for i gruppearbeid. Det vil være mulighet for 3-5 bedrifter å få belyst sitt case i workshopen. Arrangøren vil på bakgrunn av interesse fra deltagere plukke ut de casene som blir grunnlag for gruppearbeidet.

### Leder av workshop

Nils-Otto Ørjasæter – professor II på BI Institutt for innovasjon og økonomisk organisering og innovasjonsrådgiver gjennom eget selskap IntroManagement AS. Han er utdannet sivilingeniør og har en PhD-grad innenfor prosjektledelse, entreprenørskap og innovasjon fra NTNU.

### Påmelding

Sendes til: [QuestBack](#)

Svarfrist: 29. april

Ingen deltageravgift.

Antall deltagere begrenses til 30.

### Om NANO2021

NANO2021 er Forskningsrådets store satsing på nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer for perioden 2012–2021. Programmet skal bidra til å løfte den nasjonale kunnskapsbasen på nanovitenskap og nanoteknologi, mikroteknologi og avanserte materialer til et høyt internasjonalt nivå. Nye og bærekraftige teknologiske løsninger skal møte viktige samfunnsutfordringer og legge grunnlag for næringsutvikling.

Aktuelle utlysninger fra NANO2021 for næringslivet:

- [Forprosjekter](#) - løpende søknadsfrist
- Planlagt utlysning av
  - Innovasjons prosjekter i næringslivet – søknadsfrist 15. oktober 2014 – med mulighet til å sende inn frivillig skisse i forkant av søknadsfristen.

Nettside: [www.forskningsradet.no/nano2021](http://www.forskningsradet.no/nano2021)

# Program

- Sted:** BI Oslo i Nydalen
- Tidspunkt:** Mandag 5.mai 2014, klokken 09.30 – 16.00
- Målgruppe:** SMBer som anvender nanoteknologi , mikroteknologi eller avansert materialer i utvikling av sine produkter eller tjenester

## Formål med workshopen

- Forståelse av hva som legges i begrepet forretningsutvikling
- Forståelse av hva som kreves for å lykkes med kommersialisering av forskningsprosjekter og komplekse innovasjoner
- Forståelse av hva som kreves av forretningsutvikling i søknader fra næringslivet til NANO 2021

### 09.00 Registrering

### 09.30 Introduksjon

- Dagens program
- Noen refleksjoner vedrørende forretningsutviklingstemaet i et utvalg av søknader
- Litt om begrepet innovasjon

### 10.15 Pause

### 10.30 Utvikling av forskningsbaserte innovasjoner til forretning

- Litt om forretningsmodellering og forretningsplaner
- Litt om innovasjonsprosessen og kommersialiseringsløpet
- Funn fra et 3 årlig studie hvor 50 prosjekter fra Innovasjon Norges IFU/OFU (Industriell/Offentlig Forskning og Utvikling), 2003/2004 årgang, ble fulgt fra prosjektet oppstod og frem til 2013

### 12.00 Lunsj

### 13.00 Presentasjon av 3 case

- Presentasjon av 3 case relevante som søknader i NANO 2021 med frist 15. oktober 2014
- Presentasjon av innhold i gruppearbeid og inndeling i grupper

### 13.45 Pause

### 14.00 Gruppearbeid; bearbeiding av de 3 casene

- Deltakerne arbeider i 3 grupper

### 15.15 Presentasjon av gruppearbeidet i plenum

- Presentasjon og diskusjon

### 16.00 Oppsummering og avslutning



# PROGRAM:

14. mai 2014

## Kompetanse + kapital = Nytt næringsliv

**Konferansier for dagen:**  
Daniel Ras-Vidal, daglig leder i FIN

Twitter:  
@Abelia\_NHO  
#kompkap14

### KI 1315 BOLK 1

Hvordan lykkes med sterkere vekst i nytt næringsliv?

- *Velkommen, fung. styreleder i FIN, Mariann Ødegård*
- *Norge mot 2064 - drivkrefter for endring, administrerende direktør i Abelia, Håkon Haugli*
- *Innovasjonskraft, Tore Ulstein, president i NHO*
- *Statssekretær Paul Chaffey i Kommunal- og moderniseringsdepartementet*

### BOLK 2

Hvordan kan virkemiddelapparatet bidra?

- *Anne Kjersti Fahlvik, divisjonsdirektør Divisjon for Innovasjon, Forskningsrådet*
- *Ola Borten Moe, Innovasjonsdirektør, SIVA*
- *Hans Martin Vikdal, Divisjonsdirektør, Innovasjon Norge*

### 1450 - 1500 PAUSE

### BOLK 3

Hvordan mobilisere kompetent kapital?

Møt gründere fra FINs innovasjonsselskaper:

- *Øyvind Arnesen, Ultimovacs*
- *Jan Ole Kjellesvig, Yay Images*

Founders Fund - hvordan kan staten forsterke kompetent kapital?

- *Karl-Christian Agerup, CEO Oslotech*

Debatt:

- *Terje Breivik, Venstre*
- *Gunnar Gundersen, Høyre*
- *Else-May Botten, Arbeiderpartiet*
- *Erling Maartmann-Moe, partner, Alliance Venture*
- *Magnus Lundin, CEO, SISP (Swedish Incubators & Science Parks)*

Debatten ledes av Hilde Widerøe Wibe, kommunikasjonsdirektør i Abelia

Konferansen er et samarbeid mellom:

abelia

FiM Foreningen for innovasjonsselskaper i Norge



## Intervjuguide

0.0 Presentasjon av meg selv og min bakgrunn.

0.1 Anonymitet og offentliggjøring/hemmelighold. Anledning til å trekke seg fra intervjuet når som helst.

0.2 Kort presentasjon av prosjektet.

Denne studien handler kort fortalt om å spørre aktørene som kommersialiserer produkter som innebærer nanoteknologi om hvilke utfordringer de møter på, for å sjekke om innovasjonssystemet er innrettet slik at det kan hjelpe bedriftene til å overkomme vanskelighetene.

### **Forklare gangen i intervjuet**

Jeg kommer til å stille noen spørsmål som angår deres produkter som inneholder nanoteknologi og jeg vil ha fokus på hvilke utfordringer dere opplevde på veien mot å kommersialisere disse produktene.

Jeg kommer til å stille deg en del åpne spørsmål. Jeg kommer til å spørre spesielt om enkelte ting du tar opp som jeg ønsker mer dyptgående informasjon om. Avslutningsvis ønsker jeg å sette av 5 minutter for kommentarer som omhandler utfordringer som du eventuelt vil føle at vi ikke har kommet innom under intervjuet.

Jeg vil også fokus på hvilke tiltak fra det offentlige som har vært til hjelp for deres virksomhet i prosessen. Høres det greit ut?

Bakgrunnen for at jeg ønsker å finne ut mer om dette temaet er at jeg ønsker å se om det er noen spesielle trekk som utkrystalliserer seg når det gjelder innovasjon av nanoteknologi. I tillegg ønsker jeg å analysere om det offentlige virkemiddelapparatet er innstilt slik at det bidrar til å understøtte målsetningen om å øke graden av kommersialisering i nanoteknologimiljøene i Norge.

- 1) **Hvor mange arbeider i selskapet?**
- 2) **Når og hvorfor startet dere å bruke nanoteknologi i deres produkter?**
- 3) **Har dere en egen FoU-avdeling? Driver dere med produktutvikling som gjør bruk av nanoteknologi internt, eller kjøper dere inn slike tjenester fra andre aktører?**
- 4) **Har det vært/er det utfordrende å kommersialisere produkt(er) med denne typen teknologi?**
- 5) **Hvilke utfordringer møter bedrifter som driver med nanoteknologi? (Tror du det er noen forskjeller på utfordringer som store og små selskaper møter?)**
- 6) **Hva har vært utfordrende for dere?**

**(Nøkkelord som er koblet til mine antagelser):**

- Utfordrende å identifisere kommersielle anvendelsesområder?
- Høy usikkerhet knyttet til miljø- og helseeffekter ved å bruke nano?
- Mangel på fagfolk (skilled personell) som kan nano?
- Lite samarbeid mellom UHI-sektoren og næringslivet?
- Høy produksjonskostnader?
- Ikke tilgang til tilstrekkelig kapital og FoU-midler?
  - o Mangel på tilstrekkelig langsiktig investeringskapital
  - o Mangel på treffsikre offentlige støtteordninger for innovasjon og kommersialisering?
- Tids- og kostnadskrevende å søke patenter
- Høy internasjonal konkurranse?
- Reguleringer gjør det vanskelig å drive kommersialisering? - politiske føringer og elementer ved det juridiske regelverket

Overgang: Innovasjon skjer ofte i innovasjonssystem med flere aktører. Jeg ønsker nå å spørre deg litt om deres forhold til andre aktører i dette systemet ( nå tenker vi fortsatt på innenfor rammene av kommersialisering av produkter som inneholder nanomaterialer).

- 7) **Har dere kunnet støtte dere på hjelp utenfra for å overkomme de utfordringene dere har hatt?**  
(Som Innovasjon Norge, Forskningsrådet (SkatteFUNN eller FORNY); SIVA; venturekapital; såkornfond; osv)

- 8) Hvis så, hvem har dere samarbeidet med? Og hva betydde de?
- 9) Har dere savnet noe? Hvis noe hadde vært annerledes, ville det hjulpet? Hva burde i så fall vært annerledes?