

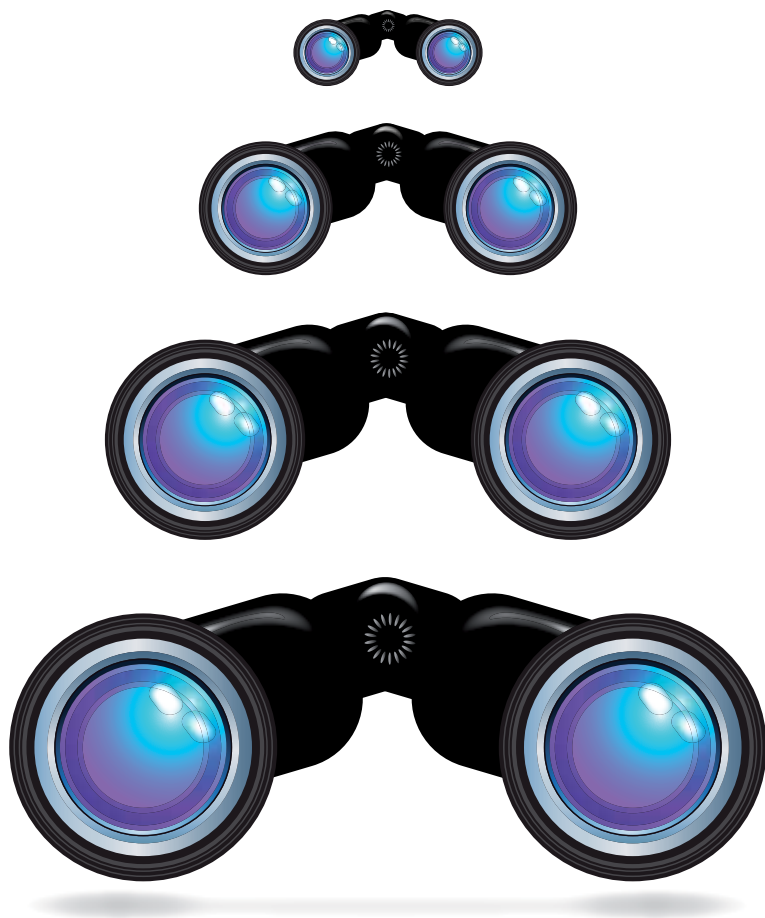


VINNOVA ANALYS
VA 2013:13

INNOVATIONER OCH NY TEKNIK

VILKEN ROLL SPELAR FORSKNINGEN?

LENNART ELG



Titel: Innovationer och ny teknik - *Vilken roll spelar forskningen?*

Författare: Lennart Elg

Serie: VINNOVA Analys VA 2013:13

ISBN: 978-91-86517-98-4

ISSN: 1651-355X

Utgiven: Maj 2013

Utgivare: VINNOVA –Verket för Innovationssystem / *Swedish Governmental Agency for Innovation System*

VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt och samhällsnytta

VINNOVA är Sveriges innovationsmyndighet. Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation och att finansiera behovsmotiverad forskning.

VINNOVAs vision är att Sverige ska vara ett globalt ledande forsknings- och innovationsland som är attraktivt att investera och bedriva verksamhet i. Vi främjar samverkan mellan företag, universitet och högskolor, forskningsinstitut och offentlig verksamhet. Det gör vi genom att stimulera ökat nyttiggörande av forskning, investera långsiktigt i starka forsknings- och innovationsmiljöer och genom att utveckla katalyserande mötesplatser. VINNOVAs verksamhet är även inriktad på att stärka internationell samverkan. Vi fäster stor vikt vid att samspeja med andra forskningsfinansiärer och innovationsfrämjande organisationer för större effekt. Varje år investerar VINNOVA drygt 2 miljarder kronor i olika insatser.

VINNOVA är en statlig myndighet under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Vi är också regeringens expertmyndighet inom det innovationspolitiska området. VINNOVA bildades 1 januari 2001. Vi är drygt 200 personer och har kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren.

I publikationsserien **VINNOVA Analys** publiceras studier, analyser, utredningar och utvärderingar som tagits fram inom eller på uppdrag av VINNOVAs avdelning Verksamhetsutveckling.

I VINNOVAs publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt. Publiceringen innebär inte att VINNOVA tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien VINNOVA Information där återgivande av VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden kan förekomma.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via www.vinnova.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-598 191 90, fax 08-598 191 91 eller order.fritzes@nj.se

VINNOVA's publications are published at www.vinnova.se

Innovationer och ny teknik

Vilken roll spelar forskningen?

av

Lennart Elg

Förord

Förmågan att skapa och dra nytta av innovationer spelar en central roll för inkomster, sysselsättning och livskvalitet. Innovationer bidrar inte bara till välstånd – de blir allt mer nödvändiga för att hantera många samhällsutmaningar som vår strävan efter välstånd skapat. Detta betonas bland annat av OECD i den innovationsstrategi som OECDs finansministrar antog 2010.

Forskningsbaserad kompetens spelar en allt viktigare roll vid utveckling av innovationer och ny teknologi. För att utveckla en effektiv innovationsinriktad FoU-politik är det viktigt att förstå hur och under vilka förutsättningar forskningsbaserad kompetens kan bidra till ökat välstånd och till att möta samhällsutmaningar. Syftet med denna skrift är att överskådligt sammanfatta 40 års studier av sambanden mellan innovationer, teknik och forskning.

Skriftens huvudbudskap är att forskning kan bidra på många olika sätt, och i alla delar av innovationsprocessen. För att detta ska bli verklighet behöver politiken skapa utrymme för kontinuerlig samverkan där forskare och företag kan lära av varandra. Det är VINNOVAs förhoppning att skriften ska medverka till att stimulera innovationsinsatser genom ökad förståelse för långsiktiga effekter och samband mellan offentliga satsningar och hållbar samhällsutveckling.

Vi vill tacka författaren, Lennart Elg, som under 40 år arbetat med analyser av forsknings-, teknik- och innovationspolitik vid VINNOVA, NUTEK (Närings- och Teknikutvecklingsverket), STU (Styrelsen för Teknisk Utveckling) och IVA (Ingenjörsvetenskapsakademien), samt som expert åt OECD och EU-kommissionen.

VINNOVA i maj 2013

Charlotte Brogren
Generaldirektör

Göran Marklund
Direktör
Avdelningschef Verksamhetsutveckling

Innehåll

Sammanfattning	7
Summary	10
1 Introduktion	13
2 Vad är innovation?	16
2.1 Inte bara ny högteknologi	16
2.2 Inte någon enkel tillämpning av en vetenskaplig princip	18
2.3 Slutna och öppna teknologier	19
2.4 Stora eller små företag – nya eller etablerade?	20
2.5 Teknik eller marknad?	20
2.6 Innovation är ofta en lång process	21
2.7 En experimentell sökprocess	22
2.8 Innovationer föds inte färdiga	23
2.9 Värdet ligger ofta i användningen	24
2.10 Innovation är ett samspel	25
3 Forskningens roll för innovation och ny teknik	28
3.1 Kunniga människor	29
3.2 Ingen ”innovationskedja”	30
3.3 Forskningsbaserad kompetens blir allt viktigare	31
4 Näringslivets samverkan med akademisk forskning	33
4.1 Företagens motiv för samverkan	34
4.2 Effekter för högskolan	36
5 Behovet av innovationspolitik	40
5.1 Innovationspolitik på evolutionär grund	40
5.2 Fokusera på systembrister	42
5.3 Bredda företagens kompetensbas	43
5.4 Definiera nya områden	45
5.5 Skapa utrymme för nya experiment	46
5.6 Hålla alternativa lösningar vid liv?	47
5.7 Innovation för att lösa samhällsutmaningar	48
5.8 Globaliseringen har ändrat politikens förutsättningar	49
6 Lärdomar för en innovationsinriktad FoU-politik	52
6.1 Fokusera på lärande – inte ”kommersialiserbara resultat”	52
6.2 Även politiken måste bygga på lärande	54
6.3 Behov av koordinering	54

6.4	Framförhållning	55
6.5	Flexibilitet i arbetssätt	56
6.6	Kan vi mäta effekterna av politiken?	58
6.7	Finns det någon svensk paradox?	60
7	Slutord	61
	Referenser	64

Sammanfattning

Denna rapport är ett försök att kort sammanfatta vad vi idag lärt oss om hur forskningsbaserad kompetens bidrar till innovationer och ny teknik, och hur kompetensbasen för innovation kan stärkas genom politik som bidrar till ett fungerande samspel mellan företag och forskning.

Med innovation avser man processen att ta fram en ny produkt, process, metod eller tjänst, som skapar mervärde hos användarna, genom att erbjuda en funktion som är bättre och/eller billigare än tidigare alternativ. Innovationer kombinerar förändringar i teknik, affärsmodeller, organisation etc. Grundidén kan vara en ny teknisk lösning, en ny affärsidé eller en ny organisation, men kräver oftast förändringar i alla avseenden för att utnyttja hela potentialen.

I en ekonomi med konkurrens kan inget företag i längden överleva utan att förnya sina produkter och tjänster, eller sättet att producera och leverera dem. Innovationspolitiken måste främja förnyelse i alla branscher, inte bara inriktas på högteknologi.

Eftersom innovationer ofta är komplexa, och varje komponent har sina egna begränsningar, så handlar en stor del av innovationsprocessen om att hitta rätt balans mellan motstridiga krav. Det finns oftast flera möjliga sätt att leverera en ny funktion till kunden, eller möjliga applikationsområden för en ny teknik. Det går inte heller att på förhand förutsäga vilken kombination av egenskaper marknaden kommer att föredra.

Det långsiktiga värdet av en innovation skapas genom ackumulerade förändringar och förbättringar, ofta över flera årtionden. Oavsett om den startar i en marknadsidé eller i en teknisk möjlighet, så kan innovation därför bäst beskrivas som en iterativ sökprocess.

Innovation kombinerar kunskap från en rad olika källor: Teknik och marknad, design, ekonomi etc. Det är svårt att samla all nödvändig kompetens i en organisation. Det blir dyrt, kompetensen föråldras snabbt och företaget går miste om möjligheter att lära av andras erfarenheter. Innovation är därför hela tiden ett samspel, med existerande eller framtida kunder, med leverantörer, med konkurrerande företag, med konsultföretag och offentliga forskningsinstitutioner etc.

”Innovationssystem” är ett sätt att sammanfatta de mönster av samspel och ömsesidiga beroenden vi kan se utvecklas och förändras, mellan både företag och

offentliga aktörer. Innovationsförmågan är beroende av att alla delar i systemet fungerar och samspelar på ett bra sätt.

Historiskt har ny teknik först utvecklats baserat på praktisk erfarenhet. Att med forskningens hjälp förstå ”hur” och ”varför” tekniken fungerar gör det lättare att förbättra tekniken, men har inte alltid varit nödvändigt.

Idag är relationen mellan forskning och innovation mer komplex och ömsesidig. Vetenskapsbaserade teknologier som mikroelektronik eller bioteknik hade inte kunnat utvecklas utan vetenskaplig förståelse – men den moderna vetenskapen hade inte heller kunnat växa fram utan modern teknik.

Forskningsbaserad kompetens spelar en viktig roll för näringslivets innovationsförmåga, men det finns inte någon automatisk väg från framstående forskning till innovation. Ett framgångsrikt samspel handlar oftast mer om att dra nytta av forskares kompetens än att exploatera enskilda forskningsresultat.

Innovation inte i första hand en plötslig snilleblix, utan en lång sökprocess, både innan och efter att en ny produkt eller process ser dagens ljus. Forskningsbaserad kompetens kan bidra på många olika sätt i den processen, men idéer till nya tjänster eller produkter är inte forskningens viktigaste bidrag. En viktig strategisk roll är att identifiera framtida hot och möjligheter där företagen behöver höja sin kompetens,

Syftet med politik för att främja samverkan är att göra det lättare för olika aktörer att koordinera sina framtidsplaner, inte att ”överföra forskningsresultat”. Direkt interaktion och dialog mellan företag och offentlig forskning är en viktig förutsättning för kunskapsöverföring, och denna dialog förutsätter tillräcklig intern kompetens inom företagen, så att de kan identifiera rätt samarbetspartner och formulera rätt frågor. En sådan dialog handlar inte om att prioritera mellan olika områden som redan finns på agendan, utan om att tillsammans utveckla nya agendor för forskning och utveckling. Samverkan måste byggas underifrån. Den kan inte dirigeras fram, men det är inte säkert att den kommer till stånd spontant, åtminstone inte just här och just nu. Politiken kan skapa bättre eller sämre förutsättningar.

Innovationspolitikens mål har i första hand varit att stärka länders långsiktiga konkurrensförmåga. Under de senaste åren har också intresset ökat för att använda innovation som ett medel för att hantera andra stora samhällsutmaningar. Eftersom teknologier inte föds färdiga – och vi inte kan förutse deras potential – är det inte säkert att marknaden väljer de långsiktigt optimala alternativen. En uppgift för innovationspolitiken kan därför vara att ge fler alternativ möjlighet att utvecklas vidare så att de långsiktigt bästa alternativen har en bättre chans att prövas på marknaden. Frågan blir speciellt aktuell när samhället har ett speciellt

intresse att få fram lösningar på angelägna problem, till exempel på miljöområdet. Ekonomer förordar gärna ”konkurrensneutrala” prestandanormer, men den typen av styrmedel riskerar att premiera marginella förbättringar av existerande teknik, medan mer radikala långsiktiga lösningar missgynnas.

Med en ökad andel globaliserade företag har stöd till forskning och utveckling kommit att bli en konkurrensfaktor mellan länder och regioner, för att göra dem till attraktiva lokaliseringalternativ för företag och deras FoU. En sådan innovationspolitik för Sverige kan inte handla om att försöka bygga ett slutet och mer eller mindre komplett nationellt innovationssystem. Uppgiften är i stället att välja vilka roller vi vill försöka ta i olika globaliserade innovationssystem.

Vi tenderar ofta att tänka på innovation som en produktionsprocess, där kunskap transformeras till nya produkter eller processer. En mer fruktbar tankemodell kan vara att tänka på innovation som en form av lärande, både för organisationer och på individnivå. där deltagarna bygger kompetens som långsiktigt utvecklar deras förmåga att konkurrera med nya produkter, processer och affärsmodeller.

När det inte finns något enkelt facit för vad som är optimal utformning blir förmågan till lärande ett viktigt inslag också i utformning av innovationspolitiken: Både när det gäller att dra kloka lärdomar av andras erfarenheter, där vi tar hänsyn till skillnader i förutsättningar, och när det gäller att kunna lära av egna erfarenheter och låta dessa påverka kommande insatser. Varje insats skiljer sig åt med avseende på kunskapsområdets karaktär, aktörer, avnämare med mera. Politiken måste ta hänsyn till dessa olika förutsättningar och inte försöka applicera en standardmodell för alla områden.

Summary

This report is an attempt to summarize in brief what we have learned about the ways science-based competence contributes to innovation and new technology, and how the competence base for innovation can be strengthened by policy measures which support interaction between business and science.

Innovation is the process by which new products, processes methods or services are created. Innovation offers added value for end users by providing better and/or cheaper functionality than previous options. Innovation combines changes in technology, business models, organization etc. The basic idea may be a new technical solution, a new business model or a change in organization, but more often than not, changes in all aspects are required to realize the full potential.

In an economy subject to competition, no business can survive in the long run without updating its products and services, or the way they are produced or delivered. Innovation policy must promote renewal in all businesses, not only focus on high tech industries.

Since most innovations are complex and each subsystem has its own limitations, an important part of the innovation process is to find the right balance between contradictory demands. In most cases there are several possible ways of providing a new function to users, or possible applications for a new technology. Which combination of features the market will prefer cannot be predicted with any certainty. The ultimate value of an innovation is built through adaptations and improvements, often accumulated over decades. Whether the origin was a market opportunity or a new technological capability, innovation can best be thought of as an iterative, experimental search process.

Innovation integrates knowledge from a number of different fields: technology, market, design, economics etc. It is hard to collect all necessary competence in one single organization. It is expensive, competence may rapidly become obsolete, and the company misses opportunities to learn from a broader set of experiences. For this reason, innovation has become a process of constant interaction, with current or future customers, with suppliers and competitors, with consultants and academic researchers.

“Innovation systems” is a way of summarizing the patterns of interaction and mutual dependencies we observe between both businesses and public actors. The

capacity to innovate depends on how well different parts of this system are adapted to each other and how well they work together.

Historically, new technology was developed based on practical experience. A scientific understanding of how and why a technology works has often paved the way for later improvements, but was not always necessary for the original innovation. Today, the relationship between science and innovation is more complex and interdependent. Science based technologies such as micro-electronics or biotechnology could not have been developed without scientific understanding – but modern science is equally dependent on advanced technology.

Science-based competence plays an important role for industry's capacity to innovate, but there is no linear route from advanced science to innovation. Successful cooperation draws on the accumulated competence of academic researchers more often than exploiting specific research results.

Innovation is best thought of as a long search process, both before and after a new product or process is launched, rather than a sudden flash of inspiration. Science-based competence can help this search process in many ways, but the initial product idea is rarely the most important contribution. An important strategic role is to help identifying long term threats and opportunities, where the company needs to invest in new competence.

The main goal for policies to improve industry-university cooperation should be to help actors coordinate their strategic research agendas, not to “transfer research results”. Direct interaction and dialogue between business and public research is a prerequisite for effective knowledge transfer. Such a dialogue requires sufficient competence in industry to identify possible partners for cooperation and to identify research questions. The purpose of such a dialogue cannot be limited to prioritize among issues which are already on the academic agenda, but to jointly develop new agendas for research and development. Cooperation must be built from the ground. It cannot be planned from the top, but it will not necessarily arise spontaneously. Policy can help or hinder such processes.

Innovation policy has traditionally been focused on improving long term competitiveness, at the national or regional level. In recent years, political attention has also been directed to using innovation as a means to address “grand challenges”. Since technologies are not born fully developed – and it is difficult to predict their ultimate performance potential – we cannot assume that the market will always choose alternatives which are optimal in a longer perspective. The market can only choose between options which are currently available. In this context, a possible role for innovation policy is to ensure that

more options are kept open so that longer term solutions get a fair chance of being tested by the market. This argument is particularly pertinent when there is a need to address societal challenges, such as environmental challenges. Economists tend to favor “technology neutral” performance standards, but such standards run the risk of favoring marginal improvements to existing technologies, while more radical long term solutions are discouraged.

With increased globalization of industry, support to research and development has become a tool to make countries or regions attractive locations for investment. For Sweden, such a policy cannot aim at building a closed and more or less complete national innovation system. Instead, the task is to determine which roles we can aspire to take on in globalized innovation systems.

We tend to think of innovation as a production process, where knowledge is transformed into new products or processes. A more fruitful metaphor may be to see innovation as a learning process, where both organizations and individuals build new competence which enhances their capacity to compete with new products, processes or business models.

As there are no simple prescriptions for optimal policies, the ability to learn is also important for policy development. This involves both the ability to learn from others, while we take into account differences in policy context, and the ability to learn from our own experiences and take these into account when we develop new policy instruments. Programs differ in terms of the characteristics of the knowledge field, the involved actors, prospective users etc. Policy must take such differences into account, and not try to apply a standard model regardless of the circumstances.

1 Introduktion

Ett innovativare Sverige behöver både en kompetensbas, entreprenörer som är beredda att ta risker och utveckla nya verksamheter, och spelregler (institutioner¹) som främjar innovation. Förändring sker inte av sig själv, någon måste ta initiativ, men kontexten sätter ramar för vad som är möjligt, och kan ge mer eller mindre starka drivkrafter till förändring.

Denna rapport fokuserar på den första aspekten – hur kompetensbasen för innovation kan stärkas genom politik som bidrar till ett fungerande samspel mellan företag och forskning. Det betyder inte att villkoren för entreprenörskap är mindre viktiga, men om detta har andra skrivit, senast Braunerhielm m fl². Politiken har en viktig roll för att få samspelet mellan offentlig forskning och innovation att fungera, men den politiska retoriken bygger ofta på alltför enkla tankar om hur sambanden ser ut.

Frågan om relationen mellan innovation och forskning är inte heller ny. 1975 fick jag – då ung utredare vid Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) – i uppdrag att ta reda på vad samhällsvetenskaplig forskning hade att säga om hur sambanden såg ut. Frågan har sedan följt mig under hela mitt yrkesliv, vid IVA, Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU), Närings- och Teknikutvecklingsverket (NUTEK) och Verket för Innovationssystem (VINNOVA). Resultatet av mitt uppdrag blev underlag till en utredning om hur statens stöd till forskning och utveckling borde vara organiserad, STU-kommittén³.

Beställningen kom vid en gynnsam tidpunkt. Forskningen om innovationer låg i sin linda. Det var möjligt att på överkomlig tid få en överblick över området, och dess pionjärer blev glatt överraskade när någon utomstående ville lyssna på dem. På det sättet kunde jag lära känna många av forskningens blivande storheter, Chris Freeman, Roy Rothwell, Dick Nelson, Nathan Rosenberg, Jim Utterback. När jag 1980 anställdes vid STU fick jag möjlighet att starta ett svenskt forskningsprogram inom området.

STU-kommitténs huvudfråga var om forskning och innovation var väsensskilda verksamheter, som borde stödas i olika former, eller om det var viktigt att hantera båda aspekterna tillsammans då de var beroende av varandra. Idag vet vi

¹ North (1987)

² Braunerhielm et al (2012)

³ STU-kommittén (1977)

att frågan var för enkelt ställd. Forskningsbaserad kompetens spelar en viktig roll för näringslivets innovationsförmåga, men framgångsrik innovation behöver kunskap, kompetens och initiativförmåga från många andra källor också. Det finns inte heller någon automatisk väg från framstående forskning till innovation. Ett framgångsrikt samspel beror av specifika förutsättningar i det enskilda fallet, och handlar oftast mer om att dra nytta av forskares kompetens än att exploatera enskilda forskningsresultat.

Genom åren har jag fått möjlighet att kombinera innovationsforskningens begreppsutveckling, politikens frågeställningar och erfarenheter från att försöka omsätta politik i praktiken. Denna rapport är mitt försök att kort sammanfatta vad vi idag – nästan 40 år efter STU-kommittén – lärt oss om hur forskningsbaserad kompetens bidrar till innovationer och ny teknik, och hur dessa insikter kan påverka utformningen av politiska åtgärder för att främja Sveriges innovationsförmåga.

Att förstå det samspelet är viktigt både för att utforma en effektiv politik, och för att ge en sådan politik legitimitet och utrymme. Samhällsvetenskapen har inga solida naturlagar att erbjuda, därtill är mänsklig verksamhet alltför komplex. Vad den kan ge oss är mer eller mindre fruktbara metaforer, tankemodeller för att tolka en komplex verklighet. Det innovationsforskningen kan bidra med är därför inga enkla framgångsrecept, utan bättre verktyg för hur vi bör tänka om på vilka sätt innovation och forskning drar nytta av varandra. Detta är temat för denna skrift.

I kapitel 2 ”Vad är innovation?” försöker jag sammanfatta vad vi lärt oss om hur nya produkter och tjänster kommer till, hur företagen bygger kompetens för detta och vilka kunskapskällor man använder sig av.

Kapitel 3 ”Forskningens roll för innovation” diskuterar jag vad vi idag lärt oss om hur forskningsbaserad kunskap kommer till nytta i innovationsprocessen.

I kapitel 4 ”Näringslivets samverkan med akademisk forskning” fördjupar vi oss i på vilka sätt offentligt finansierad forskning kan bidra i den processen.

I kapitel 5 ”Behovet av innovationspolitik” diskuterar jag vilket ansvar staten kan och bör ha för att bygga en kompetensbas för framtida innovationer.

Kapitel 6 ”Lärdomar för en innovationsinriktad FoU-politik” avslutar med att försöka dra praktiska lärdomar om hur en effektiv sådan politik bör utformas.

Rapporten kan läsas som en breddning av ”*När staten spelat roll - lärdomar av VINNOVAs effektstudier*” (VINNOVA Analys VA 2011:10) där Staffan Håkansson och jag diskuterar delvis samma frågor, baserat på erfarenheter från FoU-program hos VINNOVA och dess föregångare.

Jag vill tacka tidigare kollegor på VINNOVA, liksom professorerna Staffan Jacobsson, Staffan Laestadius, Åsa Lindholm-Dahlstrand samt Eugenia Perez Vico, doktorand vid CTH, för värdefulla synpunkter under arbetets gång.

2 Vad är innovation?

Innovation:

"Förlopp genom vilket nya idéer, beteenden och tillvägagångssätt vinner insteg i ett samhälle och sedan sprids där"

(Nationalencyklopedin)

"Införandet eller genomförandet av en ny eller väsentligt förbättrad vara, tjänst eller process, nya marknadsföringsmetoder eller nya sätt att organisera affärsverksamhet, arbetsorganisation eller externa relationer."

(OECD, Oslomanualen för mätning och jämförelser av innovation i företag)

Med innovation avser man processen att ta fram en ny produkt, process, metod eller tjänst, som skapar mervärde hos användarna, genom att erbjuda en funktion som är bättre och/eller billigare än tidigare alternativ. Begreppet innovation används också för resultatet av processen, men jag kommer att argumentera för att det är processen som bör stå i fokus för politiken.

En idé eller uppfinning blir en innovation först om detta mervärde leder till att den faktiskt tagits i praktisk användning. Ofta beskrivs detta som att den "nått marknaden", men innovationer skapas och används även internt, inom företag och i offentlig sektor.

Vad man avser med "ny" i sammanhanget är inte hugget i sten. En innovation kan vara ny för världen, ny för en viss industrigren etc. Problemen med att ta en innovation i bruk är likartade, eftersom en innovation sällan kan tas i bruk utan modifieringar, både av innovationen och av den miljö där den ska användas. Huvuddelen av värdet skapas också i denna vidareutveckling, och de flesta innovationer är därför förbättringar och anpassningar av tidigare innovationer.

2.1 Inte bara ny högteknologi

Innovationer är inte bara nya tekniska produkter eller processer. OECDs definition av innovation talar också om organisatoriska innovationer, nya distributionsformer, nya affärsmodeller etc. I själva verket leder det oftast tanken fel att tala om tekniska eller organisatoriska innovationer som separata entiteter. Innovationer kombinerar för det mesta förändringar i teknik, affärsmodeller, organisation etc. Grundidén kan vara en ny teknisk lösning, en ny affärsidé eller en ny

organisation, men kräver oftast förändringar i alla avseenden för att utnyttja hela potentialen.

IKEA beskrivs oftast som en ny affärsmodell, och produkterna ser inte särskilt högteknologiska ut. Men bakom IKEAs framgång ligger också avancerad logistik, IT-system etc. På samma sätt kräver ny teknik ofta förändringar i organisation, affärsmodeller etc. för att komma till full nytta. Den amerikanske ekonomihistorikern Paul David har påpekat att det tog 40 år innan man kunde se effekterna av elektrifiering i amerikansk industris produktivitet. Det krävdes stora förändringar i hur produktionen var organiserad innan industrin drog full nytta av den nya tekniken.⁴

Innovation är inte heller något som bara händer i ”högteknologibranscher”. I en ekonomi med konkurrens kan inget företag i längden överleva utan att förnya sina produkter och tjänster – eller sättet att producera och leverera dem.

Det vi kallar låg- eller medelhög teknologi är och förblir en stor andel av både tillverkning och tjänsteproduktion. Mer än 90 % av bruttonationalprodukten i EU-länderna skapas inom verksamheter som av OECD klassas som låg- eller medelhög teknologi.⁵

Produktionen i ”högteknologibranscher” är ofta en input till andra industrier – men det är ingen passiv överföring. Att ta vara på de möjligheter som t ex informations- och kommunikationsteknologin erbjuder kräver omfattande investeringar i innovation. Företag i branscher som klassas som låg- eller medel teknologiska använder FoU-resultat och kodifierad kunskap i stor utsträckning, men på sätt som ofta inte bokförs som forskning och utveckling i statistiken.

Den ekonomiska utvecklingen kan inte bäras enbart av den lilla sektor som klassificeras som högteknologi. Innovationspolitiken måste därför främja förnyelse i alla branscher, inte bara inriktas på högteknologi. OECDs definition av högteknologi är också problematisk som grund för att dra långt gående policy-slutsatser. Definitionen bygger på att man i början av 1990-talet klassificerade ett antal branscher (på hög aggregeringsnivå) som ”högteknologiska” baserat på hur mycket branschen vid den tiden globalt investerade i FoU i förhållande till sitt förädlingsvärde. Definitionen fångar inte upp skillnader mellan företag i samma bransch. Ett företag i Vietnam som sysslar med enkel montering av elektronikkomponenter klassas därmed som högteknologi även om man inte bedriver någon FoU alls. Samtidigt kan världens mest avancerade stålverk eller pappersbruk aldrig klassas som högteknologi.

⁴ David (1990)

⁵ Hirsch-Kreinsen et al (2005)

2.2 Inte någon enkel tillämpning av en vetenskaplig princip

Efter andra världskriget var nationalekonomerna optimistiska om möjligheterna att snabbt ta till sig ny kunskap och imitera nya teknologier. Nobelpristagaren Robert Solow ansåg till exempel att kunskap och teknologi skulle betraktas som fria nyttigheter, som vem som helst kunde ta till sig.⁶

Empirisk forskning har visat på motsatsen. Skillnaderna mellan länder i ekonomisk utveckling är avsevärt större idag än före den industriella revolutionen⁷ och svårigheterna att komma ikapp de mest avancerade länderna är betydande.⁸ Skälet är att en innovation inte är någon enkel tillämpning av en vetenskaplig princip.

Även publicerade forskningsresultat kräver avancerade förkunskaper för att kunna tolkas, och ingående förståelse om det lokala sammanhang där kunskapen ska tillämpas. Ett forskningsresultat är inte ett recept som talar om hur man ska göra i praktiken. Det är en antydning om hur man kanske skulle kunna göra, något som kan vara värt att testa.

För att skapa en säljbar produkt eller tjänst baserat på ett intressant forskningsresultat återstår dock många frågor att besvara.

- Går det att få den föreslagna lösningen att fungera i praktiken, utanför ett laboratoriums noga kontrollerade miljö? Vad krävs för att få det att fungera, i form av utrustning, stödsystem, kvalitet på insatsvaror och tjänster etc?
- Är den tänkta produkten/tjänsten säker? Inga oönskade biverkningar?
- Är den kostnadseffektiv, jämfört med existerande alternativ, (eller kan bli det)?
- Varför skulle någon vara beredd att köpa detta i stället för existerande alternativ? Hur kan vi övertyga dem om det?

För att svara på alla dessa frågor kombinerar företaget kunskap från en rad olika källor: Teknik och marknad, design, ekonomi etc. Det tekniska innehållet integrerar oftast en rad olika tekniker, som i sig är baserade på en rad kunskapskällor, där forskning kan vara en. En specifik teknologi kan också behöva inkorporera kunskap från flera olika forskningsfält.

⁶ Solow (1956)

⁷ Landes (1998)

⁸ Se t.ex. Denison (1967), Fagerberg (1994), Fagerberg et al (2011)

Nathan Rosenberg påpekar att de tekniska problem vi löser är bara en liten del av de vi skulle kunna ge oss på – vilka vi väljer att adressera styrs mer av tekniska/marknadsmässiga behov och problem än av vetenskapens senaste resultat.⁹

Innovationen möter inte heller marknaden som en idé, utan inkorporerad i en produkt, där företaget tvingats göra avvägningar mellan olika och ibland motstridiga krav, både från olika tänkbara användare, från olika användningssituationer och olika steg i tillverkningsprocessen. Framgång ligger i att göra rätt avvägning mellan motstridiga krav och få olika delar att fungera väl tillsammans. Vad som är ”rätt” avvägning kan inte förutses på någon vetenskaplig grund.

Även den enklaste innovation, som en neolitisk stenyxa, visar sig vara förvånansvärt komplex. Den utnyttjar fenomenet att vissa stenarter kan splittras så att skarpa kanter uppstår, rörelseenergin omvandlas till kraft i anslaget etc. Det krävdes skicklighet för att använda den effektivt, och lång erfarenhet för att hitta rätt stensort och för att bearbeta den. Stenyxan är kanske det äldsta exemplet på Adam Smiths arbetsdelning. Arkeologer har hittat stora ansamlingar stenyxor under bearbetning, långt från den plats där mineralet förekom naturligt. Det betyder att för tusentals år sedan har någon varit specialiserad på att tillverka yxor, som man bytt mot andra förnödenheter, och att man var beredd att söka långt för att hitta rätt material (eller att en annan grupp specialiserat sig som handelsmän med den eftertraktade produkten).

2.3 Slutna och öppna teknologier

När mängden byggstenar – i form av tillgängliga teknologier – ökar, så växer mängden möjliga kombinationer exponentiellt - även om långt ifrån alla kombinationer är meningsfulla. I takt med att produkter blir mer komplexa ökar också antalet teknologier som kombineras i en produkt, och därmed företagets kompetensbehov.¹⁰

Samtidigt har de tillgängliga teknologierna ändrat karaktär. En teknologi som Bessemerprocessen gjorde en sak – stål – effektivt i en specifik anläggning. Moderna, vetenskapsbaserade ”general purpose technologies” tillhandahåller funktioner/byggstenar som kan kombineras i många olika sammanhang, till exempel informations- och kommunikationsteknologi, molekylärbiologi eller nanoteknik.

⁹ Rosenberg (1969)

¹⁰ Oskarsson (1993)

2.4 Stora eller små företag – nya eller etablerade?

En av de första frågor som innovationsforskare fokuserade på var om stora eller små företag var mest innovativa. Så småningom kom diskussionen att kvalificeras till att handla om nya respektive etablerade företag, inte om storleken i sig.

Nya entreprenöriella företag tycks spela en särskilt viktig roll i det tidiga utforskandet av en ny generisk teknologisk möjlighet.¹¹ I de fall stora företag lyckats skapa mer radikala innovationer kan man ofta urskilja interna entreprenörer som spelat en viktig roll. Ericssons utveckling mot mobiltelefoni hade startat i ett litet utvecklingsföretag (Standard Radio) som köptes av Ericsson. Arbetet kunde fortsätta på säkert avstånd från huvudkontoret, som var fullt upptaget av att bli en spelare inom personatorer (minns någon Ericsson PC?)¹². Astras Losec – ett tag världens mest sålda läkemedel – utvecklades av en liten grupp på Hässle under aktivt motstånd från Astras vetenskapliga råd. I båda fallen spelade också statligt FoU-stöd en liten men viktig roll för att hålla projekten vid liv tills företagsledningarna beslöt att satsa på dem.

Stora företag tycks ha fördelar när marknadens preferenser klarnat, och stora resurser kan fokuseras på att effektivisera produktion och ta marknadsandelar. Henderson & Clark kopplar detta till frågan om den kompetens som behövs är konsistent med existerande företags kompetensbas (inte minst den organisatoriska kompetens som finns inbyggd i etablerade kontaktmönster etc).¹³

Rollfördelningen mellan stora etablerade företag och nya entreprenöriella uppstickare skiljer sig också åt mellan olika branscher. Inom informationstjänster kan ett företag som Google växa till ett världsföretag på några få år, och slå ut etablerade konkurrenter. Inom läkemedelsbranschen däremot växer nya biobaserade företag snarare upp som specialiserade samarbetspartner till de etablerade storföretagen.

2.5 Teknik eller marknad?

En annan tidig fråga var källan till innovationer. Är det marknadens efterfrågan eller nya tekniska möjligheter som driver fram innovationer?

Idag är forskningen om innovationer enig om att de flesta innovationsprojekt startar med att någon identifierar ett behov, varefter man börjar söka efter sätt att

¹¹ Abernathy & Utterback (1978), Eliasson (1993).

¹² Se också avsnitt 5.4

¹³ Henderson & Clark (1990)

tillgodose behovet. Radikalt nya innovationer har oftare sitt ursprung i nya tekniska och vetenskapliga möjligheter – men som vi kommer att se längre fram skapas huvuddelen av värdet när dessa vidareutvecklas och anpassas till olika behov. För att det ska bli en innovation måste det ju samtidigt finnas sätt att tillgodose behovet – världen är full av behov som väntar på sin lösning.

De flesta empiriska studier visar att i första hand kunderna och i andra hand företagets leverantörer är de vanligaste samarbetsparterna. I vissa branscher – och i ökande omfattning – spelar kontakter med offentlig forskning en viktig roll, men i antalet kontakter dominerar kunder och leverantörer. Som vi kommer att se spelar forskningsbaserad kompetens en allt viktigare roll, men att främst fokusera på forskningen som idékälla leder tankarna fel.

2.6 Innovation är ofta en lång process

Ny teknik – och därmed också innovationer – uppstår inte som en snilleblytt ur tomma intet. De bygger i stället på att vi hittar nya sätt att kombinera existerande byggstenar¹⁴ (jämför Schumpeter definition av innovation som ”nya kombinationer”!).

Ju längre bort från existerande teknik vi hittar byggstenar att kombinera, desto mer radikal uppfattar vi att innovationen är. Jetmotorn har t ex inget annat än syftet gemensamt med kolvmotorn, och kan inte förklaras som en stegvis förbättring av denna. Däremot har jetmotorn ”ärvt” existerande teknologier från helt andra områden, bland annat ångturbinen¹⁵.

En innovation kan ofta ”ligga i luften” under lång tid, som en idé om vad som borde vara möjligt att åstadkomma. Einstein beskrev den vetenskapliga principen bakom lasern mer än 60 år innan den första tillämpningen. Den kompetens som behövs för att realisera innovationen är betydligt mer komplex än bara den vetenskapliga grundprincipen.

Även tiden från en patenterad uppfinning till en användbar produkt kan vara lång (se tabell 1).

¹⁴ Arthur (2009)

¹⁵ De första svenska jetmotorerna byggdes av Stal Laval, som hade en lång erfarenhet av ångturbiner till ktaftindustrin, men ingen erfarenhet av flygmotorer. I USA blev på samma sätt General Electric en ledande tillverkare av jetmotorer.

Tabell 1 Lång tid mellan uppfinning och produkt

	Uppfinning	Produkt	Tid (år)
Digital dator	1939	1943	4
Floatglasprocessen	1902	1943	41
Lysrörsbelysning	1901	1938	37
Helikopter	1904	1936	32
Jetmotorn	1928	1941	13
Bandspelare	1898	1937	39
Radar	1925	1934	9
Radio	1900	1918	18
Syntetiska tvättmedel	1886	1928	42
Television	1923	1936	13
Transistorn	1948	1950	2
Blixtlås	1891	1923	32

Källa: Clark, Freeman & Soete (1981)

Jetmotorn som idé hade ett antal uppfinnare och företag experimenterat med sedan 1920-talets början, innan Frank Whittle fick patent på en turbojetmotor 1928, och den fick praktisk användning först mot slutet av andra världskriget. Den långa sökperioden förklarar också varför historien är full av ”parallella” uppfinningar. Alexander Graham Bell var inte ensam om att experimentera med telefoni, men vi minns bara den som var först till patentkontoret, eller fick kommersiell framgång.

Som vi kommer att diskutera längre fram är den första användbara produkten ändå bara det första stapplande steget i en lång process av vidareutveckling och spridning.

2.7 En experimentell sökprocess

Oavsett om den startar i en marknadsidé eller i en teknisk möjlighet, så kan innovationsprocessen bäst beskrivas som en iterativ sökprocess. Det finns oftast flera möjliga sätt att leverera en ny funktion till kunden, eller möjliga applikationsområden för en ny teknik. Företaget – och dess samarbetspartner - kan inte pröva alla, utan måste fokusera på ett – eller ett par – alternativ. Valet av dessa styrs delvis av rationella val där olika alternativ prövas mot varandra, men vilka alternativ man fokuserar på i första hand styrs också av den kompetensbas företaget byggt upp genom tidigare erfarenheter och existerande nätverksrelationer.

Eftersom innovationer ofta är komplexa, och varje komponent eller delsystem har sina egna begränsningar, så handlar en stor del av innovationsprocessen om att hitta rätt balans mellan motstridiga krav. Det går inte heller att på förhand

förutsäga vilken kombination av egenskaper marknaden kommer att föredra. Det beror inte enbart på att kraven kan vara svåra för kunden att artikulera. Det optimala valet kan också bli beroende av hur andra kunder agerar, till exempel när olika standarder konkurrerar. Vilket operativsystem andra kunder väljer när de köper mobiltelefon påverkar hur många ”appar” som kommer att utvecklas, vilket påverkar vad jag kan göra med min egen mobiltelefon, etc.

2.8 Innovationer föds inte färdiga

Som vi sett i tidigare avsnitt kombinerar en innovation kunskap från många olika håll, och delar av denna kunskap kan man bara få från praktisk användning av tidiga versioner av innovationen. Det betyder att innovationsprocessen inte är avslutad när den första produkten eller tjänsten tagits i bruk. Den första Macintoshdatorn från 1984 definierade hur en modern persondator ser ut, med grafiskt användargränssnitt och mus¹⁶. Samtidigt hade den 128 kB internminne, och saknade hårddisk. Den första innovationen på ett nytt område sår ett frö, som ibland kan komma att växa till något stort, i rätt miljö och i samspel med omvärlden. Vilken betydelse en innovation får beror till stor del på hur väl detta samspel utvecklas.¹⁷

En viktig kunskapskälla i detta samspel är erfarenheter och önskemål från tidiga användare. Nya önskemål och möjligheter upptäcks när innovationen tagits i bruk. Den tidiga användningen ger ofta idéer om ytterligare användningsområden, som i sin tur ställer krav på anpassning av innovationen till ändrade förutsättningar.

Det är dessa ackumulerade förändringar och förbättringar, ofta över flera årtionden, som skapar det långsiktiga värdet av en innovation. En innovation stimulerar också ofta till andra innovationer. Konkurrenter tvingas förbättra sina produkter, en teknik som utvecklats i ett sammanhang kan finna användning på andra områden.

Det är långt ifrån alltid den ursprunglige innovatören som drar det längsta strået på lång sikt. Att vara tidigt ute med en innovation kan vara viktigt för att bygga marknadsandelar och på så sätt påverka vilka standarder som sätts, men det är förmågan att uthålligt fånga upp och realisera önskemål och möjligheter som skapar vinnarna. Sony introducerade sin Betamax videokassettbandspelare

¹⁶ Varken musen eller det grafiska användargränssnittet var resultatet av banbrytande forskning hos Apple. Båda hade utvecklats vid Xerox forskningslaboratorium PARC, och tidigare prövats i Apples Lisa II, som dock misslyckades kommersiellt.

¹⁷ Rosenberg (1982)

1975, och det konkurrerande VHS introducerades 1976. Sony hade enligt många bedömare bättre bildkvalitet, men kunde bara spela in 1 timme. VHS klarade 2-4 timmar, tillräckligt för en långfilm. Filmuthyrare valde därför VHS som sedan blev den dominerande standarden, tills den ersattes av DVD.

När kravbilden börjar stabiliseras ökar möjligheten att effektivisera prestanda och ekonomi genom att specialanpassa material, komponenter etc., oftast i samspel med företagets leverantörer. Ny teknik kan efterhand göra det möjligt att förbättra pris/prestanda genom att byta ut delsystem.¹⁸

2.9 Värdet ligger ofta i användningen

För att komma till nytta behöver forskningsbaserad kompetens kombineras med både andra kompetenser och entreprenörskap. I en uppmärksammad bok¹⁹ diskuterar Amar Bhidé hur konkurrensförmåga byggs genom att fånga upp avancerad kunskap från FoU och kombinera den med annan, ofta ”tyst”, kompetens om kunders preferenser etc. Hans huvudbudskap är att USA inte ska oroa sig över att länder som Kina investerar allt mer i grundläggande forskning, utan i stället se att detta bidrar till mängden kunskap man kan dra nytta av. Kunskapen om användares behov och preferenser, liksom om det sammanhang där kunskapen ska tillämpas, är oftast betydligt mer lokalt förankrad och svårångad än nya forskningsresultat. Men det innebär inte att forskningsbaserad kompetens är oviktig. Det kräver kompetens även att tillämpa forskningens möjligheter.

När mikroelektronikens möjligheter började bli synliga i början av 1980-talet ansåg man i de flesta länder att det var strategiskt viktigt att bygga upp en inhemsk komponent- och datorindustri. I Sverige var detta målet för det nationella mikroelektronikprogrammet (se avsnitt 5.8).

Man underskattade dock skalfördelarna inom mikroelektronik, och idag förser några få fabriker hela världens behov av standardkomponenter. Det byggs inte längre några ABC-datorer av Luxor i Motala, och Ericsson blev ingen tillverkare av persondatorer. I stället hjälpte det nationella mikroelektronikprogrammet Ericsson att bli en kompetent beställare av den mikroelektronik man behöver i sina mobilsystem.

¹⁸ Abernathy & Utterback (1978)

¹⁹ Bhidé (2005)

2.10 Innovation är ett samspel

Ett av innovationsforskningens mest hållbara resultat är att innovation inte är något som händer inom ett företags slutna väggar, utan i ständigt samspel med omvärlden. Kunder, leverantörer, forskningsinstitutioner etc.

Behovet att samla kompetens inom många olika områden, samtidigt som kompetensbasen hela tiden behöver förnyas, gör det svårt att samla all nödvändig kompetens i en organisation. Det blir dyrt, kompetensen föråldras snabbt och företaget går miste om möjligheter att lära av andras erfarenheter.

Innovation är därför hela tiden ett samspel, med existerande eller framtida kunder, med leverantörer av insatsvaror, komponenter eller delsystem, med konkurrerande företag, med konsultföretag och offentliga forskningsinstitutioner etc.

I detta samspel måste företaget hela tiden gå en balansgång mellan kontinuitet och förändring. Kontinuitet är viktig eftersom det kostar tid och pengar att identifiera och värdera möjliga samarbetspartner och bygga förtroende hos dessa, men man måste hela tiden vara beredd på förändring eftersom behoven av kompetens ständigt utvecklas.

Olika forskare har använt olika begrepp för detta samspel: Utvecklingsblock, nätverk, kluster, innovationssystem, öppen innovation etc. Begreppen kommer ur olika forskningstraditioner och betonar olika aspekter av samspelet, men de har som gemensam kärna att utveckling eller innovation är något som händer i samspel mellan företag och deras omvärld.

”Innovationssystem” är ett sätt att sammanfatta de mönster av samspel och ömsesidiga beroenden vi kan se utvecklas och förändras, mellan både företag och offentliga aktörer. Det betyder inte att innovationssystem är medvetet konstruerade – eller att detta ens skulle vara möjligt. Mönstren av samarbeten och beroenden har växt fram över lång tid, som ett resultat av många små beslut av olika aktörer. Vi kan inte heller, som vi ibland ser i den politiska debatten, beskriva innovationssystemet som *”institutioner för att stötta FoU samt att hjälpa nystartade företag över initiala finansieringssvårigheter”*²⁰. De viktigaste aktörerna i innovationssystemet är företagen och deras kompetenta medarbetare.

En viktig slutsats av denna systemsyn är att innovationsförmågan är beroende av att alla delar i innovationssystemet fungerar och samspelar på ett bra sätt. Hur väl systemet fungerar påverkas också av de spelregler som sätts upp både av aktörerna själva och av samhället. Excellent offentlig forskning räcker inte om

²⁰ Braunerhielm et al (2012)

företagen saknar förmåga att dra nytta av kompetensen, eller om forskarna saknar motiv att samverka med omvärlden. Det finns enligt detta synsätt inte heller en ”bästa” modell att organisera samhällets institutioner, det viktiga är att olika delar av systemet är väl anpassade till varandra och öppna för samverkan.

Forskningen om innovationssystem

Forskningen om innovationssystem utvecklades ursprungligen (i slutet av 1980-talet) som svar på frågan varför industriländerna kunde närma sig varandra i ekonomisk utveckling trots olika uppsättningar institutioner, till exempel:

- USA: Riskkapitalfinansiering, startups, rörlig arbetsmarknad
- Japan: Storföretag, livslång anställning, stora ägarkonglomerat (keiretsu)
- Tyskland: En stark sektor av medelstora företag, lärlingsystem, bankfinansiering

Svaret på frågan blev att innovationsförmåga/utvecklingskraft påverkades av ett antal olika faktorer/institutionella förhållanden etc som stödde eller motverkade varandra – innovationssystemet. Systemets utvecklingskraft berodde på hur väl olika delar av systemet var anpassade till varandra – inte på att en faktor optimeras. Innovationssystem är inte en etikett på politikens verktygslåda men företagen påverkas av samhällets institutioner – både i bemärkelsen spelregler och aktörer som universitet eller institut.

En viktig lärdom har varit att det inte räcker att tala om ”*ett nationellt innovationssystem*”. Även inom landet skiljer sig både innovationsprocesser och de system de utvecklas inom åt väsentligt, mellan sektorer, var företaget befinner sig i livscykel etc. Detta är något som politiken måste förstå och ta hänsyn till, vilket kräver att man sätter sig in i förutsättningarna på olika områden. Innovationssystem är inte heller nationellt avgränsade. Det som i första hand är nationellt avgränsat är spelregler för både kunskapsproduktion och företagande, hur offentliga FoU-institutioner är organiserade etc.²¹

Innovationssystemforskningen gör inte anspråk på att förklara *varför* innovationer kommer till. Det handlar om att förstå den *kontext* inom vilken innovatörer och entreprenörer kan välja att agera. Den utvecklades i skärningspunkten mellan institutionell ekonomi och evolutionär ekonomi. Institutionella ekonomer betonar att ekonomin inte bara består av atomistiska företag och marknadens osynliga hand, samhällets spelregler spelar också en viktig roll.

²¹ För enkelhets skull kommer jag på sina ställen att referera till det nationella eller svenska innovationssystemet i singularis. Skrivningen ska då tolkas som den del av det i sammanhanget relevanta innovationssystemet som kan påverkas av svensk politik.

Evolutionära ekonomer utgår ifrån att ekonomin ständigt förändras, på ett sätt som inte kan beskrivas som tillfälliga avvikelser från en stabil jämvikt.

Forskningen utvecklades i nära samarbete med politikutvecklingen – flera av de ledande forskarna, bland annat Christopher Freeman och Richard Nelson hade nära kontakter med policytänkare vid OECD, och Bengt Åke Lundvall var under några år chef för den del av OECD som analyserar ländernas innovationspolitik.

3 Forskningens roll för innovation och ny teknik

I föregående kapitel konstaterade vi att innovation behöver kombinera kunskap från många olika källor. Forskningsbaserad kunskap är en viktig del av detta, men räcker inte som ensam bas för innovation. I detta kapitel ska vi undersöka på vilka sätt forskningen bidrar.

Studier av forskningens roll för innovation och förnyelse är inget nytt, se t ex Alfred North Whiteheads "*Science and the Modern World*" (1925), eller Robert Mertons "*Science, Technology and Society in Seventeenth Century England*" (1938.²² Författarna av dessa studier var också tidigt klara över att relationen mellan vetenskapliga upptäckter och tillämpning är ett komplext samspel, som inte kan förenklas till ett enkelriktat flöde av information.

Att med forskningens hjälp förstå "hur" och "varför" tekniken fungerar gör det lättare att förbättra tekniken, men har inte alltid varit nödvändigt. Historiskt har ny teknik först utvecklats baserat på praktisk erfarenhet - så småningom har forskning kunnat bidra till att effektivisera tekniken. Carnot formulerade till exempel termodynamikens grundsatser när han försökte förbättra effektiviteten hos dåtidens ångmaskiner.

Idag är relationen mellan forskning och innovation betydligt mer komplex. Vetenskapsbaserade teknologier som mikroelektronik eller bioteknik hade inte kunnat utvecklas utan vetenskaplig förståelse – men den moderna vetenskapen hade inte heller kunnat växa fram utan modern teknik i form av allt mer sofistikerade instrument. Och extrema prestandakrav hos sådana instrument kan i sin tur driva på den tekniska utvecklingen.

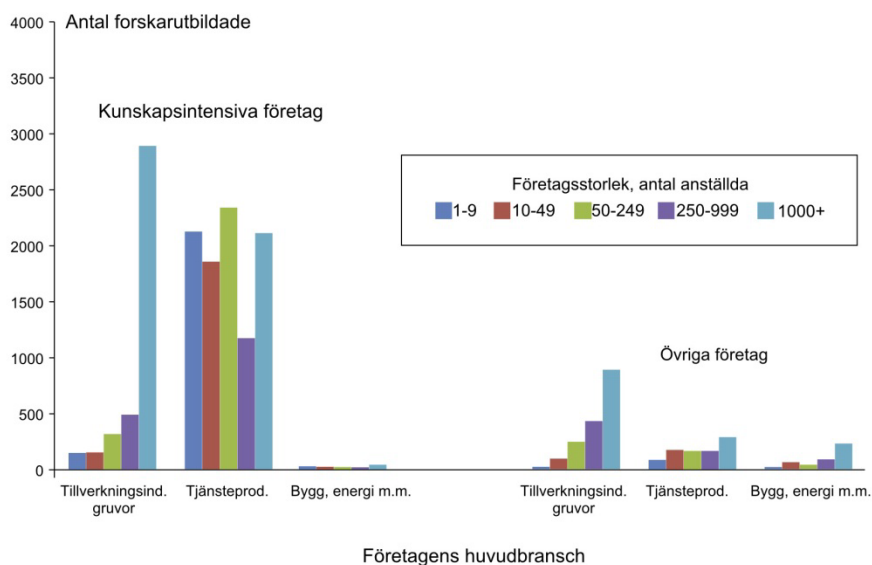
Den täta kopplingen blir speciellt tydlig inom teknisk forskning, där man ofta växlar mellan att – med ingenjörshatten på – bygga modellsystem i laboratoriet, för att sedan – i forskarrollen – studera systemets egenskaper.

²² se också Schmookler (1950), Musson o. Robinson (1969).

3.1 Kunniga människor

I diskussionen om forskningens roll hoppar vi lätt över den fundamentala roll utbildningen spelar för kompetensspridning. Traditionellt har detta diskuterats som behovet att ge grundutbildningen ”forskningsanknytning” för att hålla innehållet aktuellt, men idag har även forskarutbildade sin viktigaste arbetsmarknad utanför högskolan. Av yrkesverksamma forskarutbildade inom teknikvetenskap är 58% anställda inom privat sektor, och ytterligare 10% i statligt ägda företag. 21% var fortsatt anställda i högskolan²³. En ökad andel högskoleutbildade och forskarutbildade i näringslivet innebär inte bara ett kompetenstillskott när de anställs, utan är också en förutsättning för andra former av aktiv samverkan mellan företag och forskning. Om vi tar den rollen på allvar räcker det inte att några få når spetskompetens, det viktiga blir att det finns tillräckligt många med tillräcklig kompetens på tillräckligt många ställen i systemet.

Figur 1 Sysselsatta med forskarutbildning²⁴ i aktieföretag år 2009 fördelade efter företagets storlek, kunskapsintensitet och huvudbransch²⁵



Källa VINNOVA (2011)

²³ Högskoleverket (2012). Uppgifterna avser år 2007. Detsamma gäller, om än inte lika utpräglat, övriga ämnesområden: Här finns 32% av de forskarutbildade kvar inom högskolan.

²⁴ I figuren redovisas samtliga forskarutbildade i näringslivet, oavsett ämnesinriktning

²⁵ I figuren redovisas samtliga forskarutbildade i näringslivet, oavsett ämnesinriktning

De forskarutbildade finns, inte oväntat, framför allt i kunskapsintensiva företag. Bland tillverkande företag finns forskarutbildade i första hand bland de största företagen, men i huvudsak (ca 70%) hittar vi forskarutbildade inom kunskapsintensiva tjänsteföretag av alla storlekar: IT-konsulter, företagstjänster, FoU-företag etc. De kunskapsintensiva tjänsteföretagen spelar en viktig roll som kompetensnoder i innovationssystemet.

3.2 Ingen ”innovationskedja”

I den forskningspolitiska debatten återkommer ständigt begreppet ”innovationskedjan”, en föreställning om att ”fri”/”forskarstyrd”/etc. grundforskning med något slags automatik leder till innovationer och välstånd:

*”grundforskning > tillämpad forskning > utveckling > produktion
> marknad”*

Det är naturligtvis svårt att tillämpa forskningsresultat som inte finns, eller distribuera produkter som inte tillverkats. Som vi diskuterat ovan visar dock forskningen om hur innovationer kommer till att denna tankemodell ger en dålig bild av sambandet mellan forskning och innovation, på ett antal olika sätt:

- De flesta innovationsprocesser startar från en marknadsidé²⁶. En liten del har sitt ursprung i nya tekniska möjligheter, och en ännu mindre del av dessa utgår från nya forskningsresultat.
- En innovation är inte någon enkel tillämpning av en vetenskaplig princip. Den kombinerar kunskap från många olika håll, och svårigheten ligger i att kombinera dessa kunskaper och göra rätt avvägning mellan motstridiga krav på produkten. Den avvägningen kan inte göras på ”vetenskaplig” grund.
- Forskningen bidrar på många sätt i innovationsprocesser, men produktidéer är inte det viktigaste bidraget.
- Beroendet mellan vetenskap och teknik är dubbelriktat. Vad som går att forska på styrs ofta av vilka instrument teknologin erbjuder.²⁷ En viktig roll för vetenskapen är att förklara hur och varför existerande teknologier fungerar (vilket i sin tur pekar ut riktningar för hur de skulle kunna förbättras).

²⁶ Behov är en dålig term för detta. Världen är full av ”behov” som ingen vill betala för att få fylla.

²⁷ Rosenberg (1992), Stokes (1997), Mowery och Rosenberg (1998)

- Praktiska problem leder ibland till grundläggande insikter. Penzias o. Wilson letade efter störningskällor i radiokommunikation vid Bell Laboratories (ett företagslaboratorium) när de upptäckte den kosmiska bakgrundsstrålningen 1964. En upptäckt som förändrade hela vår bild av universums uppkomst. För detta fick de Nobelpriset i fysik 1978.

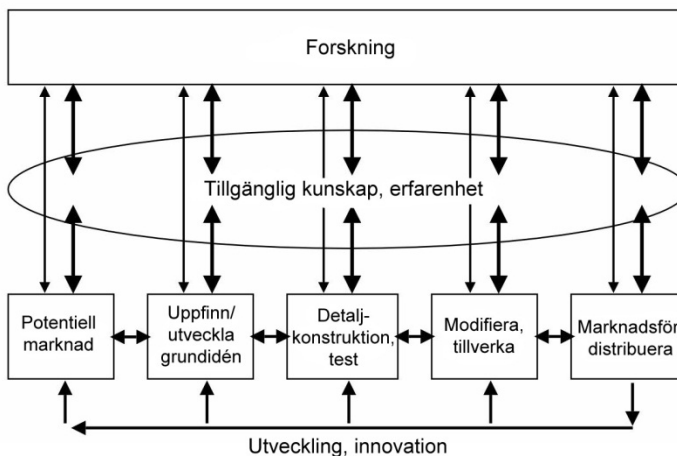
3.3 Forskningsbaserad kompetens blir allt viktigare

Som vi också diskuterat ovan är innovation inte i första hand en plötslig snilleblix, utan en lång sökprocess, både innan och efter att en ny produkt eller process ser dagens ljus. Forskningsbaserad kompetens kan bidra på många olika sätt i den processen, men idéer till nya tjänster eller produkter är inte forskningens enda eller viktigaste bidrag.

Forskningen spelar en viktig strategisk roll för att identifiera framtida hot och möjligheter där företagen behöver höja sin kompetens, långt innan det finns någon ”idé” att kommersialisera.

Kline och Rosenberg²⁸ beskriver sambandet mellan forskning och innovation som ett samspel mellan två parallella processer, som var för sig har egna mål, egna värderingsgrunder och egna sociala kontexter. Båda bidrar till och hämtar inspiration från en gemensam bank av kunskaper och erfarenheter (figur 2).

Figur 2 Kunskapsflöden i innovationsprocessen



Källa: Kline och Rosenberg, 1986

²⁸ Kline och Rosenberg (1986)

Det är inte bara ny kunskap som är av intresse, även gamla resultat kan behöva aktualiseras i en ny kontext, och kunskapen kommer till nytta inte enbart som idékälla utan för att identifiera och lösa problem i alla led. För att dra nytta av kunskapen krävs till att börja med rätt kompetens, men – i den mån kunskapen inte är kodifierad och dokumenterad – också tillgång till rätt kontaktnät. Detta gäller inte minst ”metakunskap” om vilka frågor som är aktuella, vilka grupper eller företag som är duktiga på en viss typ av problem etc.

För att finna generella samband och kunna identifiera grundläggande mekanismer söker forskningen renodla de fenomen man studerar. Det gör att grundläggande forskningsresultat inte direkt kan översättas i praktisk tillämpning – företagen måste också pröva hur en mekanism fungerar utanför den renodlade laboratoriemiljön, i det specifika sammanhang där man avser att använda den.

En stor del av den forskning som bedrivs i näringslivet, liksom i samarbetet med offentlig forskning, handlar också om att ge underlag för att förbättra existerande produkter eller tjänster. Detta är inte så konstigt – i den tidiga innovationsprocessens sökande efter rätt produktkonfiguration ligger fokus på **vad** produkten eller tjänsten ska kunna åstadkomma, medan forskningen i första hand kan hjälpa till att svara på frågan om **hur** det kan åstadkommas bäst.

När företaget har en tidig produkt eller tjänst ute på marknaden i praktisk användning är det lättare att se problem och förbättringsmöjligheter som är tillräckligt väldefinierade för att kunna initiera forskning. En konsekvens av detta är att innovation leder till ny forskning kanske lika ofta som forskning leder till innovation.

"Science owes more to the steam engine than the steam engine owes to science".²⁹

Direkt interaktion och dialog mellan företag och offentlig forskning är en viktig förutsättning för att kunskapsöverföringen ska fungera, och denna dialog förutsätter i sin tur tillräcklig intern kompetens inom företagen, så att de kan identifiera rätt samarbetspartner och formulera rätt frågor.

²⁹ Rosenberg (1982).

4 Näringslivets samverkan med akademisk forskning

För att lösa problem i utvecklingen av en innovation söker företagen i första hand i befintlig kunskap. Tidigare forskningsresultat är en del av denna kunskap, men har ofta först kodifierats i översiktsartiklar, handböcker etc. Att starta ett nytt forskningsprojekt kostar pengar, är osäkert och tar framförallt dyrbar tid. Det är därför ofta en sista utväg, när befintlig kunskap inte räcker till.

Högskolans viktigaste roll i denna process är att utbilda vetenskapligt skolade personer som kan hitta rätt bland befintliga forskningsresultat och/eller har tillräcklig överblick för att göra en bra gissning om i vilken riktning – och med vilka samarbetspartner - ny forskning har störst sannolikhet att lyckas, eller var man kan hitta lösningar på problem som uppstår i utvecklingsarbetet.

Forskare inom högskolan kan också bidra med sådan kunskap som diskussionspartner till näringslivet. Det som i de flesta fall nyttiggörs är forskarnas samlade kompetens och kontaktnät, som ger överblick över deras område, inte nödvändigtvis deras egen forskning. Den senare är nödvändig för att de ska få tillträde till de akademiska nätverk som sedan gör dem användbara som vägvisare till den samlade forskningsbaserade kunskapen.

En omfattande forskning³⁰ visar på ett samspel som är betydligt mer komplext och ömsesidigt än att lämna över ”kommersialiserbara forskningsresultat” - den akademiska forskningens bidrag till näringslivets utveckling är betydligt bredare än att ge upphov till nya produktidéer eller nya teknikbaserade företag. De främsta effekterna för företagen handlar i stället om att utveckla kompetens inom nya områden, genom rekrytering av personal med forskningsbakgrund inom relevanta områden, att få tillgång till forskarnas nätverk, och därmed överblick över vad som är på väg att hända inom ett kunskapsområde etc.

³⁰ Se t.ex. Jacobsson & Perez (2011), Martin & Tang (2007), Salter et al (2000), Broström (2009), Hughes (2010)

4.1 Företagens motiv för samverkan

En svensk studie av företag som har erfarenhet av samarbete med akademisk forskning visar på ett antal olika motiv som företagen angett för att samverka med högskolan³¹:

- FoU-resultat som stöd till produkt- och processutveckling
- Tillgång till akademiska nätverk
- Kompetensförsörjning
- Direkta affärsmöjligheter
- Tillgång till finansieringsmöjligheter via nationella FoU-finansiärer och EU-program

Även vad gäller den första punkten, de direkta resultaten av FoU-samarbete, anser företagen att ”mjuka” resultat är lika viktiga som ”direkt användbara resultat”. Forskningen ger breddade perspektiv på teknikens möjligheter och pekar därigenom både på nya sätt att lösa nuvarande problem, och på nya affärsmöjligheter. Den bidrar till att förstå kundernas behov bättre, och pekar på lämpliga riktningar att söka efter lösningar på tekniska problem (tabell 2).

Tillgång till akademiska nätverk gör det möjligt att identifiera kompetens för framtida samarbete eller rekrytering, och erbjuder en neutral arena för att samverka med konkurrenter och kunder³². Genom att visa på nya intressanta forskningsinriktningar kan den akademiska forskningen påverka företagets egen inriktning av FoU.³³

Samverkan öppnar också direkta affärsmöjligheter för företag som paketerar om och säljer akademisk kompetens (konsulter), företag där forskarna är en viktig marknad (instrumenttillverkare, dataföretag) och företag för vilka forskarna är viktiga opinionsbildare (medicinsk teknik).

Tabell 2 Förväntade resultat av samverkan

Förväntade resultat	Användningsområde	
	<i>Nya innovationsmöjligheter</i>	<i>Stöd till existerande verksamhet</i>
<i>Direkt användbara resultat</i>	Kommersialisering av akademiska FoU-resultat	Tillämpad FoU, problemlösning
<i>”Mjuka” resultat</i>	Lärande Breddade perspektiv Nya affärsmöjligheter	Förstå kundernas behov Identifiera sökriktningar

Källa: Broström, Anders (red.) 2007

³¹ Broström, Anders (red., 2007).

³² Lester (2005)

³³ Etkowicz (1998), Faulkner & Senker (1994).

Slutsatserna stämmer väl med resultaten från IVAs och VINNOVAs intervjuer med svenska företag om nyttan med EUs ramprogram³⁴. Technopolis studie av industriforskningsinstitutens roll³⁵ pekar också på en rollfördelning där företagen i större utsträckning vänder sig till instituten (om sådana finns) för omedelbart användbara resultat och till högskolan för ”omvärldsorientering”.

Forskningen – och forskarna – bidrar alltså på många olika sätt³⁶, och produktidéer är inte det viktigaste. En viktig roll är att hjälpa till att identifiera sökriktningar – var lönar det sig att söka kunskap? I den rollen bidrar forskaren med överblick över hela kunskapsområdet - inte bara sina egna forskningsresultat - och förmågan att tolka och värdera det som händer. Överblicken handlar inte bara om resultat inom området, utan också att se var intressanta saker händer, och att identifiera viktiga aktörer.

I detta sammanhang kan det vara viktigt att notera att även de flesta företag som knoppas av från högskolan startas i denna roll, för att sälja kompetens som konsulter, problemlösare och diskussionspartner, snarare än för att exploatera en egen produkt³⁷.

Forskningen bidrar också genom att ge tillgång till specialiserad infrastruktur (renrum etc.) och ”mjuk” infrastruktur som metoder, programvara etc.

På vilket sätt och i vilken utsträckning forskningen bidrar skiljer sig också åt mellan olika kunskapsområden. En viktig distinktion är skillnaden mellan teknologier som Rikard Stankiewicz kallat ”discovery driven” respektive ”design driven”.³⁸ I det första fallet, till exempel läkemedel, handlar innovationsprocessen om att *upptäcka*, verifiera och renodla material eller system i naturen, med intressanta funktioner. Här kan akademisk forskning spela en mer direkt roll som källa till nya idéer och metoder. I det senare fallet, exempelvis verkstadsindustrin, ligger tyngdpunkten på *konstruera* en funktion genom att kombinera kända element i nya, komplexa system. Här blir högskolans roll mer att leverera välutbildad arbetskraft, och att hjälpa till i problemlösning, snarare än som källa till idéer.

Skillnaden är inte behård. Eftersom innovationer är komplexa finns utrymme för inslag av båda processerna. Att utveckla nya halvledarmaterial är till stor del en upptäcktsdriven process, medan de funktioner som sedan realiserar på

³⁴ Elg (2006)

³⁵ Arnold et al (2006)

³⁶ Jacobsson och Perez Vico (2010)

³⁷ Bullock (1983)

³⁸ Stankiewicz (2000)

en integrerad krets är konstruerade. Nya material kan spela en viktig roll i valet och utformningen av komponenter i en konstruktion.

Jacobsson och Perez Vico³⁹ betonar mångfalden av olika vägar för nyttiggörande av forskares kompetens. Genom utbildningen kan man skapa ”avantgardister” som breddar företagets sökande efter möjligheter till nya områden. När framstående forskare startar spin off-företag för att utveckla en ny teknologi kan detta legitimera tekniken och sänka tröskeln för andra företag att våga pröva den. Renrum och annan specialiserad forskningsinfrastruktur ger inte bara nya möjligheter att bedriva forskning. De blir också mötesplatser där nya informella nätverk utvecklas, som på sikt kan bli grunden till nya innovationssystem.

4.2 Effekter för högskolan

Ibland uttrycks förhoppningar om att innovationer ska komma direkt som ett resultat från forskningen. Samverkan beskrivs i termer av att forskarna i efterhand ska berätta för företaget och offentlig verksamhet om sina resultat. FoU i samverkan innebär dock inte en sådan enkelriktad kunskapsöverföring från högskolan till företaget. VINNOVAs effektstudier visar på nyttan av ömsesidigt lärande.⁴⁰ Högskolan får tillgång till intressanta problem, ofta mer komplexa än de man kan återskapa i laboratorieskala, man får signaler om vilka frågeställningar som är på väg att bli viktiga, och man får möjlighet att definiera nya forskningsområden.

Att Silicon Valley blev centrum för världens halvledarindustri berodde inte på att Stanford var ett ledande centrum för halvledarforskning. Transistorn uppfanns ca 1950 vid Bell Labs, ett industrilaboratorium i New Jersey, av en forskargrupp under ledning av William Shockley. 1956 valde Shockley att lämna Bell, och startade Shockley Semiconductor Laboratory, på andra sidan USA, i Palo Alto, söder om San Fransisco. Här fanns välutbildade studenter, ett behagligt klimat, expansionsutrymme i Stanford Research Park, och potentiella kunder i form av ett kluster av elektronikföretag med flygvapnets missilprogram som viktig marknad. Snart följde ett antal medarbetare Shockleys exempel, och lämnade i sin tur hans laboratorium för att starta sitt eget företag, Fairchild Semiconductors, som sen blev språngbräda för en ny generation nystartade halvledarföretag. Företagens expansion skapade en efterfrågan på studenter från Stanford University, och samverkan med företagen bidrog till att Stanford kunde bygga upp sin kompetens på halvledarområdet.

³⁹ Jacobsson & Prez Vico (2010)

⁴⁰ Se Elg & Håkansson (2011) för en sammanfattning.

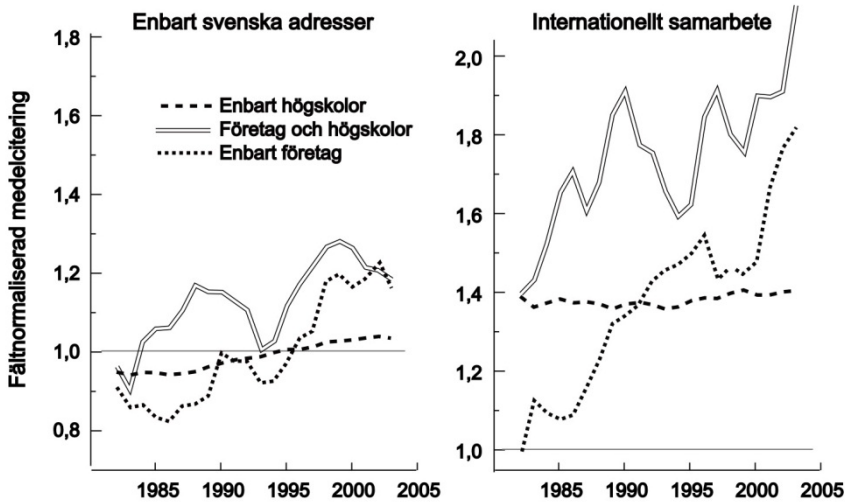
Företagssamverkan ger högre vetenskaplig kvalitet

En uppfattning som fortfarande dyker upp i den forskningspolitiska debatten är att vetenskaplig kvalitet på något sätt skulle stå i motsatsställning till samarbete med externa intressenter, att vi måste välja mellan ”kvalitet” och ”relevans”.

En tidig studie av forskningen vid Chalmers visade tvärtom att det var samma forskare som rankades högst i vetenskapliga citeringar och som hade flest patentansökningar.⁴¹

En undersökning gjord av Vetenskapsrådet visar också på att artiklar producerade i samverkan med företag citeras betydligt oftare än artiklar producerade enbart av högskoleforskare (figur 3).⁴²

Figur 3 Medelcitering av artiklar producerade av universitet, företag eller båda i samarbete



Källa: Karlsson & Wadskog, 2007)

Också en italiensk studie visar på att nära samarbete mellan universitet och företag bidrog till vetenskaplig kvalitet⁴³. Direkt samarbete i gränsöverskridande nätverk av både akademiker och industriforskare var en viktig förutsättning för samarbetet, och bidrog till ökad produktivitet både i termer av vetenskapliga upptäckter och nya industriella lösningar.

⁴¹ McQueen & Wallmark (1984)

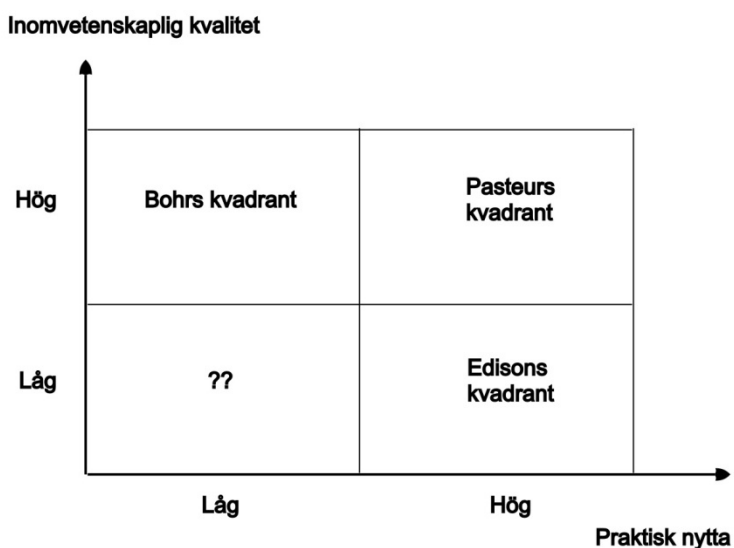
⁴² Karlsson & Wadskog, (2007)

⁴³ Balconi & Laboranti (2006)

Vetenskapshistorikern Donald Stokes hävdar att forskningens resultat måste värderas i två olika dimensioner: Inomvetenskaplig kvalitet, som den värderas av andra forskare, respektive praktisk nytta, för den som vill omsätta resultaten i någon form av praktisk handling⁴⁴. Stokes analys är användbar för att förstå flera inslag i den svenska forskningspolitiska debatten.

Stokes sammanfattar sitt resonemang i en enkel figur:

Figur 4 Dimensioner i vetenskaplig kvalitet



Källa: Stokes (1997)

I Bohrs kvadrant ryms det vi brukar kalla ”fri grundforskning”. I det motsatta hörnet, Edisons kvadrant, ligger tonvikten på praktisk nytta, utan att forskarna tänker så mycket på hur det de gör relaterar till den inomvetenskapliga forskningsfronten.

Det intressanta med Stokes modell är att den fäster uppmärksamheten på en tredje kvadrant: Pasteur lade grunden till mikrobiologin som forskningsfält, men gjorde detta inspirerad av praktiska problem som han samtidigt bidrog till att lösa.

Det nedre vänstra hörnet – där forskaren varken bidrar till att flytta forskningens frontlinjer eller till att lösa några praktiska problem – var Stokes fin-känslig nog att inte sätta någon etikett på. Det faktum att huvuddelen av alla

⁴⁴ Stokes (1997)

vetenskapliga artiklar aldrig citeras av någon annan än författaren (eller dennes doktorander) antyder dock att den rutan inte är helt tom.

Ett annat sätt att tänka på relationen mellan kvalitet och praktisk användbarhet är att inse att begreppet kvalitet består av två komponenter.

God kvalitet innebär för det första att man använder så god metodik som möjligt för att besvara den fråga man ställer. Men kvalitet innebär också att den fråga man söker besvara är ”intressant”, att svaret tillför värdefull ny kunskap.

Det första kravet gäller för både Bohr, Pasteur och Edison, som alla skapar värdefull ny kunskap. Skillnaden ligger i för vem kunskapen i första hand avses vara av intresse – för forskarkollegor (Bohrs), för praktiken (Edison) eller för båda (Pasteur). Notera dock att detta kriterium avser avsikten med en forskningsinsats – ofta tydliggjort genom vem som betalar kalaset. Att utforska det okända leder dock ibland till överraskningar. Forskare som tror sig verka i Bohrs anda finner sig plötsligt efterfrågade av praktikens män, och Edisons laboratorium kan finna paradoxer som kullkastar etablerade teorier. Sannolikheten för att detta ska ske är naturligtvis större om inte dörrarna är stängda mellan Stokes olika kvadranter.

5 Behovet av innovationspolitik

I nationalekonomisk litteratur brukar statligt stöd till FoU motiveras av en särskild form av ”marknadsmislyckanden”. Den samhällsekonomiska nyttan av en FoU-investering antas vara större än nyttan för enskilda företag eller aktörer på kapitalmarknaderna, då dessa inte kan tillgodogöra sig hela värdet av den kunskap som genereras – de får inte alltid betalt för den kunskap som på olika vägar sprids till andra företag. Därför antar ekonomer att summan av de investeringar som görs av privata aktörer att bli lägre än den nivå som vore samhällsekonomiskt optimal, och detta ses som ett motiv för staten att genom politiska åtgärder öka volymen FoU-investeringar.⁴⁵

Nobelpristagaren Kenneth Arrows resonemang om marknadsmislyckande har använts för att motivera statligt stöd till offentlig forskning; ekonomer diskuterar också om staten kan ha anledning att ge stöd till FoU i enskilda företag. Teorin om marknadsmislyckanden legitimerar *att* staten i vissa lägen kan agera, men teorin ger ingen vägledning för *hur* staten bör agera, eller i vilken omfattning, eftersom den samhällsekonomiskt optimala nivån inte bara är okänd, utan inte ens i princip går att kalkylera⁴⁶.

5.1 Innovationspolitik på evolutionär grund

Det finns två huvudproblem med det traditionella sättet att se på statens roll i innovationspolitiken. Som vi har sett i de föregående kapitlen är innovationer inte något som händer vid en viss tidpunkt och sedan sprids i ekonomin. De är inte heller något som sker inom ett enskilt företag, utan innovationer växer fram i ett komplext samspel mellan olika aktörer.

Problemet är inte bara att företagen inte räknar med värdet av den kunskap som sprids till andra, företagen har inte heller ens i princip någon möjlighet att beräkna den egna nyttan av ett innovationsprojekt, eftersom värdet kommer att bli beroende av hur andra väljer att agera, i en lång process där olika aktörer försöker bedöma sin position och manövrerar för att förbättra den.

⁴⁵ Arrow (1962a)

⁴⁶ Barber (2009a)

I sin Nobelprisföreläsning 1993 konstaterade ekonomipristagaren Douglass North:

”Neo-klassisk ekonomisk teori är helt enkelt fel verktyg för att analysera och rekommendera politiska åtgärder som kan stödja ekonomisk utveckling. Den handlar om hur marknader fungerar, inte om hur marknader utvecklas. Hur kan man rekommendera politiska åtgärder när man inte förstår hur ekonomier utvecklas?”⁴⁷

Inom de flesta OECD-länder bygger innovationspolitikens utformning idag därför på evolutionär och institutionell forskning.⁴⁸ Denna forskning har ambitionen att explicit studera hur ekonomier utvecklas. Genom att studera sådana förlopp mer i detalj blir det lättare att förstå vad som händer – nackdelen för den som ska ge råd inför politiska beslut är att man samtidigt blir mer medveten om att framtiden är genuint svår att förutse.

Styrkan i den evolutionära forskningstradition ligger i att tolka vad som skett, men det är svårt att leverera enkla och entydiga rekommendationer till politiken, eftersom verkligheten är komplex – vad som kan/bör göras beror nästan alltid på de specifika omständigheterna i det enskilda fallet, det finns inga ”standard-recept”.

Evolutionära forskare betonar att de som fattar ekonomiska beslut är begränsat rationella och påverkas av tidigare erfarenheter. Företag och andra aktörer agerar kompetent på basen av den kunskap man har, men den tillgängliga kunskapen är begränsad, och det kostar tid och pengar att vidga kunskapsbasen. Den kompetens man har idag påverkar också möjligheterna att dra nytta av ny kunskap, vilket leder till att företagen kommer att skilja sig åt i förmåga att fatta kloka beslut om framtiden. Olika aktörer har olika tillgång till kunskap, olika förutsättningar att värdera kunskapen och olikas förmåga att agera på basen av den.

Det ekonomiska systemet är stätt i ständig förändring, det går inte att betrakta innovation som tillfälliga avvikelser från en stabil jämvikt. I denna ständiga förändring kommer företag som är mindre framgångsrika i att utveckla sin förmåga genom innovation att krympa eller slås ut, medan framgångsrika företag kan växa. Samspelet mellan denna variation hos aktörerna, och marknadens urval av

⁴⁷ North (1993) I original lyder citatet “Neo-classical theory is simply an inappropriate tool to analyze and prescribe policies that will induce development. It is concerned with the operation of markets, not with how markets develop. How can one prescribe policies when one doesn't understand how economies develop?”

⁴⁸ Se t.ex. Barber (2003), Edquist & Malerba (2004), Lipsey & Carlaw (1998), Lundvall (2007)

de som är mera framgångsrika, ses som den främsta drivkraften till ekonomisk förnyelse.

Med det vi lärt oss från evolutionär ekonomi kan vi också se att företagets beslutsproblem är betydligt mer fundamentalt än att prioritera mellan alternativ där nyttan av respektive alternativ kan beräknas i förväg:

- En FoU-investering är förknippad med genuin osäkerhet⁴⁹. Den som investerar vet inte om man kommer att nå det avsedda resultatet, man vet inte vad som kommer att hända i omvärlden under tiden som förändrar förutsättningarna, och man kan inte förutse hur eventuella kunder kommer att värdera och använda resultatet. Osäkerheten om detta är genuin, det går inte att i förväg bedöma ens sannolikheten att lyckas etc.
- Att fånga upp och ta till sig ny kunskap är inte gratis. Det tar tid och kostar pengar att följa med i vad som händer i omvärlden.
- Som jag diskuterat ovan skiljer sig företagets förmåga att ta till sig och värdera ny kunskap, beroende på tidigare erfarenheter. En följd av detta är att företaget i första hand kommer att söka efter ny kunskap i närheten av företagets nuvarande kunskapsbas.

5.2 Fokusera på systembrister

Dagens innovationspolitik handlar inte i första hand om att med offentliga medel finansiera FoU i enskilda företag. John Barber, tidigare ordförande i OECDs kommitté för teknik och forskningspolitik (CSTP) påpekar⁵⁰ att statens påverkan på innovationsförmågan inte bara – eller ens i första hand – handlar om att på marginalen stötta aktiviteter som i första hand är företagets ansvar. Offentlig forskning, utbildning, skattesystem, offentlig upphandling, infrastruktur och spelregler för företagen är alla områden där staten är en huvudaktör.

Nathan Rosenberg, ekonomhistoriker och en av innovationsforskningen portalfigurer, anger tre uppgifter för en innovationsinriktad FoU-politik:⁵¹

⁴⁹ John Kay, brittisk ekonom och bl a kolumnist i Financial Times, påpekar (Kay, 2010) att ekonomernas rationella beslutsmodeller enbart kan appliceras på problem som är ”väl definierade”, vilket sällan är fallet i verkliga beslutssituationer. Verklighetens problem är illa definierade, inte bara för att vi saknar data utan även för att vi inte förstår problemets struktur. Problemet är inte bara att vi inte vet vad som kommer att hända, utan att vi inte kan överblicka vad som skulle kunna hända. Sådana problem kan bara angripas genom en experimentell sökprocess där även målen modifieras under resans gång.

⁵⁰ Barber (2009a)

⁵¹ Rosenberg (1992)

- Att främja dubbelriktat kunskapsutbyte mellan forskning och praktik. Båda behöver lära av varandra.
- Skapa institutionella former för interdisciplinär, problembaserad forskning, samverkan högskola - företag etc.
- Forma stabila ramvillkor som ger utrymme och incitament för "experiment".

Innovationsförmåga beror med detta perspektiv på hur väl hela innovationssystemet fungerar tillsammans, inte på att någon enskild del är i "världsklass".

Innovation sker i samspel mellan aktörer som var och en har sina egna agendor, mål, belöningsystem etc. Varje aktör har också begränsad överblick över helheten. Man ser sig inte som delar av något innovationssystem, men man vet att man är beroende av samverkan med externa aktörer, och man är medveten om att dessa i sin tur är uppkopplade i andra relationer.

För att ett effektivt samspel ska komma till stånd måste olika aktörer trots ovanstående begränsningar samordna sitt agerande⁵². Detta kräver att det finns kompetenta aktörer inom räckhåll, att det finns eller går att bygga länkar till dem, att det finns spelregler som tillåter samordning samt att det finns drivkrafter där alla parter har något att vinna på att koordinera sig. Sådan samverkan måste byggas underifrån. Den kan inte dirigeras fram, men det är inte säkert att den kommer till stånd spontant, åtminstone inte just här och just nu. Politiken kan skapa bättre eller sämre förutsättningar. Syftet med politik för att främja samverkan är att göra det lättare för olika aktörer att koordinera sina framtidsplaner, inte att "överföra forskningsresultat".

5.3 Bredda företagens kompetensbas

Varor och tjänster blir allt mer komplexa. Inte nödvändigtvis för användaren, men under skalet och i de system som behövs för att utveckla, producera och leverera produkten eller tjänsten till användaren. Komplexiteten visar sig också i den bredd av olika kompetenser som företagen behöver ha tillgång till, samtidigt som en snabbare förändring gör att kompetensens livslängd förkortas.

Företagen hinner inte bygga upp kunskap internt på alla områden, och kunskapen riskerar att snabbt bli omodern. Företagens FoU-verksamhet blir alltmer beroende av samverkan med extern kompetens, både med andra företag och med offentligt finansierad forskning,

⁵² Metcalfe (2005)

En skeptisk finansminister ställer sannolikt frågan om inte marknaden löser detta på egen hand? Svaret är förmodligen att om det finns en tydlig nytta kommer ett sådant samarbete till stånd någon gång, men inte nödvändigtvis nu, och inte nödvändigtvis i Sverige.

Huvuddelen av offentligt FoU-stöd till företag är idag inte stöd till ett internt projekt inom ett enskilt företag, utan har till syfte att engagera företag i gemensamma FoU-program i samverkan med både högskoleforskning och andra företag. Stödet kan åtminstone till en del ses som en ersättning för att företagen delar med sig av sin kompetens, men också som ett sätt att motivera företagen att bredda sitt eget sökande efter kunskap och kompetens, inte att på marginalen subventionera interna projekt. Studier av företagens motiv för deltagande i gemensam FoU lyfter också fram motiv som att spana av nya kunskapsområden, identifiera intressanta samarbetspartner, etc.

Erfarenheten visar att företagen i första hand söker nya lösningar i närheten av sin nuvarande kompetensbas. Den påverkar både vilken information företaget tar in och hur man värderar informationen. Eftersom kompetensbasen är inbyggd i hela företagets organisation och kontaktmönster är det svårt att bredda sökprocessen, även om man är medveten om att basen är hotad.

På Facit var företagsledningen medveten om att elektroniken skulle komma att hota företagets tillverkning av mekaniska räknemaskiner, och företaget hade egna FoU-projekt inom området. Ändå underskattade man hur snabbt och med vilken kraft förändringen skulle komma.

Kodak var bland de första att tillverka digitala kameror. Trots detta lyckades företaget inte försvara någon position på det området, och lyckades inte heller utnyttja sin kompetens inom fotokemi på marknaden för papperskopior.

Ericsson var framgångsrika i att ställa om och utveckla sin kompetens inom telefonsystem till att bli en världsledande leverantör av digitala mobilsystem. Men Ericsson tvingades ge upp verksamheten inom mobiltelefoner, en snabbväxande konsumentmarknad som låg långt från företagets erfarenhetsbas.

Som vi sett ovan är ett viktigt motiv för företagens samverkan med högskolan att kunna bredda sitt sökande efter ny kunskap. Ett antal studier av effekterna av behovsmotiverad FoU i Sverige pekar samtidigt på hinder för att sådan samverkan ska växa fram spontant⁵³. Värdet för företagen av att engagera sig i långsiktiga FoU-samarbeten är svårbedömt, inte bara för att utfallet är genuint osäkert, utan i minst lika hög grad därför att företagen har svårt att överblicka vilken

⁵³ För en sammanfattning, se Elg & Håkansson, 2011

kompetens de kommer att behöva på lång sikt. Det akademiska meriteringssystemet har svårt att värdera och belöna behovsmotiverad FoU som oftast spänner över etablerade disciplinränsar.

5.4 Definiera nya områden

Ett antal effektanalyser av FoU-program hos VINNOVA och dess föregångare⁵⁴ visar att en dialog med företag och forskning har kunnat bidra till att fånga upp och definiera nya behovsmotiverade kunskapsområden.

Sverige var sent att uppmärksamma mikroelektronikens nya möjligheter. Dåvarande STU spelade en viktig roll för att bygga upp elektronikkompetens i högskolan när högskolan själv inte kunde respondera på den nya teknikens möjligheter. STUs bidrag låg främst i att ge underlag för att expandera utbildningen inom området, inte i specifika forskningsresultat.⁵⁵

Ett nära samspel mellan visionära tekniker inom framför allt dåvarande Standard Radio, en grupp forskare och STU var avgörande för att få till stånd kompetensuppbyggnaden inom radiokommunikation, som lade grunden till digital mobilkommunikation. Forskningen initierades vid en tidpunkt när området betraktades som "färdigforskat" inom huvudfåran av akademisk forskning. Inte heller för Ericssons koncernledning tycks detta ha varit ett huvudintresse, då fokus vid denna tidpunkt låg på att bli en spelare i persondatorbranschen. Kunskapsutvecklingen inom radiokommunikation hade därmed kunnat sänkas både av "peer review" och av tidiga krav på formellt engagemang från Ericsson.

STU stod också för mer än hälften av finansieringen av bioteknikforskningen vid universitet och högskolor under första hälften av 1980-talet och var en viktig finansiär för att ge svensk bioteknikforskning en bra start. Forskningsråden "vågade ta i" området först efter att etikdiskussionen runt 1995 var avklarad.⁵⁶

Detta var områden som av olika skäl inte prioriterades i den inomvetenskapliga forskarstyrningen. Det fanns inte heller någon uttalad industriefterfrågan när insatserna initierades. Men insatserna byggde inte heller på att STU genom egen planering skulle ha utvecklat en mer långsiktig vision om framtida kunskapsbehov. De kom i stället till genom att finansiären var beredd att lyssna till visionärer både i företagen och i forskarvärlden, och var beredd att investera i nya forskargrupper.

⁵⁴ För en översikt, se Elg & Håkansson (2011)

⁵⁵ Jacobsson (1997)

⁵⁶ Granat et al, (2002)

En sådan dialog handlar inte om att prioritera mellan olika områden som redan finns på agendan, utan om att tillsammans utveckla nya agendor för forskning och utveckling, i en process som Gibbons et al beskrivit som ”Mode 2 research”⁵⁷. Karaktäristiskt för Mode 2 är enligt författarna att forskningen utgår ifrån en problemkontext, och att den bedrivs i nätverk som innefattar både olika akademiska discipliner och problemägare.

Mode 2 har ibland i den svenska debatten – framförallt av dem som inte gillar begreppet – avfärdats som en annan etikett för ”tillämpad forskning”, men en av huvudpoängerna med begreppet är att det beskriver en process där ny kunskap skapas i dialog med användningen (och kan skapas endast i en sådan kontext), inte att kunskap som tidigare producerats i akademien därefter anpassas till en tillämpning. Andra författare har samtidigt kritiserat tanken att ”Mode 2” är något nytt. De hävdar tvärtom att detta historiskt har varit den normala formen för akademisk kunskapsproduktion, och att det tvärtom är efterkrigstidens fokus på inomvetenskaplig autonomi som är ett undantag som behöver motiveras.⁵⁸

En viktig förutsättning för dessa insatser var att dåtidens finansiär kunde spela över hela registret mellan grundläggande forskning och teknikutveckling. Idag är motsvarande offentlig finansiering uppdelad på ett större antal aktörer, var och en med smalare ansvarsområden. Ska motsvarande processer fungera i dagens läge krävs att flera aktörer drar åt samma håll. För att åstadkomma detta räcker det inte att skriva in krav på ”samverkan” i en myndighets regleringsbrev. De olika aktörerna behöver utveckla en gemensam förståelse av framtiden som omfattas av hela organisationerna. Jag återkommer till hur detta kan ske i det avslutande kapitlet *”Lärdomar för en innovationsinriktad FoU-politik”*.

5.5 Skapa utrymme för nya experiment

Utöver FoU-program med syfte att stärka företagens kompetensbas har de flesta länder någon form av offentligt stöd till nystartade, innovativa företag.

Nya företag spelar på lång sikt en viktig roll för näringslivets dynamik, som experimentverkstäder för nya affärsidéer som inte får plats i de existerande företagens portföljer, och för att testa olika vägar att utnyttja nya tekniska möjligheter. Som IT och bioteknik visat är denna roll speciellt viktig när en ny basteknologi öppnar upp en bred palett av nya möjligheter (jämför diskussionen om upptäktsbaserade respektive designbaserade innovationer i kapitel 4).

⁵⁷ Gibbons, Michael et al (1994).

⁵⁸ Etzkowiz & Leydesdorff (2000)

Dessa företags roll som experiment med något nytt och oprövat gör det samtidigt svårt för privata finansärer att bedöma experimentens risk och utvecklingspotential, och i de flesta länder har därför staten tagit en särskild roll i att finansiera tidiga skeden av dessa företags utveckling, exempelvis det amerikanska Small Business Innovation Research (SBIR)-programmet, ett program där federala myndigheter lägger forskningsbeställningar på små, kunskapsbaserade tjänsteföretag. En studie visar att SBIR fungerar som en plantskola där företag kvalificerar sig för eventuell finansiering från privata riskkapitalister. Ca 10 ggr fler företag deltar i SBIR-programmet än som får privata riskkapitalinvesteringar.⁵⁹ I Sverige har 18 av de 33 företag som Affärsvärlden och Ny Teknik identifierat som "Sveriges hetaste teknikbolag 2011" i någon form fått stöd från VINNOVA.

En effektstudie av flera olika insatser i Sverige för tidig finansiering av teknikbaserade företag (s.k. såddfinansiering) visar att detta stöd haft betydande additionalitet⁶⁰. Nya affärsplattformar har kunnat byggas upp och testas, företagen har växt dubbelt så fort som en kontrollgrupp, och flera företag har nått betydande storlek. Stödet har förbättrat företagens möjligheter att få fortsatt finansiering från privata aktörer, och, enligt effektstudiens intervjuer med företagen, haft avgörande betydelse.

5.6 Hålla alternativa lösningar vid liv?

Marknadens urval av vilka teknologier som får möjlighet att utvecklas vidare sker mellan de alternativ som finns tillgängliga vid en viss tidpunkt. Eftersom teknologier inte föds färdiga – och vi inte kan förutse deras potential – är det inte säkert att marknaden väljer de långsiktigt optimala alternativen. Ett klassiskt exempel är våra datorers tangentuppsättning: De första skrivmaskinerna hade problem med typarmar som trasslade in sig i varandra. Man utvecklade tangentbordet med QWERTY etc för att vara så krångligt som möjligt och bromsa skribenten. När tekniken löst problemet hade alltför många lärt sig skriva på detta tangentbord, och mer än 100 år senare har ingen mer effektiv utformning kunnat konkurrera.⁶¹

Samtidigt har vi nyss konstaterat att en ny teknologi eller en radikal innovation oftast föds i en outvecklad form. Den kan sällan direkt konkurrera med etablerade alternativ, så länge konkurrensen sker på de etablerade alternativens

⁵⁹ Block (2009)

⁶⁰ Deiacio et al (2008)

⁶¹ David (1997)

villkor. För att överleva och kunna utvecklas vidare måste innovationen ofta först få fotfäste inom en nisch där den kan erbjuda speciella fördelar.

De första digitalkamerorna var dyra, och erbjöd dålig bildkvalitet. Fotopressen var rörande enig om att de inte erbjöd något hot mot ”riktig” fotografi (och detta var bara 20 år sedan). Digitalkameran hade dock en unik fördel. En nyhetsfotograf kunde ta en bild och inom några minuter föra över bilden via telefon till redaktionen. Samtidigt var bildkvalitén av mindre betydelse vid dagstidningstryck.

Detta väcker frågan om det finns en uppgift för innovationspolitiken att ge fler alternativ möjlighet att utvecklas vidare så att de långsiktigt bästa alternativen har en bättre chans att prövas på marknaden. Frågan blir speciellt aktuell när samhället har ett speciellt intresse att få fram lösningar på angelägna problem, till exempel på miljöområdet.⁶²

Ekonomer förordar gärna prestandanormer som ”konkurrensneutrala”, men Bergék och Jacobsson (2010) argumenterar för att den typen av styrmedel enbart kommer att premiera inkrementella förbättringar av existerande teknik, medan mer radikala lösningar missgynnas. Produkter som elektricitet och värme är också ”homogena” produkter (all el ser likadan ut för slutanvändaren) vilket gör det svårt att hitta initiala nischer där mer miljövänliga produktionsmetoder kan utvecklas tills de blir konkurrenskraftiga.

Samtidigt kvarstår frågan hur länge politiken i så fall bör hålla liv i alternativen? Med för kort tålamod riskerar man att inte nå fram till ett möjligt genombrott, men med begränsade resurser måste man någon gång prioritera.

Teknikhistorikern Joel Mokyr beskriver radikalt nya teknologier som ”Hopeful monstrosities”.⁶³ Monster eftersom de i sin tidiga inkarnation ofta är dyra och opraktiska samtidigt som de väcker hopp om framtida möjligheter. Forskningen om fusionskraft bedöms efter mer än 60 år fortfarande ligga årtionden från en möjlig praktisk användning, samtidigt som de potentiella vinsterna gör att världen fortsätter investera miljarder i forskningen.

5.7 Innovation för att lösa samhällsutmaningar

Innovationspolitikens mål har i första hand setts som att stärka länders eller regioners utvecklingsförmåga/långsiktiga konkurrensförmåga. Under de senaste åren har också intresset ökat för att använda innovation som ett medel för att

⁶² Geels et al (2008)

⁶³ Mokyr (1990)

hantera andra stora samhällsutmaningar. När OECD 2007 fick i uppdrag att ta fram en innovationsstrategi fokuserades arbetet på hur ökad innovationskraft kan möta samhällsutmaningar som klimat, hälsa, tillgång till mat och fattigdomsbekämpning, samtidigt som den bidrar till hållbar tillväxt⁶⁴. Uppdraget kom från OECDs högsta beslutande organ, som utgörs av medlemsländernas finansministrar.

Innovation som ett medel att nå andra politiska mål är inget nytt. Teknikupphandling för försvaret eller sjukvården, eller efterkrigstidens svenska sektorforskning, där varje samhällssektor skulle definiera sina kunskapsbehov, är båda exempel på detta. Det nya i dagens diskurs är dels utmaningarnas storlek och globala karaktär, dels insikten att innovationsprocessers experimentella sökande ibland kan låsa in oss i återvändsgränder som i efterhand inte visar sig vara långsiktigt hållbara.

Att bryta vårt beroende av fossila bränslen innebär till exempel inte bara att nyutvecklade teknologier för framdrivning måste konkurrera med hundrafemtiö års erfarenhet av förbränningsmotorer, vilket kan vara svårt nog, som jag diskuterade i föregående avsnitt. Det kräver också att stora delar av fordonsindustrins innovationssystem byts ut eller byggs om, och det behövs en mängd komplementära innovationer och en ny infrastruktur för distribution av alternativa energikällor, för service och underhåll etc.

Den politiska utmaningen är att vi behöver utveckla nya innovationssystem, inte bara nya innovationer, och vi behöver göra det på kort tid om vi ska undvika en katastrofal utveckling av den globala uppvärmningen. Samtidigt pekar all tidigare erfarenhet på att nya innovationssystem inte kan konstrueras uppifrån, utan måste tillåtas växa fram organiskt. Vad politiken ändå kan göra för att främja en sådan utveckling är ämnet för ett nytt OECD-projekt om ”Systems Innovation” som startade under 2012.

5.8 Globaliseringen har ändrat politikens förutsättningar

Den svenska innovationspolitiken behöver fokusera både på att underlätta för nya kunskapsbaserade företag att skapas och växa, och på att motivera existerande företag att välja Sverige som bas för kvalificerade delar av sin värdekedja.

⁶⁴ OECD (2010)

Sveriges innovationsförmåga är till stor del beroende av ett litet antal framgångsrika storföretag. Dessa företag har under de senaste tjugo åren till stor del kommit att bli delar i större internationella koncerner. Idag bedrivs ca 30% av företagens FoU i Sverige av företag med huvudkontor utanför Sverige⁶⁵.

Även svenskägda företag har en betydande del av sin verksamhet utanför Sverige, och utländska marknadens krav är idag viktigare än den svenska. Samtidigt har andra länder, inte minst i Asien, kommit ifatt eller passerat Europa vad gäller investeringar i utbildning och forskning. Företagen har därmed stor möjlighet att fritt välja var de lägger FoU, och andra verksamheter med stort förädlingsvärde. Detta gäller både företagens egen verksamhet och deras val av externa samarbetspartner. Globaliserade företag har en annan relation till det nationella innovationssystemet än företag som för 30 år sedan var självklart ”svenska” – de kan välja att flytta FoU till länder med bättre spelregler.

Med en ökad andel globaliserade företag, som mer fritt kan välja var de ser det fördelaktigast att lägga FoU har forskningsstöd och FoU-stöd kommit att bli en konkurrensfaktor mellan länder och regioner för att kunna behålla och vara ett attraktivt lokaliseringalternativ för företag och deras FoU. Ett tydligt exempel på detta var när General Motors på 1990-talet kom att spela ut Russelsheim mot Trollhättan då det gällde var tillverkningen av nästa SAAB/Opel-modell skulle lokaliseras.

Att företagen trots allt fortfarande väljer att bedriva en omfattande FoU i Sverige har till stora delar historiska orsaker. FoU-verksamheten byggdes en gång upp i Sverige, och inslagen av ”tyst” icke-kodifierad expertkunskap gör att det inte är okomplicerat att flytta verksamheten.

Denna faktor kan dock sättas ur spel när ett skifte av teknikbas gör att den gamla kunskapen blir en belastning i stället för en tillgång⁶⁶. I det läget har ett internationellt företag möjlighet att välja att söka samarbete med de starkaste kunskapsmiljöerna oavsett var de finns, i stället för att söka så bra partner som möjligt på hemmaplan. Tröskeln för detta har sänkts, både genom utvecklingen inom informations- och kommunikationsteknik, och genom att företagen lärt sig samarbeta i nätverk och agera internationellt.

Politikens roll i ett systemperspektiv

En viktig uppgift för politiken i en globaliserad värld blir därför att göra det attraktivt för företagen att förlägga kvalificerade arbetsuppgifter i Sverige, och

⁶⁵ Tillväxtanalys (2011)

⁶⁶ Se t.ex. Henderson & Clark (1990).

att förankra företagen i det svenska innovationssystemet. Ett viktigt medel att skapa kompetenta miljöer för forskning och innovation inom områden som är av intresse för företagen, och genom att skapa starkare länkar mellan dessa miljöer och företagen.

En sådan systembaserad innovationspolitik för Sverige kan inte längre handla om att försöka optimera ett slutet och mer eller mindre komplett nationellt innovationssystem. Uppgiften är i stället att välja vilka roller vi vill försöka ta i olika globaliserade innovationssystem. Detta kräver också specialisering. Vi måste vara bäst i världen på något i stället för att vara "tillräckligt bra" på allt. (Jämför Saab, som inte längre kan bygga hela flygplan utan försöker positionera sig så att företaget kan ta roller i internationella konsortier, genom att bli bäst i världen på några delsystem).

6 Lärdomar för en innovationsinriktad FoU-politik

Som jag konstaterat i tidigare kapitel påverkas innovationsförmågan av politiska beslut på en rad områden, som behöver dra åt samma håll. Det kan gälla spelregler och drivkrafter för den som vill starta eller vidareutveckla företag, tillgång på kompetent personal, efterfrågan på innovativa lösningar etc. I denna skrift fokuserar jag på politikens roll när det gäller att bygga kompetens för framtida innovationer.

6.1 Fokusera på lärande – inte ”kommersialiserbara resultat”

Vi tenderar ofta att tänka på innovation som en produktionsprocess, där kunskap transformeras till en ny produkt, som slår världen med häpnad. Vi mäter investeringar i FoU, och relaterar dessa till resultat i form av patent, antal nya produkter, BNP-tillväxt etc, och slår oss för bröstet över höga FoU-investeringar, eller rynkar pannan bekymrat över uteblivna resultat.

Detta är dock ur flera synpunkter en problematisk metafor. En mer fruktbar tankemodell kan vara att tänka på innovation som en form av lärande, både för organisationer och på individnivå.

Professor Richard Nelson, världens förmodligen ledande expert på innovation ur ett ekonomiskt perspektiv definierar innovation som:

“The processes by which firms master product designs and production processes that are new to them, if not to the world, nation or sector.”⁶⁷

Notera att Nelsons definition fokuserar på en process, som innebär att företagen lär sig något nytt, inte på resultatet, i form av nya produkter eller processer.

En innovationsprocess har två typer av resultat. Den resulterar i bästa fall (1) i en ny produkt eller tjänst som når framgång på marknaden, men oavsett om

⁶⁷ Nelson (1995)

man lyckas med detta eller inte så kommer de inblandade att (2) ha lärt sig saker på vägen, kunskap som man tar med sig in i framtiden. (Inte minst kunskap om vad som inte fungerat är värdefulla lärdomar, framför allt om man förstått varför det inte fungerade den här gången.)

Lärande är också en förutsättning för innovation. Idéer kommer inte som en snilleblixt från en klar himmel till vem som helst. Nya kombinationer av känd kunskap kräver att man har en stor verktygslåda av kunskapselement att kombinera.

Innovationer föds inte heller färdigformade. Interaktion med tidiga användare är en viktig del av innovationsprocessen, där vi lär oss både att bättre förstå olika användares behov, och att se hur vår innovation fungerar ute i verkligheten.

Som Bengt-Åke Lundvall påpekat är FoU bara en av flera kunskapskällor till innovation. Lundvall diskuterar två sätt att lära som interagerar med varandra i innovationsprocessen: ST (Science & Technology), forskning & utveckling inom eller utanför företaget, och DUI (Doing, Using, Interacting), lärande i produktionen, lärande från användare/kunder och lärande genom interaktion med en bredare krets av kunskapskällor.⁶⁸ Lärande i produktionen beskrevs av Kenneth Arrow,⁶⁹ lärande från användare som tidigare nämnts av Rosenberg⁷⁰, och lärande genom interaktion av Lundvall. I alla tre fallen finns en bred tidigare empirisk litteratur som beskriver fenomenen, de nämnda verken har främst försökt koppla empirin till ekonomisk teori.

Ett annat sätt att beskriva detta är att politikens syfte bör vara att stärka aktörernas förmåga att dra nytta av ny kunskap ("absorptive capacity"⁷¹) och att omsätta kunskap i nya processer, produkter eller företag ("dynamic capability"⁷²).

Direkt interaktion/dialog är viktig för gemensamt lärande

Eftersom forskningen har potential att bidra på många olika sätt, och i olika skeden av innovationsprocessen, så blir kontinuerlig interaktion mellan forskare och företag en viktig förutsättning. Flera av de studier jag refererat tidigare pekar på att forskarnas roll som diskussionspartner och bollplank efterfrågas av företagen.

Att skapa arenor för möten mellan företag och forskning – och processer för att skapa gemensamma bilder av framtiden – har blivit en viktig uppgift för

⁶⁸ Lundvall (1988)

⁶⁹ Arrow (1962b)

⁷⁰ Rosenberg (1982)

⁷¹ Cohen o. Levinthal (1990)

⁷² Teece et al (1997)

politiken. För att kunna bidra på detta sätt krävs att forskningspolitiken premierar öppenhet för kontakter om samverkan med det omgivande samhället. Så kan det synas vara i den politiska retoriken, men det akademiska incitamentssystemet drar inte alltid åt samma håll. För att en kontinuerlig interaktion ska bli meningsfull och uppfattas som värdefull av båda parter behöver parterna lära känna varandra och bygga förtroende. FoU-program i aktiv samverkan skapar arenor där detta kan ske.

6.2 Även politiken måste bygga på lärande

Politiken behöver identifiera och försöka stärka svaga länkar i nationella delar av olika innovationssystem. För detta behövs aktörer med tillräcklig kompetens och förmåga, och förståelse för att politiken måste vara flexibel och anpassas till olika förutsättningar.

Även politiken behöver baseras på lärande. En viktig lärdom av denna skrift är att utrymmet för meningsfulla politiska åtgärder, och hur dessa bör utformas, inte kan avgöras en gång för alla baserat på teoretiska överväganden. Den enda vägen är att pröva sig fram, vara ärlig i bedömningen av resultaten, vara beredd att ompröva åtgärder som fungerar dåligt, och vara beredd att lära av misstag i stället för att försöka begrava dem.

När det inte finns något enkelt facit för vad som är optimal utformning blir förmågan till lärande ett viktigt inslag i politikutvecklingen: Både när det gäller att dra kloka lärdomar av andras erfarenheter, där vi tar hänsyn till skillnader i förutsättningar, och när det gäller att kunna lära av egna erfarenheter och låta dessa påverka kommande insatser. Det är samtidigt viktigt att undvika att okritiskt imitera politiska instrument från andra länder utan att ta hänsyn till olika förutsättningar.

6.3 Behov av koordinering

Även om vi begränsar synfältet till den del av innovationspolitiken som avser kompetensbasen för innovation, så är det många aktörer som behöver dra åt samma håll om politiken ska bli effektiv. Idag är stödet till behovsmotiverad FoU uppdelat på ett antal aktörer – myndigheter, stiftelser, EU-program etc. Med ett perspektiv där lärande är i fokus behöver politiken även beakta utbildningssystemets funktionsförmåga, företagets kompetensförsörjning etc.

Att få denna skara av aktörer att dra åt samma håll går inte att kommendera fram, genom att skriva in ordet ”samverkan” i regleringsbrevet för ett antal myndigheter. Detta av två skäl: För det första är verksamheten alltför komplex

för att kunna följas upp med enkla mått på måluppfyllelse, för det andra behöver samarbetet involvera ett antal oberoende aktörer med egna mål och agendor. Ingen enskild aktör har befälsrätt över andra aktörer. I stället blir överensstämmelse i världsbild ("ledbilder" etc.) viktigt för att samordna olika deltagares agerande. En ökad överensstämmelse mellan olika aktörers ledbilder gör det möjligt att identifiera samarbetsmöjligheter, genom att:

- öka ytan av gemensam kunskap
- reducera missförstånd om varandras världsbild och avsikter
- skapa bättre förståelse för varandras världsbild och avsikter, inom de områden där man fortfarande skiljer sig åt

En process där var och en fattar egna beslut mot bakgrund av en gemensam världsbild kan i vissa fall leda till lokalt skarpare beslut än om man tvingat fram gemensamma beslut – som med nödvändighet blir utslätade. Det kan dessutom skapa en stimulerande konkurrens mellan olika aktörer.

För att bli konstruktiv kräver sådan konkurrens lagom överlapp mellan aktörernas arenor, så det finns ett område att konkurrera inom – men inte för stort överlapp. Då tar konkurrensen överhanden och man slutar kommunicera med varandra.

Gemensamt lärande är också ett viktigt sätt att samordna olika politikområden mot gemensamma mål. Behovet av lärande i innovationspolitiken var huvudtemat i ett OECD-projekt, om samordning i innovationspolitiken (MONIT⁷³), och också ett viktigt inslag i regeringens innovationsstrategi⁷⁴.

Ett antal olika strategiverktyg har utvecklats för att formulera gemensamma bilder av dagsläge, framtid, hot och möjligheter: Roadmaps, Framsyn, SWOT-analys etc. Sådana verktyg har två funktioner. De genererar slutsatser och rekommendationer som andra kan ta del av, men erfarenheten har visat att en minst lika viktig funktion är som gemensamma läroprocesser för dem som deltar i processen. Genom att involvera viktiga aktörer bidrar det gemensamma lärandet direkt till strategiprocessen.

6.4 Framförhållning

En verksamhet som ska tillgodose näringslivets långsiktiga behov av forskningsbaserad kompetens måste balansera mellan risken att bli helt styrda av industrins nuvarande önskemål på bekostnad av framtida kunskapsbehov, och risken att bli

⁷³ OECD (2006)

⁷⁴ Den nationella innovationsstrategin, Regeringskansliet N2012:27

förförda av behjärtansvärda samhällsbehov som inte är kopplade till någon reell efterfrågan. (För att efterfrågan ska uppstå räcker det inte med att jag ser ett problem, det måste också finnas någon som är beredd att betala för att få problemet löst.)

FoU-politiken påverkar vad högskolan forskar på och vilken kompetens som kan komma att nyttiggöras långt senare. Politiken har långsiktiga konsekvenser och måste vara proaktiv på grund av ledtiderna. Att bygga upp ett nytt kunskapsområde med kritisk massa tar åtminstone 10 år. En sådan kompetensuppbyggnad kan inte enbart bygga på program i samverkan med dagens företag eller baseras på deras önskemål. Företagen är normalt upptagna av dagens kunskapsbehov, och kan, när ett nytt kunskapsbehov blir tydligt, välja att samarbeta med och lokalisera ny verksamhet till miljöer där kompetensen finns, inte nödvändigtvis i Sverige.

Projekt eller program för nya kunskapsområden

Stöd till enskilda FoU-projekt och mer långsiktiga program kompletterar varandra och fyller olika roller: Enskilda projekt kan tidigt fånga upp och pröva potentialen inom nya kunskapsområden, medan mer omfattande program är ett viktigt instrument för att bygga och sprida kompetens inom områden som verkar bärkraftiga, och där näringslivet visat sig beredda att engagera sig.

Arnolds studie av digital radiokommunikation⁷⁵ visar på hur ett antal olika mekanismer samverkade för att bygga en kompetensbas för Ericssons utveckling av digital radioteknik. Ursprunget var ett informellt nätverk av några FoU-chefer vid dåvarande Svenska Radioaktiebolaget, och ett par forskargrupper i högskolan. Statens roll utvecklades genom ett antal olika insatser över lång tid, 30 år. Dessa innefattade både enskilda projekt, programstöd och initiativ till nationella program (Det nationella mikroelektronikprogrammet). En viktig poäng i Arnolds analys är att den tidiga kunskapsuppbyggnaden utformades i dialog med ”udda” visionärer inom både företaget och akademien. Om staten på ett tidigt stadium hade krävt långsiktiga åtaganden från företagets ledning hade detta inte kunnat komma till stånd.

6.5 Flexibilitet i arbetssätt

Varje insats skiljer sig åt med avseende på kunskapsområdets karaktär, aktörer, avnämare med mera. Det är därför viktigt att kombinera en tydlig uppfattning om vad man vill uppnå med flexibilitet i både arbetssätt och programformer. Olika

⁷⁵ Arnold et al (2008)

kunskaps- och tillämpningsområden har olika utvecklingslogik, och samspelet med forskningssystemet får därför olika karaktär.⁷⁶

Hur företag fångar upp ny kunskap liksom hur och med vem man samverkar skiljer sig åt mellan olika områden/branscher etc. En aspekt som jag diskuterat tidigare är skillnaden mellan branscher där innovation baseras på nya produkt-konfigurationer (t ex verkstadsindustri) och branscher där basen för innovation är att hitta material eller substanser med nya och bättre egenskaper, till exempel nya material eller läkemedel.⁷⁷ I en taxonomi som fått stort genomslag beskriver Keith Pavitt hur vissa branscher hämtar ny kunskap främst från sina leverantörer, medan direkt kontakt med forskningen spelar en större roll för andra.⁷⁸ Men även företag i samma bransch (och i samma land) kan ha valt olika strategier.

Politiken måste ta hänsyn till dessa olika förutsättningar och inte försöka applicera en standardmodell för alla områden. En engelsk studie av ett antal utvärderingar betonar att framgången för ett program eller en politik styrs av hur väl den anpassats till målgruppens behov och innovationsstrategier.⁷⁹ Utöver behovet att vara anpassade till målgruppens karaktäristika betonar studien vikten av att programmet faktiskt adresserar problem och behov som är viktiga och aktuella för målgruppen. Båda dessa faktorer kräver god kunskap om och kontinuerlig dialog med de aktörer man vill involvera.

Det blir sällan som man tror – var flexibel

Det är viktigt att vara flexibel inte bara i den ursprungliga utformningen av ett program, utan även under resans gång. Flera av de studier som nämnts har visat att även i de fall ett program avkastat värdefulla resultat så har de inte alltid haft den karaktär som förutsågs i starten.

Det nationella mikroelektronikprogrammet (1981) syftade till exempel till att bygga en svensk industri för tillverkning av elektronikkomponenter. Den ambitionen underskattade gravt den internationella koncentration av komponenttillverkning som blev resultatet då tillverkningens skala visade sig ha stor betydelse för ekonomin i produktionen av integrerade kretsar. I stället byggde programmet forskningskapacitet inom området som bidrog till att göra Ericsson till en mer kompetent beställare av komponenter, och gav Ericsson kompetens inom digital signalbehandling, en viktig förutsättning för Ericssons framgång inom mobil kommunikation.⁸⁰

⁷⁶ Elg & Håkansson (2011)

⁷⁷ Stankiewicz (2000)

⁷⁸ Pavitt (1984)

⁷⁹ Barber (2009b).

⁸⁰ Bergek m. fl. (2008)

6.6 Kan vi mäta effekterna av politiken?

En viktig del i en lärande politik är att systematiskt studera effekterna av de insatser som görs. Staten – och skattebetalarna - har också ett legitimt intresse av att veta om de resurser som satsas i innovations- och forskningspolitik ger en rimlig avkastning för samhället. Men om vi inte har respekt för att sambanden är komplexa riskerar vi att politiken kommer att styras av för enkla indikatorer som råkar finnas tillgängliga – vi kommer att leta under gatlyktan.

VINNOVA har genomfört ett antal långsiktiga effektstudier, med utnyttjande av externa forskare och konsulter⁸¹. Studierna visar att effekterna i näringsliv och samhälle av statligt stöd till forskning och utveckling är resultatet av processer över lång tid, där samspel mellan ett antal både privata och offentliga aktörer spelat roll, och där effekterna av offentligt stöd har berott av när – och hur – staten påverkat utvecklingen.

Med ett historiskt angreppssätt kan vi bilda rimligt trovärdiga uppfattningar i frågan om statens stöd spelat en viktig roll, på vilket sätt detta skett och vilka faktorer som varit viktiga för att effekterna skulle uppstå. Detta ger viktiga lärdomar att ta hänsyn till vid utformning och genomförande av framtida verksamhet. Lärdomarna kan inte direkt översättas till enkla recept, eftersom förutsättningarna ser olika ut, men de ger oss en bättre förståelse som hjälper oss att tolka nya situationer.

Nationalekonomers ekonometriska studier av effekterna av FoU-stöd är i huvudsak fokuserade på kvantitativa effekter:

- Genererar FoU-stöd mer FoU eller är det en ren subvention av investeringar som företagen skulle gjort ändå (input-additionalitet)?
- Bidrar FoU-stöd till snabbare tillväxt än hos en kontrollgrupp (output-additionalitet)?

Studier av detta slag ger en begränsad bild av politikens effekter, på flera olika sätt.

Som jag noterat tidigare kommer innovationer till i ett komplext samspel mellan både privata och offentliga aktörer. En viktig konsekvens av detta synsätt är att innovationssystemets prestationsförmåga beror på hur väl de olika delarna fungerar tillsammans. Det finns inget automatiskt samband mellan FoU och tillväxt - investeringar i FoU är ingen homogen produkt. Viktigare än hur mycket man investerar är om man investerat på rätt områden, och hur man utnyttjar de investeringar man gör.

⁸¹ För en samlad analys av dessa studier, se Elg & Håkansson (2011)

Den innovationsinriktade FoU-politikens huvudingrediens är inte längre stöd till enskilda företag, utan stöd till andra aktörer i innovationssystemet för att skapa bättre miljöer för företagens egen innovationsverksamhet. Detta gäller inte minst i Sverige, som har en i internationell jämförelse liten andel FoU-stöd till företag.

Enligt OECD är också en kanske viktigare roll för innovationspolitiken att påverka det kvalitativa innehållet i företagens FoU (beteende-additionalitet).⁸² FoU-stöd kan göra det möjligt att delta i mer långsiktig FoU, öka samverkan med externa kunskapskällor, eller påverka var företagen väljer att lokalisera FoU-verksamhet.

Som jag diskuterat i kapitel 4 är forskningens roll för företagen inte i första hand att ge upphov till nya produktidéer. Den ger i stället kunskapsunderlag för utveckling av affärer och produkter. Detta innebär att effektstudier som endast fokuserar på det ekonomiska utfallet av enskilda projekt inte kommer att fånga upp de resultat som företagen själv anser viktigast, eftersom en stor del av nyttan är bättre förmåga att fatta kloka beslut i framtiden.

Genom att mäta effekterna i de företag som fått stöd fångar vi inte upp de indirekta följd effekterna hos företagets kunder, leverantörer och konkurrenter.

Det viktigaste måttet på nyttan är förmodligen det faktum att ett antal företag finner det värt mödan att investera både pengar och egen personal i långsiktiga samarbetsprojekt.

Att i efterhand försöka kvantifiera effekternas storlek, eller hur mycket olika aktörer bidragit till dessa, och på basen av dessa avgöra om en enskild insats varit kostnadseffektiv, är betydligt svårare. Dels på grund av de långa tidsförloppen, dels på grund av svårigheten att fördela effekterna mellan olika aktörers insats: Om stödet spelat roll beror på *när* och *hur* insatser gjorts, inte enbart – eller ens främst - av insatsens storlek.

Politiken kommer ändå alltid att efterfråga svar på frågan om statens insatser "lönar sig". I detta sammanhang kan effektstudiernas förståelsekunskap bidra till att specificera ekonometriska analyser som bygger på en mer realistisk bild av den process man försöker modellera. Ju närmare i tiden vi mäter, desto troligare är det att vi kan koppla effekter till en specifik orsak, men desto mindre av de långsiktiga effekterna kan vi fånga upp.

Detta är ett problem som staten inte är ensam om att brottas med. Företagen kan inte heller räkna ut hur mycket de borde satsa på FoU, eller kalkylera fram

⁸² OECD (2005)

vilka projekt som ger högst avkastning. I stället sneglar man på hur mycket konkurrenterna investerar och hur mycket man själv har råd med. Valet av projekt man investerar i handlar om hur det kompletterar andra projekt i portföljen, inte om marginalavkastningen på det enskilda projektet.

6.7 Finns det någon svensk paradox?

I den svenska debatten hävdas ofta att vi skulle få dålig avkastning på de investeringar som görs i FoU i Sverige, tanken om ”den svenska paradoxen”. På europeisk nivå återkommer samma tanke om en ”europeisk paradox” som det drivande motivet bakom Lissabon-deklarationens mål om 3% av BNP till FoU i unionen.

Ursprungligen handlade ”den svenska paradoxen” om ett förmodat samband på nationell nivå. Sverige tycktes få ut dålig avkastning i form av BNP-tillväxt från stora investeringar i FoU. Ejermo m fl har granskat detta och kommer fram till att en avtagande avkastning bara kan ses i snabbväxande industri- och tjänstegrenar.⁸³ Deras tolkning är att detta inte kan tolkas som brister i innovationssystemet, utan en nödvändig kostnad för att konkurrera på dessa snabbväxande marknader. En ytterligare förklaring är att stora företags FoU i Sverige leder till produktion i andra länder, i globaliserade företag.

Trots att det som utmärker Sverige i första hand är företagens stora FoU-investeringar, så kom begreppet i debatten snart att tolkas som att vi får dålig avkastning på offentliga investeringar i högskolans forskning. Granberg & Jacobsson konstaterar att det inte finns något empiriskt underlag för att hävda vare sig att vi får dålig avkastning på offentliga FoU-investeringar eller att hävda det omvända.⁸⁴ De försök som gjorts att mäta avkastningen täcker bara en liten del av de mekanismer genom vilka högskolan samverkar med det omgivande samhället, och de försök till indikatorer som finns – till exempel antalet företag som startas med rötter i akademisk forskning – ger inget stöd för att Sverige skulle stå sig sämre än andra länder⁸⁵.

Detta innebär inte att det inte skulle finnas utrymme för att förbättra Sveriges förmåga att dra nytta av investeringarna i FoU, men talet om en ”paradox” är ingen bra utgångspunkt för att analysera vad som kan eller behöver förbättras.

⁸³ Ejermo m fl (2011)

⁸⁴ Granberg & Jacobsson (2006)

⁸⁵ Jacobsson, Dahlstrand & Elg (under publicering)

7 Slutord

För att innovationer ska komma till stånd behövs två saker. Vi behöver människor – entreprenörer, innovatörer, forskare och finansiärer som är beredda att ta risker för att skapa något nytt, och vi behöver en kunskapsmiljö som ger dem något att arbeta med. Denna skrift har handlat om den senare aspekten – det betyder inte att jag tror att entreprenörer/innovatörer är mindre viktiga.

Forskningsbaserad kompetens, och samverkan med akademisk forskning, kan bidra på många olika sätt i innovationsprocessen, genom att tillföra ny kompetens, genom att peka ut nya kunskapsområden som kan innebära hot eller nya möjligheter, eller genom att identifiera och lösa konkreta problem. ”Produktidéer” är inte det viktigaste bidraget, och inte ett motiv för företagen att söka samarbete.

Det jag vill att du som läsare ska ta med dig från denna skrift är att innovation i grunden handlar om långsiktigt lärande, och att en innovationsinriktad FoU-politikens viktigaste uppgift är att göra Sverige till en bra miljö för sådant lärande, inom och mellan företag, forskargrupper och andra aktörer, ett långsiktigt lärande som förutsätter varaktig samverkan i nära kontakt med verkliga tillämpningar.

Fungerande innovationssystem kan inte skapas genom politiska åtgärder, de växer fram organiskt, och förändras ständigt. Men med framsynta åtgärder kan innovationspolitiken förbättra förutsättningarna för att sådana processer kommer till stånd, genom att undanröja administrativa hinder, och genom program som ökar kunskapen om varandras kompetens och demonstrerar nyttan med samarbete.

Genom historiska studier av hur innovationer kommit till vet vi att innovationer inte uppstår som en plötslig snilleblix som sedan enkelt ”kommersialiseras”. I de flesta fall har de föregåtts av en lång sökprocess, där olika aktörer sökt efter lösningar, prövat och misslyckats. Innovationer föds inte heller färdigutvecklade. Värdet skapas när det ursprungliga fröet vårdas och vidareutvecklas.

Innovationer är komplexa, och bygger på kompetens från många källor, som måste integreras. Forskning är en av dessa källor, men når ofta tillämpningen förpackad i handböcker, konsulttjänster eller inbyggd i komponenter eller avancerade material.

Dessa kompetenser har samtidigt i många fall en begränsad livslängd. Det är varken möjligt eller önskvärt för ett företag att försöka kunna allt inom den egna organisationen. Innovationer bygger därför på samarbete med andra - kunder, leverantörer, konsulter, forskare – i nätverk som vi kallar ”innovationssystem”.

Akademisk forskning är en av dessa källor till kompetens, och dess betydelse ökar på de flesta områden. Men för att de ska kunna bidra räcker det inte att i efterhand ”föra över” färdiga forskningsresultat. Forskare kan bidra med mer än sina senaste resultat, och i många skeden av innovationsprocesser. Men för att detta ska ske krävs att företag och forskare förstår varandras problem och världsbilder och har förtroende för varandra.

Allt detta är läroprocesser: De inblandade lär sig över tid var man hittar kompetens, vilka lösningar på problem som fungerar, vilka som inte fungerar (vilket är minst lika viktigt), eller vilka egenskaper kunderna verkligen efterfrågar.

Ett annat sätt att beskriva detta är som två parallella, experimentella sökprocesser, som söker svar på frågorna vad ska vi åstadkomma, och hur ska vi göra det?

Varje innovation innebär en kompromiss mellan olika önskemål som ibland strider mot varandra. Vilken avvägning mellan olika egenskaper hos en produkt eller tjänst som är den ”bästa” kan inte förutsägas a priori. Vi vet inte i förväg vilka kompromisser vi kommer att tvingas göra, och kunderna har svårt att tala om vad de verkligen vill ha innan de fått möjlighet att pröva. Det finns också för det mesta flera möjliga vägar att leverera en önskad funktion. Innan olika lösningar är fullt utvecklade är det svårt att bedöma vilka prestanda som på sikt är möjliga att uppnå med respektive lösning. Och ibland beror vad som är ”bäst” alternativ på hur konkurrenterna agerar, till exempel, vilket operativsystem som vinner flest användare och som därför kan erbjuda bredaste urvalet av applikationer.

Varje innovationsprojekt ger resultat av två slag. I bästa fall – och om man haft tur – kommer en ny tjänst eller produkt att nå marknaden, och stärka innovatörens konkurrenskraft. Och, oavsett om man lyckas nå det målet, så kommer de inblandade aktörerna att ha lärt sig saker som påverkar både hur man värderar framtida hot och möjligheter, och deras förmåga att möta hoten och ta vara på möjligheterna. I det långa loppet är det dessa lärdomar som är det viktigaste resultatet.

För svaret på frågan om vad politiken kan göra för att främja detta kan vi återvända till Nathan Rosenbergs tre uppgifter för en innovationsinriktad FoU-politik (jfr avsnitt 5.2).⁸⁶

Forskning och praktik behöver båda behöva lära av varandra. Politiken måste därför främja ett kontinuerligt, dubbelriktat kunskaps- och erfarenhetsutbyte, inte syfta till att i efterhand ”föra över forskningsresultat”.

För detta behöver politiken skapa institutionella former för interdisciplinär, problembaserad forskning, i samverkan mellan akademi och användare. Den viktigaste faktorn är inte organisatoriska lösningar, utan belöningssystem som värderar sådan samverkan. Samarbete måste löna sig för båda parter, utifrån deras respektive mål och värderingar.

Politiken behöver också forma stabila ramvillkor som ger utrymme och incitament för "experiment" med nya affärsidéer. Detta är också det viktigaste motivet för stöd till nystartade företag. Inte att subventionera enskilda företag, utan att öka bredden av experiment som marknadens urvalsprocess sedan kan verka bland, och att inspirera andra att våga försöka.

⁸⁶ Rosenberg (1992)

Referenser

- Abernathy W. J. and Utterback, James M (1978). “*Patterns of industrial innovation*”. Technology Review, Vol. 80 (June-July).
- Arnold, Erik et al. ”*The Role of Industrial Research Institutes in the National Innovation System*”, Technopolis Oct 2006
- Arnold, Erik, Barbara Good, Henrik Segerpalm “*Effects of research on Swedish mobile telephony developments – the GSM story*”, VINNOVA Analysis VA 2008:04
- Arrow, Kenneth J. (1962a). “*Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention,*” In Richard Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Arrow, Kenneth J. (1962b) “*The Economic Implications of Learning by Doing*”, *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3, June 1962, pp 155-173
- Arthur, W Brian (2009) “*The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*”, New York: Free Press
- Balconi, Margherita, Andrea Laboranti. “*University-industry interactions in applied research: The case of microelectronics*”. Department of Political Economy and Quantitative Methods, University of Pavia, Italy. Policy Research 35, 2006 sid 1616-1630
- Barber John, ”*A strategic view of innovation policy: A proposed methodology for assessing innovation policy and performance*”, OECD/DSTI/STP/TIP(2003)4
- Barber, John (2008) “*What is innovation?*” intern PM, UK Department of Trade and Industry
- Barber, John (2009a) “*Setting the scene*” I Elg, Lennart & Jos Leijten (red) *New Economic Ground for Innovation Policy*, Cultiva Libros
- Barber, John (2009b): *What lessons can evaluation of support for Innovation under ERDF learn from experience of National Innovation Policies?*
http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/conferences/evaluation2009/abstracts/barber.doc

- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B. Lindmark, S. (2008) “*Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis*”, Research Policy, Vol 37, issue 3, April 2008, 407-429
- Bergek, Anna & Staffan Jacobsson “*Are tradable green certificates a cost-efficient policy driving technical change or a rent-generating machine? Lessons from Sweden 2003–2008*” Energy Policy 38 (2010) 1255–1271
- Bhidé, Amar (2008) “*The Venturesome Economy: How Innovation Sustains Prosperity in a More Connected World*”, Princeton University Press
- Bitard, Pierre, Charles Edquist, Leif Hommen & Annika Rickne (2008) “*The paradox of high R&D input and low innovation output: Sweden*”, i Charles Edquist & Leif Hommen (red.), Small Country Innovation Systems - Globalization, Change and Policy in Asia and Europe, Edward Elgar
- Block, Fred & Keller, Matthew R. "Where do innovations come from? Transformations in the US economy, 1970–2006" Socioecon Rev (2009) 7 (3): 459-483.
- Braunerhielm, Pontus, Klas Eklund, Magnus Henrekson: “*Ett ramverk för innovationspolitiken*” Samhällsförlaget, 2012
- Broström, A., 2009. Ph.D. Dissertation: Strategists and Academics – essays on interaction in R&D, Royal Institute of Technology.
- Broström, Anders (red.) “*Collaboration for competitiveness: towards a new basis for regional innovation policy*”, SISTER Working Paper, 2007
- Bullock, M. (1983): Academic Enterprise, Industrial Innovation and the Development of High Technology Financing in the United States. Brand Brothers & Company, London
- Carlsson, Bo, “*Creation and dissemination of knowledge in high-tech industry clusters*” paper presented at the 12th annual SNEE conference, May, 2010
- Clark, J., Freeman, C., Soete, L., (1981).”*Long waves, inventions and innovations*”, Futures 13, 308–322
- David Paul A.(1990), “*The Dynamo and the Computer: A Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox*”, American Economic Review Papers and Proceedings, 1990, 355-61
- David, Paul A (1997) “*Path Dependence and the Quest for Historical Economics: One More Chorus of the Ballad of QWERTY*”, University of

Oxford Discussion Papers in Economic and Social History, Number 20,
November 1997

Deiaco, E., Johnson, A., Anaya-Carlsson, K., Scheffer, F. (2008) "*Effektanalys av offentlig såddfinansiering 1994 – 2004*", VINNOVA Analys VA 2008:05

Den nationella innovationsstrategin, Regeringskansliet N2012:27

Denison, E. F. (1967) *Why growth rates differ*. Washington, DC: Brookings Institution

Edquist, C. Malerba, F. et al. (2004). "*Sectoral Systems: Implications for European Innovation Policy*". Sectoral Systems of Innovation - Concepts, Issues and Analysis of Six Major Sectors in Europe. F. Malerba. Cambridge, Cambridge University Press.

Ejermo, Olof, Astrid Kander, Martin Henning (2011) "*The R&D-growth paradox arises in fast-growing sectors*", Research Policy, Vol 40, Issue 5, pp 664-672

Elg, Lennart (2006), "*Swedish industry and the European Framework Programmes for Research and Technology Development*", ppt-presentation, VINNOVA

Elg, Lennart & Staffan Håkansson (2011) "*När staten spelat roll – lärdomar av VINNOVAs effektstudier*", VINNOVA Analys VA 2011:10

Eliasson, G. (1993) "*Den stökiga marknadsekonomin*". Tivilet på nationalekonomin: Fyra ekonomer diskuterar vetenskapen och verkligheten. Källa/40. Forskningsrådsnämnden, mars 1993.

Etzkowitz, Henry & Loet Leydesdorff, (2000) "*The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations*", Research Policy, vol 29, pp 109–123.

Fagerberg, Jan (1994) "*Technology and International Differences in Growth Rates*". Journal of Economic Literature, 32, 1147-1175

Fagerberg, Jan, Maryann Feldman & Martin Shrolec (2011) "*Technological Dynamics and Social Capability: Comparing U.S. States and European Nations*", CIRCLE Electronic Working Papers no. 2011/11

Geels, F.W., Hekkert, M.P., Jacobsson, S. (2008) "*The dynamics of sustainable innovation journeys*", Technology Analysis and Strategic Management, 20 (5), pp. 521-536

- Gibbons, Michael et al (1994) *“The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies”*, London: Sage
- Granat, J., Markusson, N. & Norgren, L. 2002, Ekonomiska effekter av STU/NUTEKs forskningsfinansiering – exemplet bioteknikforskning, i VF 2002:01 Effekter av VINNOVAs föregångares stöd till behovsmotiverad forskning.
- Granberg, Anders, Staffan Jacobsson (2006) *“Myths or reality - a scrutiny of dominant beliefs in the Swedish science policy debate”*, Science and Public Policy, Volume 33, Issue 5, Pp. 321-340
- Henderson, Rebecca M & Clark, Kim B (1990) *“Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms”*, Administrative Science Quarterly, Vol. 35, No. 1, pp 9-30
- Hirsch-Kreinsen, H., D. Jacobsen, S. Laestadius o. K. Smith (2005), *“Low and Medium Technology Industries in the Knowledge Economy: The Analytical Issues”*, i Hirsch-Kreinsen, H., D. Jacobsen, S. Laestadius (eds): *Low-tech Innovation in the Knowledge Economy*, Peter Land Academic Publishers: Frankfurt am Main
- Hughes, A. (2010), 'The Multi-faceted role of universities', ESRC Society Now, Summer 2010 Issue 7, In Focus: p.7. Jacobsson, Staffan., (1997), *“Sweden’s technological system for electronics and computer technology”*, i Carlsson, Bo (red.), *Technological systems and industrial dynamics*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Högskoleverket (2012), *“Forskarutbildade på arbetsmarknaden - Statistisk analys och litteraturstudie”*, HSV Rapport 2012:29 R
- Jacobsson, Staffan, Eugenia Perez Vico *“Towards a systemic framework for capturing and explaining the effects of academic R&D”*, Technology Analysis & Strategic Management Vol. 22, Iss. 7, 2010
- Jacobsson, Staffan, Åsa Lindholm Dahlstrand och Lennart Elg *“Is the commercialization of European academic R&D weak?—A critical assessment of a dominant belief and associated policy responses”*, Research Policy (in press),
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733313000103>

- Karlsson, Staffan, Daniel Wadskog "Vetenskapligt publiceringssamarbete mellan svenska företag och högskolor", Vetenskapsrådet, 2007
- Kay, John (2010) "Obliquity – Why our goals are best achieved indirectly", Profile Books
- Kline, S.J., Rosenberg, N., (1986). "An Overview of Innovation", in: Landau, R., Rosenberg, N. (Eds.), *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. National Academy Press, Washington DC, pp. 275-305.
- Landes, D. (1998) "The wealth and poverty of nations". London: Abacus
- Lester, R.K., (2005) "Universities, Innovation, and the Competitiveness of Local Economies - A Summary Report from the Local Innovation Systems Project – Phase I". Industrial Performance Center, Massachusetts Institute of Technology.
- Lipsey, R. and K. Carlaw (1998). "A Structuralist Assessment of Technology Policies - Taking Schumpeter Seriously on Policy". Industry Canada Research Publications Program: 123
- Lundvall, Bengt Åke (1988) "Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation", in Dosi et al (eds), *Technical Change and Economic Theory*, IFIAS
- Lundvall, Bengt-Åke (2007) "Post Script: Innovation System Research: Where it came from and where it might go", manuskript
- Martin, B.R., Tang, P. (2007) The benefits from publicly funded research. SPRU Electronic Working Paper Series, Brighton.
- McQueen, Douglas H, Wallmark, J Torkel (1984) "Innovation output and academic performance at Chalmers University of Technology", *Omega*, Vol 12, Issue 5, 1984, pp. 457 - 464
- Merton, R.K. 1938: "Science, Technology and Society in Seventeenth Century England". *Osiris*, vol IV, 360-632
- Metcalfe, J S (2005) "Systems Failure and the Case for Innovation Policy", i Llerena and Matt (eds) *Innovation Policy in a Knowledge Based Economy: Theory and Practice*, Springer
- Mokyr, J., (1990) "The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress". Oxford University Press, New York

- Mowery, D.C.; Rosenberg, N. 1998: *Paths of Innovation – Technological Change in 20th Century America*. Cambridge: Cambridge University Press
- Musson, A.; Robinson, E. 1969: *Science and Technology in the Industrial Revolution*, Manchester University Press
- Nelson, R.R. (1995). “*Recent evolutionary theorizing about economic change*”. *Journal of Economic Literature*, 33, 48-90.
- North, Douglass (1993) “*Economic Performance through Time*”, Nobel Prize Lecture
- North, Douglass C (1987) “*Institutions, Transaction Costs and Economic Growth*”, *Economic Inquiry*, Vol 25, Issue 3, 419-428
- OECD (2006) “*Governance of Innovation Systems, Volume 1: Synthesis Report*”
- OECD(2010) “*The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*”
- OECD, “*Behavioral Additionality of R&D Grants: Introduction and Synthesis*”, DSTI/STP/TIP(2005)9/REV1
- Oskarsson, Christer (1993) “*Technology diversification: The Phenomenon, It’s Causes and Effects*”, Doktorsavhandling, CTH, Institutionen för Industriell Organisation och Ekonomi
- Pavitt, Keith (1984) “*Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory*”, *Research Policy*, Volume 13, Issue 6, December 1984, Pages 343-373
- Rosenberg, N. 1969: “*The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices*. Chicago: Economic Development and Cultural Change, Vol. 18, No 1, pp. 1-24
- Rosenberg, N. 1992: “*Science and Technology in the Twentieth Century*”. In: G. Dosi; R. Gianetti; P. Toninelli (Eds.): *Technology and Enterprise in A Historical Perspective*. Oxford University Press
- Rosenberg, Nathan (1982) “*Inside the Black Box: Technology and Economics*”, Cambridge University Press
- Rothwell, R. (1992). “*Successful industrial innovation: critical factors for the 1990’s*”. *R&D Management*, Vol 22, iss 3, pp.221-240, July 1992
- Salter, A.J., D’Este, P., Pavitt, K., Scott, A., Martin, B.R., Genua, A., Nightingale, P., Patel, P., 2000. “*Talent, Not Technology: The Impact of*

- Publicly Funded Research on Innovation in the UK*". SPRU, University of Sussex
- Schmookler, J. 1950: "*The Interpretation of Patent Statistics*." Journal of Patent Office Society, Vol XXXII, No 2, pp. 123-146
- Solow, R. M. (1956) "*A Contribution to the Theory of Economic Growth*". Quarterly Journal of Economics, 70, 65-94.
- Stankiewicz, Rikard (2000) "*The concept of design space*", i John Ziman (ed), Technological Innovation as an Evolutionary Process, Cambridge: Cambridge University Press
- Stokes, Donald E. (1997), "*Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*", Washington DC, Brookings Institution Press
- STU-kommittén (1977), "*STUs stöd till teknisk forskning och innovation: Betänkande*", SOU 1977:64
- Teece, David J.; Pisano, Gary 1994: "*The dynamic capabilities of Firms: an Introduction*", Oxford: Industrial and Corporate Change, Volume 3, Issue 3, Pp. 537-556
- Tillväxtanalys (2009) "*Forskning och utveckling i internationella företag 2009*" Statistik 2011:03
- VINNOVA (2011) "*Utveckling av Sveriges kunskapsintensiva innovationssystem – Bilagor. Underlag till forsknings- & innovationsproposition*" VINNOVA Policy VP 2011:05
- Whitehead, A.N. (1925) "*Science and the Modern World*." New York, Cambridge University Press

VINNOVAs publikationer

Maj 2013

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se www.vinnova.se

VINNOVA Analys

VA 2013:

- 01 Chemical Industry Companies in Sweden
- 02 Metallindustrin i Sverige 2007 - 2011
- 03 Eco-innovative Measures in large Swedish Companies - An inventory based on company reports
- 04 Gamla möjligheter - Tillväxten på den globala marknaden för hälso- och sjukvård till äldre
- 05 Rörliga och kopplade - Mobila produktionssystem integreras
- 06 Företag inom miljötekniksektorn 2007-2011
- 07 Företag inom informations- och kommunikationsteknik i Sverige 2007 - 2011
- 08 Snabbare Cash - Effektiv kontanthantering är en tillväxtmarknad
- 09 Den svenska maritima näringen - 2007 - 2011
- 10 Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres
- 11 Summary - Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres. *Kortversion av VA 2013:10*
- 12 Företag inom svensk gruv- och mineralindustri 2007-2011
- 13 Innovationer och ny teknik - Vilken roll spelar forskningen

VA 2012:

- 01 Impact of innovation policy - Lessons from VINNOVA's impact studies. *För svensk version se VA 2011:10*
- 02 Lösningar på lager - Energilagringstekniken och framtidens hållbara energiförsörjning
- 03 Friska system - eHälsa som lösning på hälso- och sjukvårdens utmaningar
- 04 Utan nät - Batterimarknadens utvecklingsmöjligheter och framtida tillväxt
- 05 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007 - 2011. *Finns endast som PDF*
- 06 Företag inom fordonsindustrin - Nationella, regionala och sektoriella klusterprofiler som underlag för analys- och strategiarbete
- 07 Svensk Life Science industri efter AstraZenecas nedskärningar. *Finns endast som PDF*

- 08 EUREKA Impact Evaluation - Effects of Swedish participation in EUREKA projects
- 09 Uppföljning avseende svenskt deltagande i Eurostars. *För engelsk version se VA 2012:10. Finns endast som PDF*
- 10 Follow-Up of Swedish Participation in Eurostars. *För svensk version se VA 2012:09. Finns endast som PDF*

VA 2011:

- 01 Smart ledning - Drivkrafter och förutsättningar för utveckling av avancerade elnät
- 02 Framtid med växtverk - Kan hållbara städer möta klimatutmaningarna?
- 03 Life science companies in Sweden including a comparison with Denmark
- 04 Sveriges deltagande i sjunde ramprogrammet för forskning och teknisk utveckling (FP7) - Lägesrapport 2007-2010, fokus SMF. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:05*
- 05 Sammanfattning Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007-2010 - Fokus SMF. *Kortversion av VA 2011:04*
- 06 Effektanalys av forskningsprogram inom material från förnyelsebara råvaror
- 07 Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2011:08*
- 08 Sammanfattning - Effektanalys av starka forsknings- & innovationssystem. *Kortversion av VA 2011:07*
- 09 Samarbete mellan Sverige och Kina avseende vetenskaplig sampublicering - aktörer, inriktning och nätverk. *Finns endast som PDF*
- 10 När staten spelat roll - lärdomar av VINNOVAs effektstudier. *För engelsk version se VA 2012:01*

VINNOVA Information

VI 2013:

- 01 Branschforskningsprogrammet för skogs- & träindustrin - Projektkatalog 2013
- 02 Destination Innovation- Inspiration, fakta och tips från Ungas Innovationskraft
- 03 Inspirationskatalog - Trygghetsbostäder för äldre
- 04 Challenge-Driven Innovation - Societal challenges as a driving force for increased growth. *För svensk version se VI 2012:16*

- 05 Innovationsupphandling - en möjlighet till förnyelse och utveckling
- 06 Årsredovisning 2012
- 07 Trygghetsbostäder för äldre - en kartläggning. *Finns endast som PDF*
- 08 Äldre entreprenörer med sociala innovationer för äldre - en pilotstudie kring en inkubatorverksamhet för äldre. *Finns endast som PDF*
- 09 Fixartjänster i Sveriges kommuner - Kartläggning och samhällsekonomisk analys. *För kortversion se VINNOVA Information VI 2013:10*
- 10 Sammanfattning Fixartjänster i Sveriges kommuner - Kartläggning. *kortversion av VINNOVA Information VI 2013:09*

VI 2012:

- 02 Så blir Sverige attraktivare genom forskning och innovation - VINNOVAs förslag för ökad konkurrenskraft och hållbar tillväxt till regeringens forsknings- och innovationsproposition
- 03 Idékatalog - Sociala innovationer för äldre
- 04 Innovation i offentlig upphandling - Ett verktyg för problemlösning
- 05 Årsredovisning 2011
- 07 Din kontakt till EU:s forsknings- och innovationsprogram
- 08 Uppdrag att stärka det svensk-kinesiska forsknings- och innovationssamarbetet. *Finns endast som PDF*
- 09 Projektkatalog eTjänster. Slutkonferens - summering och reflektioner
- 10 Hållbara produktionsstrategier samt Tillverkning i ständig förändring - Projektkatalog 2012
- 11 VINNVÄXT
- 12 Effekter av innovationspolitik - Tillbakablickar och framtidsperspektiv
- 13 Banbrytande IKT - Projektkatalog
- 14 Smartare, snabbare, konvergerande lösningar - Projektkatalog inom området IT och Data/ Telekommunikation i programmet Framtidens kommunikation
- 15 Fordonsstrategisk forskning och innovation för framtidens fordon och transporter
- 16 Utmaningsdriven innovation - Samhällsutmaningar som drivkraft för stärkt tillväxt. *För engelsk version se VI 2013:04*
- 17Handledning för insatser riktade mot tjänsteverksamheter och tjänsteinnovation. *Finns endast som PDF*

VINNOVA Rapport

VR 2013:

- 01 Från eldsjälsdrivna innovationer till innovativa organisationer - Hur utvecklar vi innovationskraften i offentlig verksamhet?
- 02 Second International Evaluation of the Berzeli Centra Programme
- 03 Uppfinningsars betydelse för Sverige - Hur kan den svenska innovationskraften utvecklas och tas tillvara bättre?
- 04 Innovationslussar inom hälso- och sjukvården - Halvtidsutvärdering
- 05 Utvärdering av branschforsknings-programmen för läkemedel, bioteknik och medicinteknik
- 06 Vad ska man ha ett land till? - Matchning av bosättning, arbete och produktion för tillväxt
- 07 Diffusion of Organisational Innovations - Learning from selected programmes

VR 2012:

- 01 Utvärdering av Strategiskt gruvforskningsprogram - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Mining Industry
- 02 Innovationsledning och kreativitet i svenska företag
- 03 Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige - Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Steel Industry
- 04 Utvärdering av Branschforsknings-program för IT & Telekom - Evaluation of the Swedish National Research Programme for IT and Telecom
- 05 Metautvärdering av svenska branschforskningsprogram - Meta-evaluation of Swedish Sectoral Research Programmes
- 06 Utvärdering av kollektivtrafikens kunskapslyft. *Finns endast som PDF*
- 07 Mobilisering för innovation - Studie baserad på diskussioner med 10 koncernledare i ledande svenska företag. *Finns endast som PDF*
- 08 Promoting Innovation - Policies, Practices and Procedures
- 09 Bygginnovationers förutsättningar och effekter
- 10 Den innovativa värden
- 11 Framtidens personresor - Slutrapport. Dokumentation från slutkonferens hösten 2011 för programmet Framtidens personresor
- 12 Den kompetenta arbetsplatsen
- 13 Effektvärdering av Produktionslyftet - Fas 1: 2007-2010. *Finns endast som PDF*

Miljö - allas ansvar

Privatpersoner, företag och myndigheter - alla behöver samverka för en bättre framtida miljö.

E-Print och Trosa Tryckeri i samarbete med VINNOVA, tar ansvar för en miljövänlig trycksaksproduktion.

Gemensamt nyttjar vi modern produktionsteknik och miljövänliga insatsvaror i vår strävan att minimera miljöpåverkan. Vårt miljöarbete har hög prioritet och utvecklas kontinuerligt.

Produktion & layout: VINNOVAs Kommunikationsavdelning

Tryck: E-Print, Stockholm, www.eprint.se

Maj 2013

Försäljning: Fritzes Offentliga Publikationer, www.fritzes.se



VINNOVA stärker Sveriges innovationskraft

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56

Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005

VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se