



---

VINNOVA POLICY  
VP 2005:02

# **STRATEGI FÖR TILLVÄXT – BIOTEKNIK**

---

en livsviktig industri i Sverige

**Titel/Title:** Strategi för tillväxt - Bioteknik, en livsviktig industri i Sverige

**Serie/Series:** VINNOVA Policy VP 2005:02

**ISSN:** 1651-3568

**Utgiven/Published:** Maj/May 2005

**Utgivare/Publisher:** VINNOVA - Verket för Innovatonssystem / *Swedish Agency for Innovation Systems*

**VINNOVA Diariern/Case No:** 2004-03078

---

## **Om/About VINNOVA**

VINNOVAs uppgift är att *främja hållbar tillväxt* genom utveckling av *effektiva innovationssystem* och finansiering av *behovsmotiverad forskning*.

Genom sitt arbete ska VINNOVA tydligt bidra till att Sverige utvecklas till ett ledande tillväxtland.

I serien VINNOVA Policy publiceras material som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstagande i olika frågor. Det kan röra strategiskt viktiga remissvar, regeringsuppdrag, verksamhetsplanering eller andra dokument där VINNOVA gör policymässiga ställningstaganden.

Forskning och innovation för hållbar tillväxt.

VINNOVA's mission is to *promote sustainable growth* by developing *effective innovation systems* and funding *problem-oriented research*.

---

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 Policy som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa eller ladda ner via [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se). Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys, Forum och Rapport säljs via Fritzes Offentliga Publikationer, [www.fritzes.se](http://www.fritzes.se), tel 08-690 91 90, fax 08-690 91 91 eller [order.fritzes@nj.se](mailto:order.fritzes@nj.se)

*VINNOVA's publications are published at [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)*

# Strategi för tillväxt – Bioteknik, en livsviktig industri i Sverige



## Förord

Den svenska regeringen, genom Näringsdepartementet, har gett VINNOVA uppdraget att ”i samverkan med berörda företag och finansiärer utveckla en nationell innovations- och forskningsstrategi för området bioteknik. Strategin skall fokusera på områden som har förutsättningar för hög tillväxt och internationell konkurrenskraft.”

VINNOVA har valt att inom begreppet bioteknik inkludera utveckling av produkter och tjänster som är ett resultat av biovetenskaplig forskning och dess applikationer. Detta inkluderar områden som läkemedel, medicinsk teknik och biotekniska verktyg, men även områden som skog, livsmedel, kemi, miljö och energi där biotekniken har en framtidspotential.

Målet med strategin har varit att ta fram åtgärder för det svenska biotekniska forsknings- och innovationssystemet, med syfte att främja tillväxt och ett livskraftigt och hållbart näringsliv. I arbetet med att ta fram denna strategi har ett stort antal personer medverkat. Olika synpunkter har brutits mot varandra i många samtal, workshops och seminarier. Nya underlag med fakta och analyser har tagits fram som bidragit till en mer gemensam syn på utvecklingen inom området och som är en bas för åtgärdsförslagen. I referensgruppen finns många av de viktigaste organisationerna representerade med personer i beslutsfattande ställning, inklusive lärosäten, näringsliv, myndigheter och finansiärer. En stor konsensus finns i referensgruppen kring inriktningen på de åtgärdsförslag som presenteras i detta dokument. Åtgärdsförslag som syftar till att ge bättre hälsa, hållbarare miljö och livskraftigare näringsliv i Sverige på 10-års sikt. Sverige har i dag en framskjuten position inom bioteknik. Men det är mycket viktigt att en kraftsamling görs utifrån denna styrkeposition eftersom kraftfulla och målinriktade satsningar görs av konkurrerande nationer, som t.ex. Danmark, Irland, UK, USA, Kanada och de asiatiska länderna.

Arbetet med strategin har hanterats av en arbetsgrupp vid VINNOVA bestående av Maria Landgren, handläggare och projektledare, Anna Sandström, analytiker, Lennart Stenberg, analytiker/rådgivare och Katarina Nordqvist, enhetschef bioteknik.

Ett varmt och stort TACK till alla de mycket engagerade personerna i referensgruppen och arbetsgruppen som med sina arbetsinsatser och erfarenheter bidragit till denna forsknings- och innovationsstrategi.

Per Eriksson  
Generaldirektör  
VINNOVA

Katarina Nordqvist  
Enhetschef Bioteknik  
VINNOVA

I referensgruppen har följande personer ingått:

Maria Anvret, Professor, Avd chef, AstraZeneca AB

Per Belfrage, Professor, Lunds universitet

Per Bengtsson, VD, Probi AB

Mats Berggren, Projektledare, SwedenBIO

Richard Bergström, VD, Läkemedelsindustriföreningen, LIF

Britt-Marie Bertilsson, Programansvarig Teknik, MISTRA

Håkan Billig, Huvudsekreterare medicin, Vetenskapsrådet

Jan Brundell, Vice VD, LightUp Technologies

Ulf Carlson, Vice President, Corporate R&D SCA

Karin Forsberg Nilsson, Bitr. Huvudsekreterare medicin, Vetenskapsrådet

Cristina Glad, Vice VD, BioInvent International AB

Lena Gustafsson, Prorektor, Chalmers tekniska högskola

Lars Hagel, Chef Research & Development, GE Healthcare

Staffan Josephson, Generalsekreterare, Hjärt och Lungfonden

Jörgen Lönngrén, Avdelningschef Life Science, Industrifonden

Karin Markides, Vice GD, VINNOVA

Björn Nilsson, Senior Vice President Biacore/Chairman SwedenBIO

Maj-Inger Nilsson, VD, Stockholm Bioregion

Jan Nylander, tf. VD, Innovationsbron

Staffan Normark, VD, Stiftelsen för Strategisk Forskning, SSF

Hans Nyctelius, VD, SwedenBIO

Mats Pettersson, VD, Biovitrum AB

Ulf Pettersson, Vice rektor, Uppsala universitet

Akbar Seddigh, VD, Ortivus AB

Hans Sievertsson, Professor, Ordförande Apotekarsocieteten

Inge-Bert Täljedal, Rektor, Umeå universitet

Mathias Uhlén, Professor, KTH

Harriet Wallberg-Henriksson, Rektor, Karolinska institutet

Ylva Williams, Head of Life Science, Invest in Sweden, ISA

Bengt Wranne, Dekanus, Hälsouniversitetet, Linköpings universitet

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Strategin i korthet</b>	<b>10</b>
2.1	Svensk industri med koppling till bioteknik - en stor potential för Sveriges framtid	10
2.2	Vision, mål och strategi	11
2.3	Strategins åtgärdsområden	12
2.3.1	Ökad kunskap, dialog, samverkan och beredskap	12
2.3.2	Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor	14
2.3.3	Stärkt excellent forskningsbas	20
2.3.4	Effektivare kommersialisering av forskning	25
<b>3</b>	<b>Inledning</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>Vision och mål</b>	<b>35</b>
4.1	Svenska styrkefaktorer	35
4.2	Vision och mål för Sverige 2015	36
<b>5</b>	<b>Bioteknikens bidrag till god hälsa och miljö</b>	<b>38</b>
5.1	Nya möjligheter för ökad livskvalitet genom förebyggande åtgärder, tidigare diagnostik och bättre behandlingar	38
5.2	Förnyelsebara råvaror, effektivare tillverkningsprocesser och slutna kretslopp	46
5.3	Andra mångvetenskapliga möjligheter	52
<b>6</b>	<b>Etik och allmänhetens förtroende</b>	<b>53</b>
6.1	Förtroende och stöd hos allmänheten	54
6.2	Ökad dialog mellan bioteknikaktörer och allmänheten	55
6.3	Åtgärdsförslag	57
6.3.1	Nationellt program för kunskap och dialog	57
<b>7</b>	<b>Bioteknik en framtidsmöjlighet som redan är en realitet för svenskt näringsliv</b>	<b>58</b>
7.1	Internationella trender	59
7.2	Tillgång till kunskap och kompetens i Sverige	65
7.3	Den svenska industrins position och potential	67
7.4	Åtgärdsförslag	81
7.4.1	Behov av investeringar i excellent forskning och grundutbildning	81
7.4.2	Skatteincitament för FoU-investeringar	81
7.4.3	Förenkling och förbättring av expertskattesystemet	82
7.4.4	Långsiktigt ägande	83
7.4.5	Biovetenskaplig FoU-samverkan mellan akademi och industri	84
7.4.6	Nationellt system för utveckling inom läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik	86

7.4.7	Bioteknisk förnyelse i svenska basnäringar.....	88
7.4.8	Affärs- och ledarskapsutveckling i nystartade företag .....	89
7.4.9	Ett nationellt bioteknikråd - för strategi, handlingskraft och beredskap .....	90
7.4.10	Program för analyser av det svenska biotekniska innovationssystemet i ett internationellt sammanhang .....	91
7.4.11	Beställarkompetens och mottagarkapacitet .....	92
<b>8</b>	<b>Forskningsbasens internationella konkurrenskraft .....</b>	<b>93</b>
8.1	En stark forskningsbas är en förutsättning för biotekniska innovationer .....	93
8.2	Fortsatt framskjuten position för svensk biovetenskaplig forskning men de flesta andra länder expanderar sin forskning snabbare.....	95
8.3	Anpassning till nya villkor för biovetenskaplig forskning.....	101
8.4	Resursbehov för konkurrenskraftig biovetenskaplig forskning i Sverige .....	104
8.5	Åtgärdsförslag .....	110
8.5.1	Profilering, arbetsfördelning och samverkan mellan forskningsutförare .....	111
8.5.2	Bättre balans i universitetens tjänstestruktur .....	112
8.5.3	Nationell kraftsamling på styrkeområden inom biovetenskaplig forskning.....	113
8.5.4	Samverkansgrupp mellan forskningsfinansiärer.....	119
<b>9</b>	<b>Etablering av nya växtkraftiga bioteknikföretag .....</b>	<b>120</b>
9.1	Rollfördelning, fokusering, prioritering och professionalism.....	121
9.2	Åtgärdsförslag .....	123
9.2.1	Stärkt infrastruktur för kommersialisering .....	123
9.2.2	Fokusera inkubatorverksamheten inom biovetenskaper och bioteknik till ett fåtal noder.....	124
9.2.3	Utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer .....	125
9.2.4	Ökad personrörlighet mellan akademi och industri.....	125
<b>10</b>	<b>Allianser regionalt, nationellt, internationellt .....</b>	<b>126</b>
10.1	Regionala initiativ i Sverige.....	126
10.2	Internationellt FoU-samarbete .....	130
10.3	Åtgärdsförslag .....	132
10.3.1	Proaktivt agerande inför EUs sjunde ramprogram för FoU.....	132
10.3.2	Finansiering av internationellt samarbete utanför EUs ramprogram.....	134
<b>11</b>	<b>Appendix .....</b>	<b>136</b>
11.1	Uppdraget och tillvägagångssätt .....	136
11.2	Lista över separata bilagor .....	141
11.3	Referenser .....	141



# 1 Sammanfattning

Under de senaste årtiondena har hastigheten med vilken vi lär oss mer om livets minsta beståndsdelar kontinuerligt accelererat. Detta ger oss möjlighet att förstå och tillvarata naturens stora variationsrikedom på nya sätt. Sverige har en lång tradition av biovetenskaplig forskning. Ett nära samarbete mellan akademi och industri har lett fram till många världsledande innovationer av svenskt ursprung som magsårsmedicin, diagnostiska allergitest, pacemakern och utrustning för proteinseparation. I dag är cirka 800 företag verksamma inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik och drygt 40 000 är direkt anställda i dessa företag. Läkemedel och medicinsk teknik står för drygt 20 procent av den svenska nettoexporten, d.v.s. knappt 40 miljarder kronor. En positiv syn på områdets potential att bidra till ekonomisk tillväxt och ökad sysselsättning samt till att bidra till en förbättrad hälsa och utveckling av nya miljövänliga produkter från förnyelsebara råvaror har lett till stora satsningar internationellt. För att stimulera en fortsatt positiv utveckling i Sverige har den svenska regeringen, genom Näringsdepartementet, gett VINNOVA i uppdrag att formulera en nationell strategi för svensk bioteknik.

"VINNOVA skall i samverkan med berörda företag och finansiärer utveckla en nationell innovations- och forskningsstrategi för området bioteknik. Strategin skall fokusera på områden som har förutsättningar för hög tillväxt och internationell konkurrenskraft"

I rapporten beskrivs den senaste vetenskapliga och industriella utvecklingen inom området biovetenskap och dess applikationer inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik. Även potentialen för bioteknikens ökade genomslag inom t.ex. skogs-, livsmedels- och kemiindustrin samt inom växtförädling och energiproduktion baserad på förnyelsebara råvaror tas upp i rapporten. Dessutom inkluderas den framtida potentialen för användning av den biovetenskapliga forskningens resultat i helt andra industrier än de som idag förknippas med bioteknik.

Några av målen för strategin är att till år 2015 inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik ha ökat antalet direkt sysselsatta med 50 procent, fördubblat de svenska nettoexportinkomsterna, att företagsstrukturen innehåller fler medelstora företag samt att forskningsbasen har stärkts.

För att nå målen föreslås ett antal åtgärder inom följande områden:

1. Ökad kunskap, dialog och beredskap
2. Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor
3. Stärkt excellent forskningsbas
4. Effektivare kommersialisering av forskning

**De högst prioriterade åtgärderna är:**

Att regeringen bildar ett bioteknikråd med företrädare från regering, akademi, industri, fackförbund och myndigheter. Rådet ska aktivt följa genomförandet av strategin och snabbt agera när möjligheter och hot inom bioteknikområdet dyker upp.

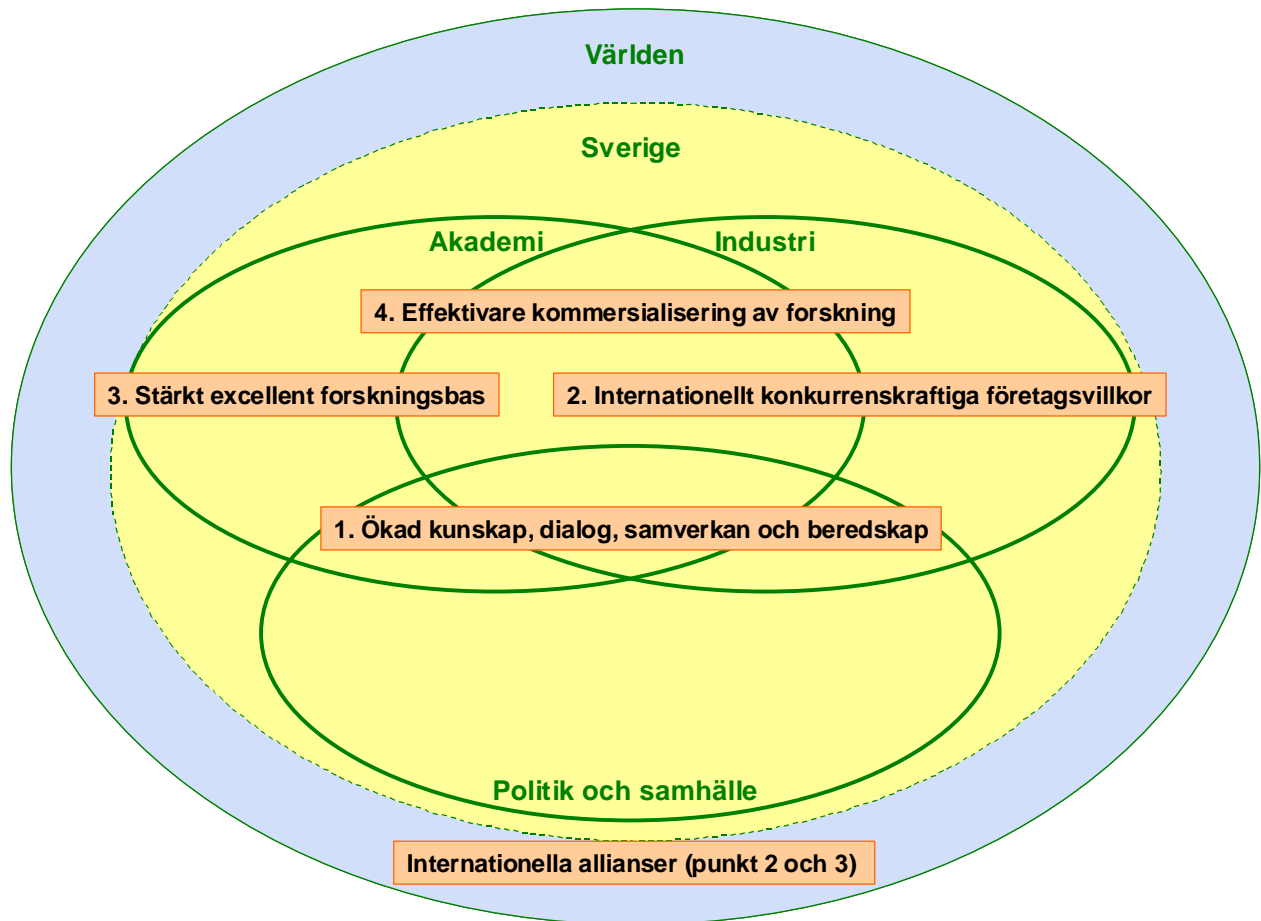
Att regeringen snabbtredar skatteincitament för investeringar i företags forskning och utveckling. I de flesta länder som Sverige konkurrerar med finns olika former av skattelättnader för sådana investeringar.

Att en stor satsning på starka svenska forskningsområden genomförs, det kan gälla folksjukdomar, träffsäker medicin, bioengineering samt gröna processer och produkter. Dessutom bör VINNOVAs forsknings- och utvecklingsprogram för samarbete mellan akademi och industri samt stöd till idéprövning av utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer inom bioteknik utökas.

Att insatser för en förbättrad rörlighet mellan akademi och näringsliv genomförs. Dessa insatser inkluderar bland annat ett nationellt program för post-doktorala tjänster och ett program som möjliggör för forskare i industrin att få heltidsforskartjänster inom akademien. Dessutom föreslås ett program för att knyta personer med erfarenhet av industriell projekt- och affärsutveckling till akademins forskningsmiljöer.

Att 0,25 procent av pensionspengarna i AP-fonderna avsätts för långsiktiga investeringar i svenska forskningsintensiva högteknologiska små och medelstora företag.

# Strategins åtgärdsområden för bättre hälsa, miljö och tillväxt



## 1) Ökad kunskap, dialog, samverkan och beredskap

- Nationellt program för kunskap och dialog
- Nationellt bioteknikråd - för strategi, handlingskraft och beredskap
- Program för analyser av det svenska biotekniska innovationssystemet i ett internationellt sammanhang

## 2) Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor

- Utred skatteincitament för FoU-investeringar
- Förenkling och förbättring av expertskattesystemet
- Fond för forskningsintensiva högteknologiska företag
- Biovetenskapligt FoU-samarbete mellan akademi och industri
- Nationellt system för utveckling inom läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik
- Utred infrastruktur för bioteknisk produktion kopplat till kliniska prövningar
- Bioteknisk förnyelse i svenska basnäringar
- Utred stöd för bioprocessutveckling i svenska basnäringar
- Affärs- och ledarskaputveckling i nystartade företag
- Små och medelstora företags medverkan i EUs ramprogram

## 4) Effektivare kommersialisering av forskning

- Utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer
- Personrörlighet mellan akademi och industri
- Fokusera till ett fåtal nationella specialistinkubatorer
- Stimulera avknoppning från etablerade företag
- Bättre regional infrastruktur för kommersialisering av forskning och rollfördelning mellan aktörerna

## 3) Stärkt excellent forskningsbas

- Samverkansgrupp mellan forskningsfinansiärer
- Nationell kraftsamling på svenska styrkeområden inom biovetenskaplig forskning
- Internationella allianser och samarbeten (EU samt FoU-samarbete med länder utanför EU)
- Program för profilering och samverkan mellan lärosäten
- Bättre balans och tydligare tjänstestruktur vid lärosäten

## 2 Strategin i korthet

I detta kapitel sammanfattas strategins vision och mål men även de åtgärdsförslag som ses som nödvändiga för att stimulera en positiv utveckling. Utförligare beskrivningar och tydligare bakgrund till förslagen återfinns i senare kapitel.

### 2.1 Svensk industri med koppling till bioteknik - en stor potential för Sveriges framtid

Sverige har en stor potential att bli ett av världens främsta länder inom forskning och företagande med bas i biovetenskaplig forskning. Vi har en lång tradition av forskning och företagande inom detta område och vi har en internationellt erkänd och stark biovetenskaplig och klinisk forskning. Ett nära samarbete mellan akademi och industri har lett fram till många världsledande innovationer av svenskt ursprung, t.ex. magsårsmedicin, diagnostiska allergitest, pacemakern och utrustning för proteinseparation. I dag är cirka 800 företag verksamma inom utveckling av produkter och tjänster inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik och drygt 40 000 är direkt anställda i dessa företag. Indirekt bidrar denna industri till uppskattningsvis ytterligare 60 000 privata arbetstillfällen, d.v.s. totalt ca 100 000 personer sysselsätts genom denna industri. Flera av företagen är mycket framgångsrika och det finns en stor potential för ytterligare tillväxt. En stor tillväxtpotential finns också genom bioteknikens ökade genomslag inom livsmedels-, kemi- och skogsindustrin samt inom växtförädling och energiproduktion baserad på förnyelsebara råvaror. Samtidigt är den internationella konkurrensen mycket hård. För att företagen ska kunna växa och stanna i Sverige krävs goda villkor. Följande faktorer är avgörande för att med bioteknik skapa en uthållig tillväxt i svenskt näringsliv enligt bedömningarna i denna strategi.

- Förtroende och stöd bland allmänheten för utveckling och utnyttjande av biotekniken
- Villkor för företagen i Sverige som är jämförbara med de villkor som den konkurrerande industrin i andra länder har
- En internationellt konkurrenskraftig biovetenskaplig forskningsbas inom etablerade såväl som nya områden
- Kraftsamling kring uppbyggnad av starka forsknings- och innovationsmiljöer inom områden där Sverige har särskilt goda förutsättningar att bygga konkurrensfördelar kombinerat med

internationell samverkan för att få tillgång till komplementära resurser och kompetens

- Ett effektivt system för förädling av idéer från forskning som leder till långsiktig tillväxt i företag där biovetenskap/bioteknik har stor betydelse. Detta inkluderar mer affärskunskap i tidiga skeden och långsiktig finansiering.
- Starka ägare som är beredda att satsa uthålligt på utvecklingskraftiga delar av det stora antal små och medelstora bioteknikföretag

## 2.2 Vision, mål och strategi

Visionen är:

### **Bioteknik för god hälsa, livskraftigare företag och bättre miljö**

Målen för 2015 är:

- Biotekniken uppfattas och uppskattas som en naturlig del av vår vardag
  - Kommande mätningar inom Eurobarometern visar att vi i Sverige har en högre kunskapsnivå, större intresse och mer positiv syn på biovetenskap/bioteknik än idag
- Kraftig tillväxt i industrin inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik
  - Antalet direkt sysselsatta har ökat med mer än 50 procent
  - Antalet framgångsrika nystartade företag har fördubblats
  - Företagsstrukturen har gått från många små, få medelstora och ett stort företag till ytterligare 5 företag med fler än 250 anställda samt ytterligare 2 företag med fler än 500 anställda
  - Nettoexportinkomsterna har fördubblats
- Biotekniken har fått ett stort genomslag i skogs-, kemi- och livsmedelsindustrin
  - I Sverige har minst 10 nya innovativa företag startats och minst 50 nya biotekniska produkter eller processer utvecklats och nått marknaden eller tillämpats
- Resursförstärkning till forsknings- och innovationsmiljöer samt en ökad profilering och samverkan mellan dessa har lett till fler miljöer med internationell konkurrenskraft.

- En tydlig positiv trend som i publiceringsstatistik visar att ett ökande antal svenska forskningsmiljöer bedöms vara i absolut världsklass
  - Utländska företag som idag inte bedriver forskning i Sverige satsar en miljard kronor i svenska forskningsmiljöer per år
- Statliga investeringar i biovetenskaplig forskning och affärsutveckling uppfattas som en tydlig investering i tillväxt

För att realisera dessa mål föreslås följande åtgärdsområden:

- 1) Ökad kunskap, dialog, samverkan och beredskap
- 2) Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor
- 3) Stärkt excellent forskningsbas
- 4) Effektivare kommersialisering av forskni

## 2.3 Strategins åtgärdsområden

### 2.3.1 Ökad kunskap, dialog, samverkan och beredskap

#### Nationellt program för kunskap och dialog

Biovetenskap och bioteknik har medfört stora förväntningar på utveckling av nya produkter och tjänster som bidrar till bättre hälsa, miljö och ekonomisk tillväxt. Den snabba utvecklingen har även resulterat i viss oro för vilka andra konsekvenser forskningen och applikationerna kan få. Det är därför viktigt att medborgarna ges möjlighet till insyn, ökade kunskaper och dialog med experter när det gäller forskning och utveckling (FoU) inom ett område som i så hög grad berör alla. En öppen dialog mellan forskare, experter, politiker, näringsliv och allmänhet är därför en absolut nödvändighet.

#### Förslag

Ett mellan olika forskningsfinansiärer samfinansierat program för att öka kunskaperna och dialogen kring biovetenskap initieras. Programmet föreslås administreras av Vetenskapsrådet. En bedömningsgrupp som bidrar till utformningen av programmet utses efter att behov och existerande initiativ inventerats. I gruppen finns representanter från olika forskningsfinansiärer, universitet, skola, industri och media.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: Vetenskapsrådet]

Avsnitt 6.3.1

#### Nationellt bioteknikråd - för strategi, handlingskraft och beredskap

Industrin inom detta område präglas av stor dynamik globalt. För att stimulera fortsatta investeringar i Sverige är det viktigt att den politiska

nivån kontinuerligt har information om vilka komponenter i innovationsklimatet som är viktigast för företagen och kan agera utifrån den informationen. För en ökad dialog mellan regeringen och olika bioteknikaktörer kring framtidsvisionen för detta område och de strategiska beslut som krävs, samt för att följa upp genomförandet av strategin är det önskvärt att ett bioteknikråd bildas.

#### **Förslag**

För att fördjupa dialogen mellan regering, industri, akademi, fackförbund och relevanta myndigheter föreslås att ett bioteknikråd med företrädare från dessa aktörer inrättas. Rådet arbetar också aktivt med att följa upp genomförandet av strategin, vilket ger förutsättningar för ett snabbt svenskt agerande då möjligheter och hot uppkommer inom bioteknikområdet.

[Regeringen tar initiativ till att bilda bioteknikrådet]

Avsnitt 7.4.9

#### **Program för analyser av det svenska biotekniska innovationssystemet i ett internationellt sammanhang**

För att kunna fatta väl underbyggda beslut med syfte att stimulera en positiv utveckling inom området bioteknik krävs bra underlag. I dessa analyseras en möjlig svensk utveckling för ett visst område i ett internationellt sammanhang. Det finns idag många myndigheter och andra aktörer som utför analyser inom bioteknikområdet. Det skulle bidra till ett mer effektivt resursutnyttjande om det fanns en bättre samordning av de studier som utförs. Det behövs även en förstärkning t.ex. när det gäller möjlighet till fördjupade internationellt jämförande analyser.

#### **Förslag**

Inrätta ett program för analyser av det svenska biotekniska innovationssystemet i ett internationellt sammanhang. Detta bör bl.a. klargöra Sveriges förutsättningar att erbjuda en utvecklingskraftig innovationsmiljö inom bioteknik som attraherar internationellt rörliga kunskapsintensiva stora och små företag samt kapital. Detta underlag bidrar till att välunderbyggda beslut fattas som vidareutvecklar innovationssystemet så att en positiv utveckling i landet stimuleras.

[5 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

#### **Förslag**

Ge VINNOVA ansvar för att samla de aktörer som analyserar utvecklingen inom området för att gemensamt utforma en process för samordnade studier.

[Regeringen ger VINNOVA uppdraget]

Avsnitt 7.4.10

### **Beställarkompetens och mottagarkapacitet**

För att beslutsfattare på olika nivåer ska kunna bilda sig en uppfattning om olika frågor krävs att de får ta del av ett bra underlag. Det måste även finnas en mottagarkompetens som kan ta till sig, tolka och ställa vidare frågor när underlaget finns på plats. Det är därför viktigt att det på tjänstemannanivå på myndigheter och departement finns en tillräckligt stor kunskap om området.

### **2.3.2 Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor**

#### **Skatteincitament för FoU-investeringar**

Det är viktigt att villkoren för svensk industri är internationellt konkurrenskraftiga. Det ökar möjligheten att attrahera forskningsintensiv industri till Sverige och stimulerar den idag etablerade industrins ytterligare investeringar i FoU i Sverige. I de flesta länder som den svenska industrin konkurrerar med finns skatteincitament för investeringar i företags FoU.

Syften med incitament för investeringar i företags FoU är att:

- stimulera etablerade företag att investera mer i FoU
- underlätta för nya innovativa företag att växa
- locka forskningsintensiva företag till landet och/eller få dem att stanna

Utformningen av detta stöd ser olika ut i olika länder. Hur ett motsvarande stöd skulle kunna se ut i Sverige bör utredas snarast. En ny reform bör även omfatta de företag som ännu inte visar vinst. Detta eftersom utvecklingstiderna inom bioteknikbranschen oftast är långa, framförallt när det gäller läkemedelsutveckling. Reformen som skulle skapa incitament för FoU-investeringar skulle i dessa företag direkt kunna omvandlas i fler högkvalificerade arbetstillfällen för forskare.

#### **Förslag**

En snabbutredning tillsätts för att utforma en reform som skapar starkare incitament för investeringar i FoU, i första hand i små och medelstora företag. Det är av yttersta vikt att en sådan utredning inkluderar kompetens från alla forskningsintensiva industrier i Sverige. Det är dessutom viktigt att företagen utan vinst omfattas av reformen. Denna utredning borde kunna utmynna i ett förslag till reform under hösten 2005.

[Regeringen tillsätter utredningen]

Avsnitt 7.4.2

#### **Förenkling och förbättring av expertskattesystemet**

Expertskattesystemet är viktigt för att kunna rekrytera rätt kompetens till svenska företag. Att kunna rekrytera utländsk kompetens är särskilt viktigt då kompetensen helt saknas i Sverige. Ytterligare ett motiv är att företagen



genom experterna kan ta del av erfarenheter från starka utvecklingsmiljöer i utlandet. Idag ses det svenska expertskattesystemet som opraktiskt, tidskrävande och byråkratiskt av de små och medelstora företagen. Genom att förbättra detta system skulle fler av dessa få ökade möjligheter att ta del av expertskattesystemets fördelar.

#### **Förslag**

Förläng ansökningstiden för expertskatt från 3 månader till ett år efter att den sökande anlant till Sverige och förläng tiden för expertskatt från 3 till 5 år. Vidga personbegreppet för ”nyckelperson” till att även innefatta experter inom patent, affärsutveckling, juridik, kliniska prövningar som är viktiga kompetenser för bioteknikföretags framgång. Eventuellt kan handläggningen förenklas genom att införa en lönegräns i stället för en nämndprövning enligt dansk modell.

[Regeringen/Forskarskattenämnden]

Avsnitt 7.4.3

#### **Fond för forskningsintensiva högteknologiska företag**

På kort och medellång sikt är tillväxten i den svenska industrin inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik beroende av hur de företag som är etablerade i landet utvecklas. Denna industri karakteriseras av mycket långa utvecklingstider från idé till marknad och därmed krav på stor uthållighet hos investerarna. Av detta skäl kommer ägarförhållandena att vara viktiga för utvecklingsmöjligheterna av industrin i Sverige.

#### **Förslag**

En möjlighet är att liten del av våra pensionspengar i AP-fonderna, 0,25 procent, utnyttjas i en särskild fond för långsiktiga investeringar. Fonden avser investeringar i svenska högteknologiska forskningsintensiva små och medelstora företag inom olika områden där sannolikt bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik blir en stor del.

[Regeringen]

Avsnitt 7.4.4

#### **Biovetenskapligt FoU-samarbete mellan akademi och industri**

Inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik ligger den grundläggande biovetenskapliga forskningen mycket nära de applikationer som utvecklas. Det är därför viktigt med ett gott samarbete mellan akademi och industri för att generera och utveckla idéer som ligger till grund för företagets tillväxt. Samarbetet bidrar också till att öka kompetensen vid universitet och högskolor om hur projekt drivs i industrin samt till att bibehålla den forskningsintensiva industrins kompetens om den senaste vetenskapliga utvecklingen.

Tillväxten av bioteknikindustrin i Sverige under det närmaste decenniet beror i allt väsentligt på framgången för de företag som redan finns i landet. En nyckelfråga för många av dessa företag är hur framgångsrikt de kan bedriva sin FoU verksamhet. Stimulans och stöd till samarbeten mellan företag och universitet i Sverige är ett medel som staten kan utnyttja för att stärka företagens utvecklings- och konkurrenskraft.

VINNOVA har som en av sina huvuduppgifter att stimulera denna typ av samarbete. Detta sker i olika former. VINN Excellence Center (den nya generationens kompetenscentrum), är ett långsiktigt samarbete mellan Universitet/högskola och en grupp företag. Andra program för forskning, utveckling och demonstration (FUD) tar hänsyn till branschspecifika villkor. Programformen FUD kan innebära pre-kommersiellt forskningssamarbete mellan ett eller ett fåtal företag och en eller flera akademiska miljöer. Det kan även innebära en satsning för samverkan mellan ett företag och en svensk excellent forskningsmiljö. VINNOVA planerar även att starta ett generellt program för FoU-bidrag till små- och medelstora företag efter modell från USA (SBIR<sup>26</sup>-programmet).

Inom ramen för de resursförstärkningar som föreslagits i den forskningspolitiska propositionen bedömer VINNOVA att år 2008 kunna satsa cirka 220 Mkr på forskningssamarbete mellan bioteknikföretag och universitet/högskola i de former som nämnts ovan. Ett utökat stöd till denna typ av FoU samarbete bedöms kunna ge mycket påtagliga effekter på tillväxten på tio års sikt förutsatt att det fokuserar på FoU med anknytning till de kompetens- och produktområden där svenska företag redan är verksamma. Satsningen kan involvera såväl grupper av företag som enskilda företag inom områden som läkemedel, diagnostik, medicinsk teknik, innovativa livsmedel, biotekniska verktyg, bioprocesser och e-hälsa.

#### **Förslag**

Ett utökat stöd till affärsutvecklande forskningssamarbete mellan bioteknikföretag och universitet/högskola inom områden som läkemedel, diagnostik, medicinsk teknik, innovativa livsmedel, biotekniska verktyg, bioprocesser och e-hälsa.

[200 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

Avsnitt 7.4.5

#### **Nationellt system för utveckling av läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik**

Högkvalitativ klinisk forskning är en förutsättning för kliniska prövningar av läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik. Svensk sjukvård har flera motiv för att medverka i läkemedelsprövningar: bibehålla stark klinisk forskning, generera intäkter till sjukhus och forskning och att delta i

utveckling av nya behandlingsmetoder vilket leder till en bättre vård samt kontinuerlig kompetensutveckling av personalen. Patientregister, biobanker m.m. har erbjudit goda förutsättningar för klinisk och epidemiologisk forskning och för kliniska prövningar. Detta har lett till en framskjuten svensk position inom dessa områden. Erfarenheten är dock att dagens sjukvård inte förmår avsätta tillräckliga resurser för klinisk forskning.

En viktig del i tillväxtpotentialen för de små bioteknikbolagen inom utveckling av biologiskt baserade läkemedel och diagnostika ligger i möjligheten att producera substanserna enligt de regulatoriska krav som finns. Delfinansiering av investeringar i bioprocessanläggningar med offentliga medel är ett sätt att accelerera utvecklingen inom området bioproduktion i Sverige. I andra länder, som Irland och UK, finns nationella centra för bioproduktion för att underlätta för mindre företag att t.ex. tillverka läkemedel för kliniska prövningar i tidig fas.

### **Förslag**

Regeringen har i forskningspolitiska propositionen uttalat som sin avsikt att tillsätta en utredning med uppgift att utreda den kliniska forskningen. I denna utredning bör förutsättningarna för kliniska prövningar och kopplingen mellan klinisk forskning och industrin inkluderas. Även faktorer som påverkar förutsättningarna för klinisk forskning, inklusive koppling till preklinisk forskning, och kliniska prövningar bör tas upp såsom harmonisering av IT-system i sjukvården, uppbyggnad och utnyttjande av biobanker, organisation för ledning och genomförande av kliniska prövningar.<sup>a</sup>

Forskningspolitiska propositionens förslag innebär ökade anslag till medicinsk forskning vilket sannolikt kommer att förstärka resurserna för klinisk forskning. Det är viktigt att Landstingen stimulerar och premierar klinisk forskning samt kliniska prövningar<sup>b</sup>.

[Föreslagen aktör: Regeringen<sup>a</sup>, Landstingen och de medicinska fakulteterna i samverkan<sup>b</sup>]

### **Förslag**

Ett nationellt system för kliniska prövningar bör etableras. Som ett första steg föreslås Vetenskapsrådet i samverkan med Landstingen och de medicinska fakulteterna etablera regionala centra för prövningsverksamhet. I första hand behövs en organisation av nätverkskaraktär med kompetenser kring kliniska medicinsk prövning, marknadsföring och viss affärsjuridik. Det är även viktigt att läkemedelsföretagens synpunkter tas tillvara.

[25 Mkr/år, föreslagen aktör: Vetenskapsrådet i samverkan med Landstingen och de medicinska fakulteterna]

### **Förslag**

Utred industrins faktiska behov och beräknade kostnader för en initial statlig investering i den infrastruktur/apparatur som behövs för att stödja de små läkemedelsföretagens behov av kvalitetssäkrad GMP-produktion. Detta avser möjligheten att skala upp produktionen från laboratorieskala av biotekniskt producerade substanser till volymer som räcker för att t.ex. utföra kliniska prövningar i tidig fas. Verksamheten ska efter den initiala statliga investeringen i infrastruktur/apparatur bedrivas på kommersiella grunder.

[2 Mkr för en utredning, föreslagen aktör: VINNOVA i samverkan med relevanta aktörer]

Avsnitt 7.4.6

## **Bioteknisk förnyelse i svenska basnäringar**

Den industri som bidrar mest till den svenska nettoexporten är skogsindustrin. Inom denna och andra industrier som t.ex. livsmedelsindustrin och kemisk industri liksom när det gäller energiproduktion baserad på förnyelsebara råvaror finns en stor potential för tillväxt genom ökad användning av biovetenskaplig forskning och biotekniska tillämpningar. Förnyelse i dessa industrier kommer sannolikt att ske genom en kombination av bioteknik med andra teknikområden, d.v.s. genom tvärvetenskapliga ansatser snarare än ensidig fokusering på bioteknik.

### **Förslag**

Inrätta ett program för bioteknisk utveckling i industrier som inte har en stark tradition av att utnyttja bioteknik, t.ex. inom livsmedels-, skogsindustrin och kemisk industri. Genom att ge forskare och industri inom dessa områden möjlighet att följa och interagera med den internationella utvecklingen samt genom att ge ett stöd till explorativ FoU (i mindre skala) kan ett underlag för mer strategiska satsningar för svensk industri skapas.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

Avsnitt 7.4.7

## **Utred behov av infrastruktur för bioprocessutveckling inom svenska basnäringar**

Ett statligt stöd kan behövas för att stimulera användning av biotekniska processer inom kemi-, livsmedels- och skogsindustrin. Ett sådant stöd kan leda till att en mer miljövänlig processutveckling tidigare än annars kan komma till stånd och nya produkter baserade på förnyelsebara råvaror utvecklas. Medlen behövs för att prova uppskalning innan stora investeringar i storskalig produktion sker.

### **Förslag**

Utred industrins faktiska behov av stöd för uppskalning av biotekniska processer inför storskalig produktion. I detta inkluderas de beräknade kostnaderna och formerna för ett eventuellt statligt stöd till företag, gemensamt i industriella konsortier. Produktionen handlar om biotekniskt producerade substanser för industriella ändamål inom kemi-, livsmedels- eller skogsindustrin.

[2 Mkr för en utredning, föreslagen aktör: VINNOVA i samverkan med relevanta aktörer] Avsnitt 7.4.7

### **Affärs- och ledarskapsutveckling i nystartade företag**

I arbetet med strategin har ett behov av stärkt kompetens hos ledningen i en del av de unga bioteknikföretagen påpekats. Det påtalas att det i en del företag finns en brist på kunskap om hur marknaden ser ut för de produkter man utvecklar och de framtida kundernas krav och behov.

### **Förslag**

Innovationsbron organiserar i samarbete med relevanta aktörer såsom inkubatorerna och SwedenBIO affärs- och ledarskapsutveckling för nystartade företag.

[2 Mkr/år, föreslagen aktör: Innovationsbron] Avsnitt 7.4.8

### **Små och medelstora företags medverkan i EUs ramprogram**

Inom EUs ramprogram för forskning uppnås idag inte målen när det gäller små och medelstora företags medverkan. Det gäller även för Sverige. Inför det sjunde ramprogrammet är det mycket viktigt att denna fråga hanteras.

### **Förslag**

Nuvarande EU/FoU-rådet bör ha flera personer med specialistkompetens om EU-frågor inom det biovetenskapliga området. Det bör även finnas kompetens om hur ansökningar för små och medelstora företag utformas till de biovetenskapliga delarna av ramprogrammen. Avsnitt 10.3.1

Förslag om åtgärder när det gäller internationella allianser beskrivs i kapitel 10.

### **2.3.3 Stärkt excellent forskningsbas**

En stark och internationellt konkurrenskraftig forskningsbas i landet är en grundförutsättning för en fortsatt expansion av bioteknisk industri i Sverige. Högkvalitativ forskning inom biovetenskaper utgör en viktig källa till idéer och teknologi kring vilka ny affärsverksamhet i befintliga eller nystartade

företag kan byggas upp. Företag inom bioteknikområdet lokaliserar företrädesvis sina forskningsenheter till orter med framstående akademisk forskning. Egen forskning är en nödvändig inträdesbiljett till internationella forskarnätverk, vilka ger tidig och effektiv tillgång till den kunskap och de forskningsresurser som byggs upp runt om i världen. Forskargrupper i Sverige representerar en rekryteringskälla för företag i Sverige.

För att även fortsatt bidra till tillväxt av bioteknisk industri i landet måste svenska forskningsmiljöer vara bland de främsta i världen inom sina respektive områden. För ett litet land som Sverige är detta en stor utmaning som endast kan mötas genom att landets styrkefaktorer medvetet utnyttjas och vidareutvecklas och att de knappa resurser som står till buds utnyttjas på bästa sätt.

### **Samverkansgrupp mellan forskningsfinansiärer**

Genomförandet av större strategiska satsningar inom biovetenskaplig forskning, som beskrivs nedan, är beroende av att resurser från flera forskningsfinansiärer kan samordnas. För att närmare utforma, dimensionera och prioritera gemensamma strategiska satsningar behövs ett forum för samverkan mellan olika finansiärer.

#### **Förslag**

Berörda forskningsfinansiärer bildar en samverkansgrupp för biovetenskap. Gruppen ska utforma, dimensionera och prioritera gemensamma strategiska satsningar. Samarbete kring utvärderingar och beslutsunderlag/analyser kan även behandlas av denna grupp.

[Finansiärerna]

Avsnitt 8.5.4

### **Nationell kraftsamling på svenska styrkeområden inom biovetenskaplig forskning**

En kraftsamling på nationell nivå behövs för att Sverige skall kunna försvara och vidareutveckla sina styrkefaktorer inom biovetenskaplig forskning. För att uppnå kritisk massa i satsningarna och för att sammanföra och integrera olika typer av resurser krävs samverkan mellan olika forskningsgrupper och andra aktörer i Sverige.

Tre huvudområden för satsningar av detta slag kan identifieras:

- Hälsa, inklusive folksjukdomar och träffsäker medicin
- Bioengineering
- Forskning för gröna processer och produkter

Av dessa områden är Hälsa det mest mogna och det som erbjuder störst möjligheter under det närmaste decenniet. Det är inom detta som de största resurserna idag behöver satsas. Sveriges särskilda förutsättningar ligger i en fortsatt stark sjukdomsinriktad biomedicinsk forskning, de mycket goda möjligheterna till storskaliga epidemiologiska studier utgående bland annat från förstklassiga register av olika slag, tillgången till biobanker som byggts upp under lång tid, samt en klinisk forskning som fortfarande håller en internationellt hög klass. Satsningar på sjukdomsområden som metabola, inflammatoriska, neurodegenerativa och infektionssjukdomar inom vilka man kombinerar genomforskning, biobanker, fokuserad preklinisk och klinisk forskning och breda epidemiologiska studier föreslås.

I begreppet ”Bioengineering” inkluderas FoU i gränsytan mellan biovetenskaper och fysik, kemi, ingenjörskunskap och datavetenskap. Biovetenskapernas beroende av kunskap och teknologi från andra områden har under senare år ökat snabbt samtidigt som kunskap om biologiska processer och system blir allt viktigare för utvecklingen i andra industrier än de rent biotekniska. Sveriges har en stark tradition såväl vetenskapligt som industriellt inom utvecklingen av verktyg för bioteknisk forskning och medicinsk teknik.

Skogsnäringen har stor betydelse för svensk ekonomi och dessutom finns möjligheter att i Sverige utveckla även annan industri baserad på förnyelsebara resurser. Detta tillsammans med Sveriges höga ambitioner inom miljöområdet motiverar att Sverige satsar på att skaffa sig en ledande position ifråga om bioteknisk forskning med bäring på miljö och förädling av förnyelsebara råvaror.

#### **Förslag**

En nationell kraftsamling kring utvalda strategiska forskningssatsningar med syfte att utnyttja och utveckla särskilda styrkefaktorer i svensk biovetenskaplig forskning. För att säkerställa att verksamheten i Sverige når upp till högsta internationella nivå såväl vetenskapligt som industriellt behöver ledande svenska och utländska experter anlitas i planeringen.

[400 Mkr/år, föreslagen aktör: finansörerna i samverkansgruppen]

Avsnitt 8.5.3

#### **Internationella allianser och samarbeten**

Det är angeläget att svenska forskare ges möjlighet att utveckla samarbete med de främsta miljöerna globalt, även utanför EU. Sverige har starka forskningskontakter med USA och behovet av att vidmakthålla och vidareutveckla dessa är fortfarande stort. Japan, Kina och andra länder i Asien spelar också en växande roll både som källor till kunskap och teknik



och som marknader inom bioteknik. Ett annat viktigt skäl för Sverige att satsa på att utveckla FoU-samarbete med i synnerhet USA och Japan är att företag i dessa länder kan förväntas svara för en huvuddel av utländska direktinvesteringar i Sverige inom bioteknik.

#### **Förslag**

Ett program utformas för strategiskt FoU-samarbete med länder utanför EU som t.ex. USA, Japan, Kina. Detta program riktar sig till såväl företag som akademiska forskningsmiljöer.

[100 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA i samarbete med andra finansierare]

Avsnitt 10.3.2

Om sjunde ramprogrammet genomförs enligt EU-kommissionens förslag och Sverige är lika framgångsrikt som i det sjätte, skulle Sverige genom ramprogrammet årligen tillföras i storleksordningen 800-1100 miljoner kronor för biovetenskaplig FoU. Det är av stort vikt att forskare och företag i Sverige kan utnyttja denna finansieringsmöjlighet på ett sätt som stärker Sveriges konkurrenskraft forskningsmässigt och industriellt. Inför sjunde ramprogrammet är det angeläget att svenska forskningsfinansierare utvecklar principer och former för sin medfinansiering av EU-projekt. Den stora förväntade ökningen av anspråk på nationell medfinansiering av EU-projekt ställer ökade krav på forskningsfinansierare att med utgångspunkt i Sveriges intressen försöka bidra till ett fruktbart samspel mellan nationella FoU-satsningar och medverkan i EUs FoU-samarbete.

#### **Förslag**

Inför EUs sjunde ramprogram för FoU utarbetar svenska forskningsfinansierare en explicit policy, principer och villkor för sin eventuella medverkan som medfinansierare av EU-projekt, inklusive finansiering av utformning av ansökningar.

[Föreslagen aktör: Forskningsfinansierare]

Avsnitt 10.3.1

#### **Program för stöd till initiativ som syftar till utvecklad arbetsfördelning och samverkan i forskning mellan svenska universitet**

Som ett litet land är Sverige extra beroende av att tillgängliga resurser för forskning utnyttjas på ett så effektivt sätt som möjligt. De satsningar som för närvarande görs på starka forskningsmiljöer och som i den forskningspolitiska propositionen tillförs ökade medel syftar till att selektivt stärka ett mindre antal forskningsmiljöer med förutsättningar att nå internationell toppnivå. Parallellt med en koncentration av forskningsresurser till starka forskningsmiljöer vid respektive lärosäte behöver samverkan mellan olika universitet stärkas såväl regionalt som

nationellt. Flera universitet har också inlett en dialog med varandra med syfte att identifiera möjligheter för ökad samverkan.

Det finns starka skäl att tro att ekonomiska incitament avsevärt skulle underlätta och snabba upp universitetens arbete med att utveckla sin inbördes arbetsfördelning och samverkan och leda till mer kraftfulla initiativ än annars skulle bli fallet. Det faktum att området spänner över många fakulteter – medicinsk, vårdvetenskaplig, naturvetenskaplig, teknisk och lantbruksvetenskaplig – och att kopplingarna mellan dessa blivit allt viktigare talar för att en försöksverksamhet med ekonomiska incitament för samverkan med fördel skulle kunna avse biovetenskaperna.

#### **Förslag**

Program för att stimulera initiativ till bättre arbetsfördelning och samverkan mellan två eller flera universitet i Sverige, inom avgränsade forskningsområden. Exempel på områden kan vara Parkinson-, diabetes- eller stamcells forskning. Programmet är avsett att stödja de initiativ till samverkan mellan olika universitet som tagits under det senaste året bland annat på regional nivå.

[100 Mkr/år, föreslagen aktör: finansierarna i samverkansgruppen]

Avsnitt 8.5.1

#### **Bättre balans och tydligare tjänstestruktur vid lärosäten**

För att Sverige skall kunna konkurrera som forskningsnation inom biovetenskaperna, måste svenska forskningsmiljöer vara attraktiva ur rekryteringssynpunkt på olika nivåer i forskarkarriären. Detta förutsätter bland annat ett meriteringssystem med tydliga karriärvägar och en god balans mellan olika nivåer ifråga om möjligheter till rekrytering och anställning. Inom den biovetenskapliga forskningen finns idag stora balansproblem som bland annat yttrar sig i att karriärutsikterna för forskarutbildade har försämrats. Universiteten arbetar idag med att försöka lösa dessa problem.

### **Förslag**

Inom ramen för strategiarbetet har det identifierats att många anser att karriärvägarna vid lärosätena inte är tydliga och att antalet doktorander som antagits till forskarutbildningen har varit för många i förhållande till de begränsade resurserna. Det är önskvärt att lärosätena fortsätter arbetet med att utveckla en karriärstruktur som är bättre anpassad till dagens förhållanden.

Avsnitt 8.5.2

## **2.3.4 Effektivare kommersialisering av forskning**

### **Utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer**

Det har i arbetet med strategin, i det närmaste enhälligt framhållits att det finns ett behov av att kunna driva projekt längre inom akademien innan en kostsam och tidskrävande process med att starta företag initieras. De flesta projekt inom det biovetenskapliga området innebär hög risk, långa utvecklingstider och stora kostnader. Därför krävs affärskompetens inom biovetenskap för att identifiera projekt som har en potential att leda till framtida produkter på marknaden och i förlängningen tillväxt. Det har funnits alltför begränsade medel till affärsmässig utveckling av projektidéer i akademiska forskningsmiljöer, vilket har bidragit till att en del företag har startats för tidigt.

### **Förslag**

VINNOVA utformar i samverkan med inkubatorerna och Innovationsbron ett nationellt program för utvecklingsprojekt och förädling av idéer/teknologi i akademiska forskningsmiljöer.

[100 Mkr/år, förslagen aktör: VINNOVA]

Avsnitt 9.2.3

### **Personörlighet mellan akademi och industri**

Ett av industrins huvudargument för att etablera eller behålla verksamhet i Sverige är tillgången på välutbildad och kompetent arbetskraft. För att åstadkomma det krävs ett gott samarbete och personörlighet mellan akademi och industri. Härigenom kan den forskningsintensiva industrin bättre följa den senaste vetenskapliga utvecklingen. Dessutom ökar kompetensen vid universitet och högskolor om hur projekt drivs i industrin.

Vi föreslår en ökad personrörlighet mellan industri och akademi genom satsning på:

#### **Förslag**

Ett nationellt program för post-doktorala tjänster som underlättar samarbete mellan akademi och industri

[30 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

#### **Förslag**

Ett program för forskartjänster som möjliggör för forskare från industrin att fortsätta karriären inom akademien

[10 Mkr/år, förstärkning av anslaget, Vetenskapsrådet]

#### **Förslag**

Ett program för att knyta personer med erfarenhet av industriell projekt- och affärsutveckling till akademins excellenta forskningsmiljöer. Om möjligt genomförs detta i samarbete med industrin vilket skulle kunna innebära att personerna fortfarande kan vara anställda i industrin. De skulle då vidmakthålla sin industriella kompetens.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA i samarbete med andra finansiärer]

Avsnitt 9.2.4

### **Fokusera till ett fåtal nationella specialistinkubatorer**

I Sverige är det endast motiverat att utveckla ett fåtal inkubatorer specialiserade på biovetenskap. Detta beror på den specifika kompetens som krävs för att kommersialisera biovetenskapliga projekt.

Specialistinkubatorerna måste ha ekonomiska resurser som medger att de kan rekrytera rätt kompetens. Det behövs däremot en regional organisation, men kanske inte en vid varje universitet med biovetenskaplig forskning, för att genom uppsökande verksamhet informera om kommersialisering och identifiera idéer i forskningsmiljöer som sedan kan slussas vidare till en inkubator. Således behövs en väl fungerande samverkan mellan en regional infrastruktur och några centrala noder för vidareutveckling av identifierade projekt.

Flera framgångsrika bioteknikföretag är avknoppningar från större bolag. Det kan därför finnas en outnyttjad potential för framgångsrikt nyföretagande genom att stimulera avknoppning från etablerade företag. Dessa företag kan ha lovande projekt som väljs bort om de inte ligger i företagets produktfokus.

**Förslag**

Inkubatorprogrammet i Innovationsbrons regi stödjer ett fåtal specialistinkubatorer inom biovetenskaper och bioteknik och VINNOVA utformar enligt vilka kriterier de ska utvärderas.

**Förslag**

Innovationsbron utformar ett program för att stimulera avknoppningar från etablerade företag.

[10 Mkr/år, föreslagen aktör: Innovationsbron]

Avsnitt 9.2.2

**Bättre regional infrastruktur för kommersialisering av forskning och rollfördelning mellan aktörerna**

Enligt enkäter i VINNOVAs tidigare studier om bioteknik och även i arbetet med att ta fram denna strategi har det visat sig att flertalet aktörer i det biotekniska innovationssystemet menar att det s.k. lärarundantaget starkt har bidragit till den positiva utvecklingen av små och medelstora företag med rötter i bioteknik. Det har ansetts vara ett verksamt incitament för forskarna att patentera samt i många fall starta bolag kring sina idéer. Lärarundantaget anses även ha bidragit till att svenska bolag framgångsrikt har attraherat investeringar av svenskt och utländskt kapital. Lärarundantaget bör inte tas bort innan en väl fungerande, effektiv och professionell struktur finns runt Sveriges universitet och högskolor. Det är inte fallet vid flertalet universitet och högskolor idag. De i forskningspolitiska propositionen föreslagna ökade anslagen till lärosätenas holdingbolag förefaller underdimensionerade. Information, identifiering av idéer med kommersiell potential, patentrådgivning, kommersiell rådgivning, tidig affärsmässig bedömning, licensiering m.m. kräver mycket kompetent personal. För att rekrytera, utveckla och behålla denna personal krävs en långsiktighet och större resurser.

## **Förslag**

Infrastrukturen runt universiteten bör ges tid och tillräckliga medel för att utvecklas till mer professionella och effektiva organisationer för kommersialisering innan/om lärarundantaget tas bort. Man bör redan nu ange tidpunkt när/om man avser att ta bort lärarundantaget. Efter tre år omprövas volym och inriktning av eventuell vidare finansiering.

[50 Mkr/år, föreslagen aktör: lärosäten med stark biovetenskaplig profil, Innovationsbron, VINNOVA] Avsnitt 9.2.1

## **Sammanfattning av åtgärdsförslagen**

Nedan beskrivs åtgärdsförslagen i en sammanfattande tabell. Kolumnen med "Förstärkning av anslag" är den resursförstärkning från statens sida som nu bedöms nödvändig per år under den närmaste treårsperioden, med start 2006, för att möjliggöra att tillväxtmålen för strategin kan uppfyllas. Många av satsningarna måste pågå under en längre period för att få önskad effekt, vilket är vi tydliggjort i kolumn "Antal år". Volymen på, och eventuellt även inriktningen av dessa satsningar efter den första treårsperioden kommer att behöva omprövas. Det fortsatta planeringsarbetet av de största till volymen nu föreslagna satsningarna bör föregås av ingående analyser samt diskussion med olika bioteknikaktörer. Inte minst den internationella konkurrensbilden bör noga undersökas. Sådana undersökningar har inte varit möjliga att genomföra inom ramen detta uppdrag.

Åtgärd	Förstärkning av anslag	Antal år	Föreslagen aktör
<b>Ökad kunskap, dialog, samverkan och beredskap</b>			
Nationellt program för kunskap och dialog	20 Mkr/år	10	Vetenskapsrådet (VR)
Nationellt bioteknikråd			Regeringen
Program för analyser	5 Mkr/år	10	VINNOVA
<b>Internationellt konkurrenskraftiga företagsvillkor</b>			
Utred skatteincitament för FoU-investeringar			Regeringen
Förenkling och förbättring av expertskattesystemet			Regeringen
Fond för forskningsintensiva högteknologiska företag	25 Md		Regeringen
Biovetenskapligt FoU-samarbete mellan akademi och industri	200 Mkr/år	10	VINNOVA
Nationellt system för utveckling inom läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik	25 Mkr/år	3	Vetenskapsrådet
Utred infrastruktur för bioteknisk produktion kopplat till kliniska prövningar	2 Mkr		VINNOVA
Bioteknisk förnyelse i svenska basnäringar	20 Mkr/år	10	VINNOVA
Utred behov av infrastruktur för bioprocessutveckling inom svenska basnäringar	2 Mkr		VINNOVA
Affärs- och ledarskapsutveckling i nystartade företag	2 Mkr/år		Innovationsbron
Små och medelstora företags medverkan i EUs ramprogram			EU/FoU-rådet/VINNOVA
<b>Starkt excellent forskningsbas</b>			
Samverkansgrupp mellan forskningsfinansiärer			Finansiärerna
Nationell kraftsamling på svenska styrkeområden inom biovetenskaplig forskning	400 Mkr/år	10	Finansiärerna i samverkansgruppen
Internationella allianser och samarbeten (med länder utanför EU)	100 Mkr/år	10	VINNOVA i samarbete andra finansiärer
Program för profilering och samverkan mellan lärosäten	100 Mkr/år	3	Finansiärerna i samverkansgruppen
Bättre balans och tydligare tjänstestruktur vid lärosäten			Lärosäten och Utbildningsdepartementet
<b>Effektivare kommersialisering av forskning</b>			
Utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer	100 Mkr/år	10	VINNOVA
Personrörlighet mellan akademi och industri	60 Mkr/år	5	VINNOVA
Fokusera till ett fåtal nationella specialistinkubatorer			Innovationsbron VINNOVA
Stimulera avknoppning från etablerade företag	10 Mkr/år	3	Innovationsbron
Bättre regional infrastruktur för kommersialisering av forskning och rollfördelning mellan aktörerna	50 Mkr/år	3	Lärosäten med stark biovetenskaplig profil, Innovationsbron, VINNOVA

I tabellen ovan anges således de ökade anslag som krävs för en kraftfull satsning på forsknings- och innovationsverksamhet inom bioteknik/bioteknik för att uppnå de angivna målen (utöver de i den forskningspolitiska propositionen föreslagna förstärkningarna av anslag). Den totala kostnaden för satsningen är ungefär en miljard per år om man exkluderar fonden för forskningsintensiva högteknologiska företag. Många av satsningarna måste pågå under en relativt lång period för att få önskad effekt, se kolumn "Antal år".

Det går för närvarande inte att exakt avgöra hur stor ökning av finansieringen till bioteknisk forskning och utveckling som förslagen i den forskningspolitiska propositionen kommer att medföra. En grov uppskattning att den totala statliga finansieringen av bioteknisk forskning under perioden 2005-2008 kommer att öka med mellan 900 och 1200 miljoner kronor, vilket motsvarar mellan 17 och 23 procent av nivån på den totala statliga finansieringen av bioteknisk forskning 2003. Bedömningen i denna strategi är således att en ytterligare förstärkning behövs för att uppnå önskvärd effekt.

VINNOVA satsar idag ca 150 Mkr/år i program riktade till biotekniska områden. Inom ramen för de ökade anslagen till VINNOVA som föreslås i den forskningspolitiska propositionen kommer uppskattningsvis totalt 250 Mkr att kunna avsättas för detta område 2008, d.v.s en ökning på ca 100 Mkr inklusive VINNVÄXT- programmet (se avsnitt 10.1). Dessa utökade anslag kommer framförallt att utnyttjas för ökade satsningar på FoU-samverkan mellan akademi och industri<sup>1</sup>, program för utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer, excellenta forskningsmiljöer<sup>2</sup> och program för idéprövning i små och medelstora företag<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> FUD - Program för forskning, utveckling och demonstration

<sup>2</sup> VINN Excellence Center

<sup>3</sup> SBIR



### 3 Inledning

Sverige söker i likhet med många andra länder sätt att förnya sitt näringsliv så att näringslivet även på lång sikt är konkurrenskraftigt i den hårdnande globala konkurrensen. Det råder en stor enighet om att denna internationella konkurrenskraft framför allt måste bygga på kunskap och kompetens hos den egna befolkningen.

Biotekniken skiljer sig från andra områden eftersom den i så hög grad utvecklas genom kontinuerlig kontakt med vetenskaplig forskning på högsta nivå. I Sverige finns stora förhoppningar om att de statliga investeringarna i forskning vid landets universitet skall bidra till att utveckla den svenska ekonomin. Den biovetenskapliga forskningen, som utgör grunden för bioteknikens utveckling i industrin, är det område där Sverige helt enkelt måste vara framgångsrikt om dessa förhoppningar ska kunna realiseras. Denna forskning representerar idag minst 40 procent av all forskning vid svenska universitet, vilket är jämförbart med volymandelen i andra länder. Det finns inget brett vetenskapsområde där Sverige relativt sett, har en sådan styrka i internationell jämförelse. Omvandlingen av kunskaper från avancerad forskning till företagande har också hittills varit mycket framgångsrik. Detta kan bland annat illustreras av att nettoexporten av läkemedel och medicinsk-teknisk utrustning under de senaste 25 åren gått från nästan ingenting till ca 40 miljarder kronor 2003. Detta är ett område inom vilket Sverige måste lyckas skapa en uthållig industriell tillväxt om landet ska kunna etablera sig som en kunskapsbaserad nation.

Trots den mycket positiva utvecklingen för den biotekniska industrin hittills, är det fortfarande en öppen fråga hur väl Sverige kommer att kunna hävda sig i framtiden. Ett viktigt skäl för detta är att biotekniken idag uppmärksammas över hela världen och just ses som den kanske viktigaste forskningsbaserade industrin för framtiden. Många länder har redan gjort och fortsätter att göra mycket stora satsningar på bioteknik och dess användning i industrin. Konkurrensvillkoren såväl för den vetenskapliga forskningen som för industrin i Sverige har därför påverkats kraftigt. Det faktum att en stor del av de större företagen i den biotekniska industrin i Sverige idag är utlandsägda har dessutom gjort industrin mindre starkt förankrad i landet än tidigare.

Bioteknikens betydelse för förbättring av hälsa och även miljö har både i sig och genom den stora ekonomiska potential som området har, bidragit till det stora intresse som knyts till området. Även i Sverige har bioteknikens tillväxtpotential uppmärksammas. Detta gäller särskilt på regional nivå och

då huvudsakligen i de storstads- och universitetsregioner där biovetenskaplig forskning och bioteknisk industri hittills främst finns. Här har initiativ tagits för att i samverkan mellan olika aktörer utveckla regionala strategier. Sedan bildandet i maj 2002 har branschorganisationen SwedenBIO utvecklats till en samlande kraft och språkrör för en stor del av bioteknikföretagen i Sverige.

Nationellt har biotekniken visserligen angivits såsom ett prioriterat område men utan några nämnvärda resursförstärkningar från statsmakternas sida. I den nyligen presenterade forskningspolitiska propositionen lyfts medicinsk forskning fram som ett särskilt prioriterat område och föreslås tilldelas väsentligt ökade resurser. Större riktade satsningar på bioteknisk FoU har under de senaste åren i första hand gjorts av några offentliga och privata forskningsstiftelser.

En samlad nationell strategi för utveckling av biotekniken i Sverige har hittills saknats och i olika sammanhang efterlysts. Näringsdepartementet har gett VINNOVA i uppdrag att formulera en nationell strategi för svensk bioteknik<sup>4</sup>:

”VINNOVA skall i samverkan med berörda företag och finansiärer utveckla en nationell innovations- och forskningsstrategi för området bioteknik. Strategin skall fokusera på områden som har förutsättningar för hög tillväxt och internationell konkurrenskraft”

Föreliggande dokument utgör VINNOVAs rapport av regeringens uppdrag. Den spänner över ett brett fält och tar bland annat upp:

- Nyttan med biotekniken för hälsa, miljö och andra samhällsbehov
- Etiska överväganden och allmänhetens attityder till området
- Bioteknikens betydelse för förnyelse och tillväxt i svensk industri
- De särskilda villkor som råder för företagande med koppling till bioteknik
- Investeringsförutsättningarna i Sverige för bioteknikföretag
- Forskningens betydelse för en positiv utveckling av den biotekniska industrin
- Kommersialisering av kunskap, idéer och teknologi från forskning vid universiteten
- Effekterna av bioteknikens globala karaktär

---

<sup>4</sup> En beskrivning av hur arbetet har bedrivits finns i Appendix, kapitel 11

Bioteknik kan definieras som det tekniska utnyttjandet av celler och deras beståndsdelar för att analysera, framställa eller modifiera produkter som används inom samhällssektorer som hälsovård, livsmedelshandling och skogsbruk.

I denna strategi inkluderar vi i den egentliga biotekniska industrin, industrier verksamma inom följande områden: Läkemedel, diagnostika, regenerativ medicin och annan bioteknisk medicinsk teknik, utrustning för biovetenskaplig forskning och produktion, bioprocesser/bioproduktion, innovativa livsmedel, agro- och miljöbioteknik. Även om en stor del av dagens medicinska teknik inte är bioteknisk i strikt mening ökar beröringspunkterna mellan bioteknik och medicinsk teknik snabbt varför strategin inkluderar medicinsk teknik i dess helhet.

Långsiktigt har biotekniken betydelse för mycket större delar av svensk industri. Såväl miljöargument som möjligheterna att utveckla ny funktionalitet och därmed höga förädlingsvärden driver på utvecklingen. För Sverige är i detta sammanhang bioteknikens användning inom skogsnäringen av särskilt intresse. Den biovetenskapliga forskningen kommer även att spela en allt större roll för utveckling och tillverkning av kemikalier, nya material samt energiproduktion baserade på förnyelsebara råvaror. Även bioteknikens potential att bidra till förnyelse av verkstadsindustrin berörs i rapporten.

Strategin fokuserar på de delar av näringslivet där effekter kan förväntas redan inom 10 år medan mer långsiktiga möjligheter behandlas endast översiktligt. Detta betyder att huvuddelen av rapporten ägnas de industrier där biotekniken utgör kärnverksamheten. Detta får inte skymma det faktum att biotekniken kommer att bli en allt viktigare faktor också för många andra industrier av stor betydelse för Sverige. Investeringar, i synnerhet i FoU, behöver ske redan idag för att också dessa möjligheter skall tas tillvara.

Ambitionen är att definiera en strategi som bygger på och vidareutvecklar de särskilda styrkefaktorer Sverige har.

Ett antal konkreta åtgärdsförslag med varierande resursanspråk presenteras. Dessa har diskuterats och givits ett brett stöd i den referensgrupp som VINNOVA rådgjort med i arbetets slutskede. De åtgärder som föreslås är sådana som inte i sin helhet ryms inom de resurser statsmakterna redan anvisat berörda myndigheter, inklusive de medel som ställts i utsikt i den senaste forskningspolitiska propositionen. I några fall rör det sig om helt nya åtgärder där finansiering hittills helt saknats, exempelvis skatteavdrag för FoU i företag. Viktiga åtgärder för att utveckla biotekniken i Sverige som planeras genomföras fullt ut inom redan anvisade medel tas inte upp

som åtgärdsförslag men berörs i texten. Hit hör exempelvis satsningarna på starka forskningsmiljöer.

Kostnadsuppskattning av olika åtgärder avser perioden 2006-2008, d.v.s. samma period som omfattas av forskningspolitiska propositionen. Flera av åtgärderna föreslås dock vara mer långsiktiga.

En satsning på bioteknik i Sverige måste vara en långsiktig satsning. Kunskaperna om Sveriges konkurrenssituation och utvecklingsmöjligheter samt dialogen mellan olika aktörer behöver fördjupas ytterligare. Med detta som underlag finns anledning att kontinuerligt ompröva och uppdatera den strategi som här presenteras.

Innovationer är en förutsättning för ekonomisk tillväxt, nya arbetstillfällen och ett ökat välstånd. En förutsättning för innovationer är ett konkurrenskraftigt innovationsklimat. För området bioteknik är de viktigaste komponenterna i ett gott innovationsklimat en stark biovetenskaplig forskningsbas, konkurrenskraftiga villkor för företagen, en väl fungerande kommersialisering av forskning, god samverkan mellan akademi och industri och en bra dialog mellan bioteknikaktörer samt mellan bioteknikaktörer och en välinformerad allmänhet.

Sverige har inte råd att missa de möjligheter som biotekniken erbjuder för förnyelse och tillväxt av industrin i landet på både kort och lång sikt.

## 4 Vision och mål

### 4.1 Svenska styrkefaktorer

Sverige har sedan länge en stark position inom biovetenskaplig och klinisk forskning, vilket har lett fram till många världsledande innovationer av svenskt ursprung. Våra i internationell jämförelse icke-hierarkiska forskningsmiljöer ger landet kreativa, internationellt orienterade forskare och stark mångvetenskaplig forskningssamverkan. Trots knappa resurser har världsledande forskning uppstått genom effektivt utnyttjande av resurserna. Särskilt stark är forskningen inom vissa biomedicinska områden och inom utveckling av metoder för bioteknisk forskning.

En framgångsrik klinisk medicinsk forskning har lett till ett gott internationellt anseende, vilket underlättat rekrytering och möjligheterna att behålla duktiga läkare och forskare. Den har också bidragit till att locka investeringar till nyföretagande baserat på forskningen och även positivt påverkat förutsättningarna för att attrahera klinisk prövningsverksamhet av nya läkemedel och behandlingar. Till den framgångsrika kliniska forskningen har även en öppenhet hos allmänheten att delta i utvecklingen av nya terapier bidragit, liksom våra patient- och sjukdomsregister samt biobanker. Satsningarna på en väl fungerande högkvalitativ sjukvård har varit en förutsättning för denna utveckling.

Inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik finns en lång och god erfarenhet av samverkan mellan universitet och näringsliv, vilket bl.a. lagt grunden för Astras och Pharmacias framgångsrika produkter. Många nya företag har startats som avknoppningar från universitetsforskning. Samverkan mellan näringsliv, akademi, sjukvårdssystem, myndigheter och finansiärer, fungerar bra i ett litet land som Sverige, vilket lett till ett i många avseenden väl fungerande innovationssystem. Vi ser nu dessutom ett ytterligare tilltagande intresse för kommersialisering av forskningsresultat och ett ökat innovationstänkande speciellt hos de yngre forskarna.

Den etablerade industrin inom läkemedel, medicinsk teknik och verktyg för bioteknisk forskning är de forskningsintensiva tillväxtmotorerna i systemet. Industri inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik består idag av ca 800 företag med sin kärnkompetens inom dessa områden. I dessa företag är drygt 40 000 direkt anställda. Om man inkluderar även de som indirekt sysselsätts, såsom konsulter, patentjurister, riskkapitalister, underleverantörer m.fl., kan man anta att det handlar om minst dubbelt så många personer. Antalet arbetstillfällen kan ökas betydligt om vi utnyttjar våra möjligheter fullt ut.

Det finns i Sverige idag flera specialiserade riskkapitalbolag med erfarenhet inom området. Företagsstrukturen med såväl globala och stora företag som små och medelstora forskningsbolag och våra väl utvecklade nätverk och allianser internationellt är något att satsa och bygga vidare på. Att vi är ett relativt litet land innebär också en möjlighet till korta beslutsprocesser och en potential för snabb och kraftfull handling.

## **4.2 Vision och mål för Sverige 2015**

### **Vision**

#### **Bioteknik för god hälsa, livskraftigare företag och bättre miljö**

Realiserandet av denna vision innebär att Sverige år 2015 inom biotekniken har en starkt positiv balans i utbytet med omvärlden av investeringar och rörlighet av framstående forskare. Dessutom har den lett till att medborgare i Sverige överlag har positiva erfarenheter av, och förväntningar på, bioteknikens bidrag till tillväxt, bättre hälsa och bättre miljö.

#### **Konkreta mål för 2015**

Målen för 2015 är:

- Biotekniken uppfattas och uppskattas som en naturlig del av vår vardag
  - Kommande mätningar inom Eurobarometern visar att vi i Sverige har en högre kunskapsnivå, större intresse och mer positiv syn på biovetenskap/bioteknik än idag
- Kraftig tillväxt i industrin inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik
  - Antalet direkt sysselsatta har ökat med mer än 50 procent
  - Antalet framgångsrika nystartade företag har fördubblats
  - Företagsstrukturen har gått från många små, få medelstora och ett stort företag till ytterligare 5 företag med fler än 250 anställda samt ytterligare 2 företag med fler än 500 anställda
  - Nettoexportinkomsterna har fördubblats
- Biotekniken har fått ett stort genomslag i skogs-, kemi- och livsmedelsindustrin
  - I Sverige har minst 10 nya innovativa företag startats och minst 50 nya biotekniska produkter eller processer utvecklats och nått marknaden eller tillämpats

- Resursförstärkning till excellenta forsknings- och innovationsmiljöer och en ökad profilering och samverkan mellan dessa har lett till fler sådana miljöer med internationell konkurrenskraft.
  - En tydlig positiv trend som i publiceringsstatistik visar att ett ökande antal svenska forskningsmiljöer bedöms vara i absolut världsklass
  - Utländska företag som idag inte bedriver forskning i Sverige satsar en miljard kronor i svenska forskningsmiljöer per år
- Statliga investeringar i biovetenskaplig forskning och affärsutveckling uppfattas som en tydlig investering i tillväxt

## 5 Bioteknikens bidrag till god hälsa och miljö

I detta kapitel beskrivs den senaste och pågående utvecklingen inom biovetenskaplig forskning och biotekniska applikationer. Avsikten är att beskriva de förväntningar som finns för framtiden såväl när det gäller grundforskning som industriella och kliniska tillämpningar.

Som beskrivs längre fram är idag forskning och utveckling inom det medicinska området starkt beroende av bioteknik. Dessutom används bioteknik för att tillverka vissa läkemedel, ofta stora biomolekyler som proteiner. Svenska forskare i industri och akademi har medverkat i denna utveckling. En del sådana molekyler producerades tidigare genom att man använde vävnad från avlidna (t.ex. tillväxthormon mot dvärgväxt som tidigare utvanns ur avlidnas hypofyser) eller från djur (t.ex. hyaluronsyra som tidigare utvanns ur tuppkammar och som används vid ögonkirurgi och nya behandlingar mot inkontinens och urinvägsmisbildningar hos barn). Istället produceras dessa molekyler idag biotekniskt med hjälp av bakterier. Genom att utnyttja bakterier istället för vävnad eller organ från djur eller människor slipper man risk för överföring av virus och andra sjukdomsalstrande ämnen. Ett annat biovetenskapligt område som utvecklats snabbt och lett till nya behandlingar är forskningen inom cellbiologi och metodutveckling inom cellodling. Den cellbiologiska forskningen har gjort det möjligt att medicinskt utnyttja kroppens förmåga att hela tiden förnya vävnad. Som ett exempel kan nämnas att sedan flera år odlas patienters egen hud för transplantation vid brännskador. Exempel på bioteknikens nytta för miljön är användning av bakterier för att sanera efter oljeutsläpp, rena vårt avloppsvatten och för att motverka sjukdomar hos utsädet i jordbruket.

### 5.1 Nya möjligheter för ökad livskvalitet genom förebyggande åtgärder, tidigare diagnostik och bättre behandlingar

Det finns många drivkrafter för en utveckling av nya behandlingar och förebyggande åtgärder för att öka befolkningens hälsa och välbefinnande. Sådana drivkrafter är t.ex. en åldrande befolkning, att globaliseringen leder till nya smittvägar samt en ökning av sjukdomar kopplade till förändrad livsstil.

Biotekniken och biovetenskapens genomslag inom hälso- och sjukvårdsområdet har varit mycket stort samtidigt som man här ser en stor



potential för nya läkemedel, vacciner, diagnostiska test och behandlingar. Möjligheten att förstå varför olika sjukdomars uppstår har utvecklats starkt. Potentialen för att förebygga sjukdomar har också förbättrats genom att kunskapen om kopplingar mellan arv och miljö samt mellan kost, hälsa och fysiskt aktivitet har ökat.

Nedan följer en beskrivning av den pågående utvecklingen.

### **Nya möjligheter att förstå sjukdomsmekanismer**

*Epidemiologisk forskning* behandlar sjukdomars uppkomst och utbredning i en befolkning, där man undersöker hur arv, miljö och livsstil kan kopplas till hälsa och sjukdom. I den epidemiologiska forskningen integreras alltmer molekylärbiologisk forskning. Insamling av blodprover för analys och användning av biobanker får en framträdande roll i denna forskning. Mycket av forskningen sker i internationella samarbeten, där olika miljöer, livsstilar och riskfaktorer kan jämföras. Den epidemiologiska forskningen kommer bl.a. kunna ge resultat som kan användas för förebyggande åtgärder och behandling av flera sjukdomar som t.ex. cancer, hjärt-kärlsjukdom, fetma, diabetes och allergi.

Den nya kunskapen om våra gener och genprodukter kommer att leda till att vi bättre kan förstå de *molekylära mekanismerna* bakom olika sjukdomar. För att denna s.k. prekliniska forskning skall kunna utvecklas till nya behandlingar behöver kunskap om molekylära mekanismer i laboratoriet kopplas till resultat från kliniska observationer och behandlingar. Många nationella och internationella forskargrupper eller större konsortier bedriver för närvarande forskningsprojekt för att finna ny kunskap om våra proteiners och andra biomolekylers roll i olika sjukdomsförlopp. Det är mot dessa målmolekyler som nya läkemedel riktas. Cancersjukdomar är ett fokus för denna forskning. Man vill förstå de molekylära mekanismerna bakom omvandlingen av en vanlig cell till en cancercell, d.v.s. vilka gener som är förändrade och vilken effekt detta får. Man har definierat en rad ”cancergener” som är förändrade vid olika cancertyper och insett att cancer utvecklas som en flerstegsprocess med ofta mycket komplexa förändringar i arvsmassan. Man har också börjat förstå mer om samspelet mellan arv och miljö när det gäller cancer.

Genom kunskap om biologi och genetisk uppsättning hos de organismer som orsakar många av de stora *infektionssjukdomarna* kommer i ökad utsträckning smittspridning och sjukdomsförlopp bakom dessa att klarläggas. Sådana sjukdomar är t.ex. malaria, tuberkulos, virusorsakade diarrésjukdomar och AIDS. Antalet smittade av HIV är över 42 miljoner människor och under 2002 dog 3,2 miljoner i AIDS. Forskningen är inriktad mot diagnostik, behandling och prevention genom vaccinering. Olika bromsmediciner har tagits fram, men till följd av resistensutveckling pågår

intensiv forskning kring nya antivirala medel. Varje år insjuknar 150 miljoner människor i malaria och två miljoner dör. Under det senaste året har arvsmassan hos såväl parasiten som den mygga som sprider malariainfektion kartlagts och man studerar de molekylära mekanismer som kan förklara hur parasiten orsakar malaria. Svensk malariaforskning håller hög internationell nivå och man arbetar med malaria ur en rad olika aspekter: vaccinforskning, epidemiologi, farmakogenetik etc. Svensk forskning ligger även långt fram när det gäller de molekylära mekanismerna bakom kolera. En tredjedel av alla diarrésjukdomar orsakas av virus och flera virus har identifierats och karaktäriserats under senare år. Människans genetiska egenskaper påverkar enskilda individers känslighet för angrepp från dessa virus, bakterier och parasiter. Även den ökade kunskapen om detta samspel kommer att spela en stor roll för att utveckla effektivare behandlingsformer för infektionssjukdomar.

Riskerna för snabb spridning av infektioner har ökat beroende på befolkningsökning, urbanisering och mer resande. SARS är ett aktuellt exempel. Förutom mänskligt lidande hade denna epidemi svåra ekonomiska konsekvenser. Genom en kombination av avancerad smittspårning, snabb informations spridning och modern genetisk teknologi kunde viruset snabbt identifieras och dess spridning hejdas. Vi kan förvänta oss framtida epidemier där den ”nya biologin” inte bara används för identifikation och kartläggning, utan också för att snabbt kunna utveckla vacciner och ny terapi. Den typen av hot ställer även stora krav på beredskap och flexibilitet hos ansvariga myndigheter.

I takt med den ökade användningen av *antibiotika* i världen har multiresistenta mikrober selekterats fram som sprider sig globalt och försvarar, fördyrar och till och med omöjliggör behandling. Utveckling av nya behandlingsmetoder för vanliga infektionssjukdomar har därför hög prioritet inom EU och utgör ett styrkeområde för svensk bioteknisk forskning.

*Bioinformatiken* har varit och är en viktig förutsättning för utvecklingen inom den nya biologin och dess betydelse kommer att öka. Bioinformatiken används för att hantera de stora datamängder som genereras i forskningen om våra gener och genprodukternas, proteinernas, funktion och koppling till olika sjukdomar. Man kan med nya tekniker studera aktiviteten hos ett mycket stort antal gener samtidigt i olika vävnader, t.ex. i tumörer. Informationen används sedan för att utveckla nya terapier. Möjligheten till avancerade simuleringar av molekylär interaktion ökar även när annan teknik, t.ex. mikroskopi, NMR-spektroskopi och röntgenkristallografi utvecklas. Systembiologi är det senaste utvecklingsområdet, där modeller, och system byggs upp för att beskriva all kommunikation inom celler,

mellan celler och i hela organismer. Sådana system kan exempelvis utnyttjas för att förutsäga möjliga biverkningar för nya läkemedel.

### **Nya diagnostiska metoder**

Ett område som utvecklats starkt är bild- och funktionsdiagnostik. Exempel på detta är MR och PET metodik. I takt med att förståelsen för de molekylära mekanismerna bakom olika sjukdomar ökar så kommer också nya diagnostiska metoder att utvecklas. Med ökande kunskap om olika biomarkörer för sjukdom kan sådana markörer också användas för diagnos. Den genetiska informationen kommer i framtiden att användas mer för diagnostik. Det kommer att vara möjligt att med ett enkelt test kunna ta reda på patientens gener, och därmed anlag för långt flera sjukdomar än idag. Ett blodprov kan i framtiden visa om en patient, ett foster eller embryo vid provrörsbefruktning har ökad predisposition för vissa sjukdomar. Utvecklingen inom genetisk diagnostik leder till etiska ställningstaganden kring vem som ska få tillgång till informationen och vad man egentligen vill och bör ta reda på. De vanligaste folksjukdomarna beror på flera gener i samspel med varandra och dessutom på miljöfaktorer, vilket begränsar vilka slutsatser man kan dra utifrån den genetiska informationen. Trots detta finns det stor anledning att göra tester för att underlätta preventiv eller tidig behandling för en del allvarliga sjukdomar där det finns en tydlig koppling mellan gendefekt och predisposition för sjukdomen. Det innebär att mer förebyggande och tidig behandling kan sättas in. Det och/eller en förändring av livsstil kan leda till en bättre prognos för patienten och kan dessutom leda till ökad livskvalitet. Med billigare tester blir det möjligt att med ett genetiskt test undersöka hela eller delar av befolkningen för att spåra predisposition för vissa av dessa sjukdomar där tidig eller preventiv behandling kan spela stor roll för sjukdomsförloppet.

### **Nya behandlingsmetoder**

Kartläggningen av det mänskliga genomet har lett till att antalet möjliga mekanismer mot vilka läkemedel kan riktas har uppskattats till cirka 500. Av dessa mekanismer utnyttjar idag läkemedelsindustrin cirka ett 100-tal. Den stora andelen outnyttjade mekanismer, som dessutom bara är en uppskattning baserad på kartläggningen av det mänskliga genomet, gör det troligt att vi i framtiden kommer att ha tillgång till ett stort antal nya läkemedel som riktas mot ännu okända mekanismer. Hittills har nya mer effektiva behandlingar utvecklats mot *inflammatoriska led- och muskelsjukdomar*. Till denna sjukdomsgrupp hör reumatoid artrit eller ledgångsreumatism, SLE, Bechterews sjukdom och muskelinflammationer. De nya behandlingarna är resultatet av användning av etablerade och väl definierade djurmodeller, molekylär grundforskning och möjligheten att framställa avancerade och effektiva läkemedelssubstanser som exempelvis antikroppar.

Samhällsutvecklingen har medfört att kost- och motionsvanor förändrats och lett till att övervikt och fetma har ökat drastiskt. Övervikt och fetma bidrar starkt till den stigande frekvensen av kostrelaterade sjukdomar såsom typ 2-diabetes, hjärtkärlsjukdomar och högt blodtryck. Hjärt-kärl sjukdomar är största orsaken till sjuklighet och död i Sverige. Enligt rapporten ”*Fetma – problem och åtgärder (2002)*” uppgår de direkta sjukvårdskostnaderna för enbart fetma och fetmans följsjukdomar till ca 2 % av de totala kostnaderna för hälso- och sjukvården<sup>5</sup>. Omräknat till svenska förhållanden innebär det en kostnad på ca 3 miljarder kronor per år. Att t.ex. klarlägga och förstå mekanismerna för reglering av aptit och mättnad kan komma att resultera i såväl nya behandlingar som möjligheter att förebygga sjukdomar. Inom området ökar nu genetiska studier kombinerat med analyser av ett stort antal tillväxthormoner och riskfaktorer. Både patientstudier och modeller med genetiskt förändrade djur är centrala. Det kan bli möjligt att på ett helt annat sätt än idag skraddarsy läkemedel mot olika typer av fetma.

*Cancersjukdomar* tillhör också de stora folksjukdomarna. Var tredje svensk kommer någon gång under sin livstid att drabbas av cancer. År 1999 diagnostiserades 45 000 nya fall och varje år dör ca 20 000 personer i en cancersjukdom. Enligt beräkningar från Cancerfonden kommer antalet patienter som lever med cancer i Sverige att ha ökat med över 50 procent år 2020, från dagens 130 000 till drygt 200 000 patienter. Den fortsatta cancerforskningen kommer att i hög grad involvera stamcellsbiologi och stamcellsterapi samt utveckling av immunterapier, där det egna immunsystemet manipuleras för att angripa cancercellerna.

*Vaccinationer* mot vissa cancerformer och andra svåra sjukdomar kommer sannolikt att finnas om tjugo år. Förmodligen kommer vi att kunna vaccinera oss mot åderförkalkning, barn- och åldersdiabetes, men också mot autoimmuna sjukdomar som MS och sjukdomar i centrala nervsystemet. Samma teknik kommer att kunna användas för att hindra avstötning av transplanterade organ och celler. När det gäller virusvacciner har svensk forskning kring hepatit C och HIV särskilt uppmärksammats internationellt. I båda fallen rör det sig om virusinfektioner som blir kroniska. Dessa virus förändrar sig och upptäcks då inte av immunsystemet.

Lika angeläget som det är att utveckla nya behandlingsmetoder är det också att de behandlingsmetoder som utvecklas är effektiva. Mycket medicinering sker utan att ha någon effekt eller ger biverkningar. Det finns därför ett stort behov av att i förväg kunna veta om en patient kommer att svara på en viss behandling. Även den optimala doseringen av olika läkemedel är mycket

---

<sup>5</sup> ”*Fetma – problem och åtgärder*” Statens beredning för medicinsk utvärdering (SBU), (2002)

individuell. Gentester som kan avgöra om en patient kommer att svara på behandlingen eller kommer att drabbas av en viss biverkning skulle minska lidande och spara kostnader. Utveckling av sådana tester kommer sannolikt bara att ske då det finns starka ekonomiska incitament för att bekosta utvecklingen, t.ex. om patienten svarar på en dyr men effektiv behandling. Denna kunskap är också viktig för läkemedelsföretagen för att kunna förutse vilka patientgrupper som löper stor risk att drabbas av biverkningar. Om läkemedelsföretagen kan förutse vilka grupper som medicineringen inte får ges till ökar företagets chans att få sin substans godkänd. Sannolikt är det lättare och mer specifikt att utveckla tester som baseras på en biokemisk analys, t.ex. av patientens blod efter att den fått läkemedlet, än att utveckla genetiska tester.

*Genterapi* innebär att friska gener förs in i cellkärnorna i den skadade eller sjuka kroppsdel. Eftersom de vanligaste sjukdomarna i vårt västerländska samhälle är polygena, och beror på ett samspel mellan flera gener och miljöfaktorer och det är komplicerat att lyckas ersätta eller reparera felaktiga gener effektivt kommer det att ta lång tid att på detta sätt omsätta den nya kunskapen om det mänskliga genomet i praktisk behandling. En försiktig bedömning om genterapins utveckling är att vi om tjugo år kommer att kunna bota vissa ärftliga sjukdomar som beror på skador på en enda gen. Det finns många monogena sjukdomar men de är oftast mycket ovanliga.

Utvecklingen inom regenerativ medicin har gått starkt framåt. Detta gäller särskilt inom proteskirurgin (höfter, knän, tänder) och idag behandlar man även ryggar genom att spruta in nya biokompatibla material som förstärker vid benskörhet (osteoporosis). För hjärtat kan man komma tillrätta med rytmrubbningar, vidga kärl, byta ut kärl och även operera in en pacemaker. Man kan odla hud för att ersätta sådan vid brännskada. Vävnads- och organodling<sup>6</sup> kan i framtiden bli ett biotekniskt alternativ till dagens transplantationer.

Det är även sannolikt att man kommer att kunna återbilda och laga nervceller i hjärnan, vilket ger stort hopp för patienter med Parkinsons, Alzheimers och liknande *neurologiska sjukdomar*. Forskningsfokus ligger idag på Parkinsons sjukdom eftersom man anser att det är ”minst svårt”. De kliniska försök som genomförts för att motverka den förlust av dopaminproducerande nervceller som sjukdomen innebär har visat att transplanterade nervceller trots en pågående sjukdomsprocess kan överleva

---

<sup>6</sup> Celler tas från den aktuella patienten och fås att dela sig och växa i ett laboratorium. För att den odlade vävnaden eller organet ska få rätt form odlar man cellerna på ett skelett av biologiskt nedbrytbart plastmaterial som gradvis löses upp när väl transplantationen är gjord. I dag kan t.ex. brosk, ben och hud odlas på detta sätt och i framtiden kommer det att vara möjligt att odla mer komplicerade organ, som njure och lever.

och frisätta dopamin i många år i den sjuka patientens hjärna. Detta leder till att symtomen lindras. Intensiv forskning pågår nu för att från stamceller tillverka dopaminceller i stora mängder för transplantation. En förutsättning för utvecklingen av stamcellsbehandlingar är att man blir bättre på att förstå cellreglering. Att bygga hela komplicerade organ från stamceller är däremot mycket svårt och kommer sannolikt att dröja längre än 15 år.

Stort hopp knyts även till forskning för att stoppa celldöd genom att tillföra nervtillväxtfaktorer genom exempelvis genterapi. Forskningen kan leda till framtida möjligheter att påverka hjärnans stamceller att bilda exakt den celltyp som har förstörts vid en viss sjukdom. Detta skulle bidra till att utveckla behandlingar för Huntingtons sjukdom, stroke, ryggmärgsskador och epilepsi. Det finns exempel på läkemedel som påverkar de stamceller som finns i de flesta organ i kroppen. Ett sådant läkemedel är erythropoietin, EPO, som används för att stimulera produktion av röda blodkroppar.

Biotekniken kommer sannolikt att göra det möjligt med så kallad *xenotransplantation*<sup>7</sup> från transgena djur, modifierade så att risken minskar för att immunförsvaret aktiveras vid transplantation. Hur lång tid detta kommer att ta är dock mycket osäkert. Detta beror t.ex. på risk för överföring av retrovirus från djur till människa och andra oförutsägbara bieffekter liknande galna ko-sjukan. Forskning pågår för att utvärdera dessa.

Terroristattacken den 11 september 2001 i USA och efterföljande spridning av mjältbrandsporer har ökat farhågan för framtida *bioterroristattacker*. Detta har i USA lett till ett stort program för att öka den nationella säkerheten. En effekt av detta program är att företag med inriktning mot biosäkerhet, detektion, sanering, profylax och behandling håller på att växa fram. I flera fall, t.ex. vid utveckling av vacciner mot ovanliga patogener, blir staten den enda kunden för produkten.

### **Djurförsök för utveckling av nya behandlingar som räddar människoliv**

Djurförsök är nödvändiga för utveckling av nya behandlingar och läkemedel som räddar människoliv och de är även en förutsättning för en svensk läkemedelsindustri. Sedan några år används även *transgena djur* inom läkemedelsutveckling och de är också mycket viktiga och vanligt förekommande inom grundforskning. Forskning som bl.a. inkluderar djurexperimentella studier och som sker i gränslandet mellan molekylär och genetisk grundforskning samt klinik är särskilt angelägen. Stamceller kan i framtiden eventuellt ersätta en del av de djurförsök som görs idag. Ett möjligt användningsområde som är under utveckling är att använda

---

<sup>7</sup> Transplantation av organ eller celler från djur till människor.

stamceller för *in-vitro* tester vid framtagning av läkemedel eller toxicitetstester av kemikalier och kosmetika. Utveckling av stamceller för dessa tillämpningar kräver dock att myndigheter är beredda att se över sina regler och krav för beviljanden om metoden kan bevisas vara tillförlitlig. På längre sikt kan kanske tekniken även användas som *in-vitro* modeller för studier av mänskliga sjukdomar på cellulär och molekylär nivå.

Läkemedelsindustrin kommer sannolikt att i ökad utsträckning utnyttja råvaror från jordbruk och djurhållning. Flera gamla och nygamla örter kommer att utvecklas till råvaror för naturbaserade läkemedel och som komponenter i olika hälsorelaterade livsmedel. Transgena djur kommer att bli viktiga producenter av läkemedelsråvara. Speciellt gris och kyckling har visat sig användbara. Allmänhetens skeptiska attityd till genetiskt modifierade organismer kan påverka även detta område.

### **Framtidens livsmedel för bättre livskvalitet**

Vad konsumenter efterfrågar och vilken livsstil de väljer styr mycket av utvecklingen inom detta område. Samtidigt är det viktigt för den hårt konkurrensutsatta livsmedelsindustrin att få ett större förädlingsvärde på sina produkter i slutledet av värdekedjan eftersom det innebär möjligheter till högre inkomster.

De växande samhällsproblemen till följd av övervikt och fetma har medfört ett starkt ökande intresse för livsmedel med positiva hälsoeffekter. Nya produkter inom kost-hälsa området, s.k. funktionella eller smarta livsmedel, ökar sina marknadsandelar men ännu finns ett ganska begränsat antal sådana produkter på marknaden.

Fler äldre i samhället innebär även en ökad efterfrågan på produkter med mer anpassat näringsinnehåll och förbättrad upptagningsförmåga eftersom många äldre har problem med undernäring. Andra kvaliteter som efterfrågas är mat med hög sensorisk kvalitet och som uppfyller krav på att vara bekväma. Livsmedlen kan förväntas ha en förbättrad hållbarhet och smaklighet och de kommer även att skyddas bättre mot oxidativa förändringar. Det sker en utveckling kring infrysningsteknik, nya tekniker för vakuumpförpackning, förpackning i modifierad atmosfär och andra tekniker för att få fram produkter som är så färska som möjligt.

I spåren efter larm kring BSE, mul- och klövsjuka, salmonella, aggressiva kolibakterier, allergiframkallande tillsatser etc. har såväl konsumenter som producenter av livsmedel produktsäkerheten i fokus. Det finns ett ökande tryck på att skapa effektiva system för spårbarhet så att man kan spåra orsaken till eventuella säkerhetsproblem samt selektivt och snabbt återkalla aktuella produkter. Detta drivs även på av de ökade hoten från terrorism

som livsmedelskedjan kan vara sårbar för. Inte minst kommer utvecklingen inom IT att innebära nya möjligheter till ökad säkerhet.

Ökade kvalitetskrav och förändrade konsumtionsvanor är en stark drivkraft för kommersialisering av ny teknik med koppling till livsmedelshantering som t.ex. sensorteknik. Tekniken kan användas för att mäta fukt, temperatur, bakterie- eller virushalt, renhet, förekomst av olika ämnen m.m. Sensorer kan användas i produktionsprocesser för kvalitetssäkring eller effektivisering, under transport av produkter eller för att förmedla information om varan till återförsäljare och kunder. De kan användas i förpackningar för att ge besked om status för innehållet eller själva förpackningen. För att få genomslag måste sensorerna bli billigare.

Biovetenskap och bioteknik kommer att bidra till att vetenskapligt belägga fler samband mellan kost och hälsa. Detta lägger grunden för att utveckla livsmedel som kan öka välbefinnande såväl och/eller förebygga ohälsotillstånd. Det kan handla om allt från mindre magproblem till fetma, diabetes, hjärtkärlsjukdom, inflammatoriska tillstånd och kanske också psykiska ohälsotillstånd. Ny kunskap kommer att utvecklas kring de mekanismer som styr regleringen av aptit och kring hur näringsupptaget sker och kan förbättras. Detta ger möjligheter att utveckla nya produkter med en ökad mättnadskänsla och näringsupptagningsförmåga.

Livsmedelsprodukter med hälsomervärden kan också åstadkommas genom att utnyttja olika former av biotekniska processer som fermentation, mältning och enzymbehandling. Dessa metoder har redan lett till att man har utvecklat produkter som ger förbättrad upptagningsförmåga av vissa ingredienser i råvaran eller som innehåller en ökad mängd av viktiga komponenter som t.ex. vitamin D. Produkterna kan i framtiden baseras på såväl traditionella råvaror där något nytt tillsätts, som på nya sätt att bereda maten eller att utnyttja genmodifierade råvaror för att få produkter med unika funktioner. Inom området livsmedelssäkerhet är kopplingen till biovetenskap/bioteknik stark och har stor betydelse för att kunna ta fram mätmetoder som medger spårbarhet av mikroorganismer, toxiner, allergener etc.

## **5.2 Förnyelsebara råvaror, effektivare tillverkningsprocesser och slutna kretslopp**

En viktig drivkraft för en bättre miljö är en ökad och effektiviserad användning av förnyelsebara råvaror för att ersätta de fossila råvarorna. Miljöaspekter som växthuseffekten och kretsloppstänkandet har blivit alltmer integrerade i verksamheten inom alla branscher och organisationer. Detta driver på utvecklingen av och efterfrågan på, förnyelsebara råvaror,



biobränslen, miljövänligare tillverkningsprocesser och mer generellt ett utpräglat kretsloppstänkande vid produktutveckling.

För klimatbalans och växthuseffekt är det viktigt att öka såväl upptaget av koldioxid som att minska utsläppen. Växande skogar har den unika egenskapen att de tar upp koldioxid från luften och lagrar den – både i ett växande skogsförråd och i de produkter av trä och papper som kommer från skogen. Skogen och skogsprodukternas roll som koldioxidsänkor uppmärksammas alltmer i politiska åtgärdsprogram. Materialval i byggnader, inredningskonstruktioner, förpackningar m.m. blir en viktig del i den framtida klimatpolitiken och påverkar efterfrågan på produkterna.

En övergång till att i större utsträckning använda förnyelsebar råvara bedöms ofta ta lång tid, främst beroende på stark priskonkurrens från fossilbaserade material. Det kommer att krävas bättre egenskaper och högre prestanda eller ett lägre pris. Den kraftiga prisökning som skett på olja under senare tid gör dock att en övergång kan komma att ske snabbare.

Politiska styrmedel är en förutsättning för att utvecklingen skall fortsätta i linje med Kyoto-avtalets reglering om gränser för utsläpp av växthusgaser. Bioenergi kan konkurrera med andra energislag om en värdering av miljöpåverkan vägs in i jämförelsen med andra energislag. Om man vill skynda på en hållbar teknikutveckling krävs nationella och internationella ekonomiska incitament för detta. Bioenergis fortsatta utveckling beror till hög grad på vikten av miljövärde som läggs på bränsleslaget.

### **Högre kvalitet, nya egenskaper och processer**

Biovetenskap och bioteknik har gett helt ny kunskap och nya verktyg för att undersöka och bättre utnyttja egenskaper i växter. Ny kunskap och nya metoder har medfört effektivare konventionell förädling men också möjligheter genom att införa helt nya egenskaper i växterna. Den biologiska kunskapen har också givit nya möjligheter att förstå och bättre utnyttja den naturliga biologiska variationen. Nya enzymssystem som identifieras när kunskap om genomet för många mikroorganismer tas fram kan komma att användas inom olika processindustrier och i många produkter. Andra exempel på tillämpningar är att bättre utnyttja naturligt förekommande jordbakterier som skyddar frö och planta från skadeangrepp, vilket kan minska behovet av kemiska bekämpningsmedel. För jordbruket kommer sannolikt nya biologiska bekämpningsmedel få en ökad betydelse. Ekonomistyrningsverket har på uppdrag av Miljö- och

samhällsbyggnadsdepartementet nyligen utrett hur stöd för utveckling av bekämpningsmedel med låg risk kan utformas.<sup>8</sup>

Med bioteknik finns också möjligheter att genom utvecklade separationsmetoder ta fram nya delfraktioner ur förnyelsebara råvaror eller ge råvaran nya kvalitetsegenskaper t.ex. med hjälp av enzymatisk behandling. Detta skapar förutsättningar för utveckling av nya material och produkter. Ytterligare potential för utveckling av material och produkter finns genom att imitera biologiska system, så kallad biomimetik.

### **Grön kemi med hjälp av bioteknik**

Bioteknik kommer att spela en viktig roll för den kemiska industrin och för alla de industrigrenar som använder den kemiska industrins produkter. Detta brukar kallas vit bioteknik. T.ex. kan specialkemikalier produceras med hjälp av biokatalys, d.v.s. med enzymer. Sådana processer kan bli mer energieffektiva och minska mängden restprodukter i tillverkningen genom färre processteg. Enzymerna kan produceras i biologiska system i stor skala och ersätta kemikalier i olika processindustrier. Kirala byggstenar och intermediat kommer att vara av ökat värde för den farmaceutiska industrin. Leverantörer av möbler och byggnadsmaterial behöver färger som är baserade på gröna kemikalier för att motsvara kraven på hållbarhet.

### **Nya material, förnyelsebar energi och effektivare tillverkningsprocesser**

Skogsråvara och jordbruksråvara kan i fler produkter än idag bli huvudråvaran då efterfrågan ökar på förnyelsebara och miljövänliga produkter. Kvalificerade fiberbaserade förpackningslösningar och framtida komposterbara blöjor är två exempel bland många. Med mer kunskap om olika enzysystem kan bioteknik i ökad utsträckning komma att användas för process- och produktutveckling. Nya metoder och nya polymerer kan komma att användas för bestrykning av papper och kartonger och enzymer som binder till pappersytan kan komma att ge nya möjligheter att utveckla bestrykningsdelen i papperstillverkning, särskilt avseende nya funktionella barriärmaterial. Nya sådana material kan utvecklas av modifierad stärkelse och proteiner.

Den tekniska utvecklingen av fiberkompositerna och bestrykning men även inom områdena kartong, trähaltigt tryckpapper samt olika typer av förpackningar går snabbt framåt. Detta sker med hjälp av avancerad papperskemi där fibertyper väljs ut, fyllmedel specialdesignas och nya bestrykningsmetoder utvecklas. Man bygger även in annan teknik som IT, mikroelektronik och sensorteknik i produkterna för att skapa produkter som

---

<sup>8</sup> Regeringsuppdrag. 2005-04-25, ESV 11-1492/2004

”intelligenta” papper och kartonger, ”tänkande” och ”talande” förpackningar. Mycket av de nya teknikerna bygger på tvärvetenskap, t.ex. kombineras mikroelektronik, sensorteknik och polymerteknologi. En utveckling är även att sätta kunden i fokus och som ett led i detta att ta in expertis från beteendevetenskap och perceptionsanalys för att kundanpassa produktutbudet.

Man kan även ta fram nya biologiska processer för fibermodifiering, vilka fundamentalt kan ändra fibrernas egenskaper eller skapa nya förutsättningar för specifik applikation av papperskemikalier. Här kan även nanotekniken komma in där man kan designa materialet på atomär nivå. Inom området träteknik sker en dynamisk utveckling när det gäller träkompositer. I detta sammanhang undersöks möjligheterna att med hjälp av t.ex. enzymatiska processer modifiera trätyper, men också de ingående kompositmaterialen i sig. Annan utveckling när det gäller användningen av träråvaran innebär att material och konstruktioner utvecklas som förbättrar träets beständighet mot formförändringar, brand och nedbrytning. Även strukturen förstärks och eventuella variationer i materialet utjämnas. Andra användningsområden för förnyelsebara råvaror som utvecklas är som stötskydd i bilar, i paneler, som barriärer, ytskikt, lim eller lösningsmedel och även inom hygienartiklar.

Som ett resultat av utvecklingen mot att öka användningen av förnyelsebara råvaror till nya material och för framställning av bioenergi sker nu internationellt en stark utveckling av s.k. bioraffinaderikoncept. Bioraffinaderier ger en blandning av utgående produkter – energi, drivmedel, foder, livsmedel, kemikalier etc. Exempel på detta är utveckling av kemiska massabruk som förutom massa även producerar elektricitet, fjärrvärme, biodrivmedel och vissa baskemikalier. Den internationella trenden för framställning av biobränsle går från spannmål som råvara i riktning mot halm, blast och andra restprodukter som tidigare inte haft någon sådan användning. Det finns en framtida potential i storskalig etanoltillverkning baserad på enzymteknik tillämpad på avfall och biprodukter från skogsindustrin eller jordbruket. Utveckling av bioraffinaderier ökar även behovet av avancerade system med sensorer för karakterisering, kvantifiering och on-line styrning vid råvaruframtagna, produktion och vidareförädling av råvaran som gör det möjligt att styra produktionen samt att sortera och välja ut råvaror beroende på önskvärda egenskaper.

Bioteknik bedöms stor ha potential i att bidra till utveckling av effektivare tillverkningsprocesser. Avhartsning och blekning vid framställning av pappersmassa är exempel på områden där man kan dra nytta av biotekniken. Med hjälp av enzymer kan det bli möjligt att utveckla ytterligare alternativa processer för pappersmassetillverkning. Sådana alternativ kan vara

attraktiva om de innebär en minskad användning av insatskemikalier och minskad miljöpåverkan.

Den starkaste utvecklingen av biotekniska tillverkningsmetoder sker för närvarande inom läkemedelsområdet. I takt med att fler av framtidens läkemedel utgörs av proteinmolekyler förväntas en allt större del av framställningen att baseras på bioteknisk produktion.

### **Genteknikens bidrag till utveckling av nya råvaror, material, förnyelsebar energi och effektivare tillverkningsprocesser**

Dagens grödor och boskap är resultat av generationer av människors växt- och djurförädling. Våra vanligaste sädeslag, växter och djur är förädlade så att de innehåller gener som förstärker eller dämpar vissa egenskaper som fanns hos deras vilda släktingar. Nyttiga nya egenskaper som uppstått och de gener som bidrar till dessa har tagits till vara och införlivats. Med upptäckten av DNA lades grunden för att kunna kartlägga gener bakom specifika egenskaper. Den framväxande kunskapen om enskilda geners effekt är starkt kopplad till utvecklingen av gentekniken. Möjligheten att ”klippa och klistra med gener” i magbakterien *E.coli*, jäst, och andra genetiska modellorganismer har varit av avgörande betydelse för att förstå de molekylära mekanismerna bakom biologiska livsprocesser i bakterier, växter, djur och människor.

Gentekniken har utöver att vara ett kraftfullt verktyg för att förstå grundläggande livsprocesser även gett nya förädlingsmöjligheter. Detta beror på att genteknik gör det möjligt att flytta gener mellan arter eller mellan olika organismgrupper, vilket tidigare inte varit möjligt. Därmed har nya möjligheter öppnats för att tillvarata naturens variationsrikedom på ett helt annat sätt än tidigare.

Genteknikens tillämpning inom förädling har hittills främst utnyttjats till att åstadkomma effektivare odling och produktion av jordbruksgrödor. Produktion av första generationens genetiskt modifierade organismer (GMO) har t.ex. syftat till att skydda grödan från skadeinsekter och parasiter. De nya egenskaperna ger framförallt växtförädlingsföretagen och odlarna en ekonomisk konkurrensfördel, vilket är en viktig drivkraft. Att inte konsumenterna direkt ser fördelarna med förädlingen kombinerat med en oro över ekologiska risker med att odla växtslag med helt nya egenskaper har framförallt i Europa resulterat i en stor skepsis gentemot denna utveckling. Samtidigt drivs användningen av genetiskt modifierade organismer (GMO) och produkter baserade på av globaliseringen eftersom användningen innebär större avkastning. Europeiska produkter konkurrerar med genmodifierade produkter på världsmarknaden.

Idag är det svårt att bedöma om eller när den allmänna opinionen kommer att svänga när det gäller användningen av genteknik för att utveckla nya egenskaper i lantbruksgrödor inom EU. Några tänkbara skäl för en eventuell ändrad attityd är en ökad kunskap om tekniken och att konsumenten ser en omedelbar kundnytta, t.ex. ett ”bättre” innehåll eller en billigare produkt. Företag driver sällan frågan då de inte vill riskera att deras varumärken förknippas med genmodifierade växtsorter så länge som opinionen är så pass negativ.

Den viktigaste drivkraften för att med genteknik utveckla produkter med förändrade egenskaper är ekonomisk. Företagen förväntar sig att ett större förädlingsvärde i slutledet av värdekedjan från frö till bord ska innebära möjligheter till högre inkomster. En annan stark drivkraft är den nytta de nya grödorna med designat näringsinnehåll och goda förutsättningar för hög avkastning gör i utvecklingsländer.

Möjligheterna för utveckling av förnyelsebara råvaror, nya material och nya tillverkningsprocesser finns i att kunna ta till vara de gröna växternas enorma potential som produktionssystem. Växternas form och funktion förväntas kunna skräddarsys till mer effektiva och produktiva system. Denna potential kan realiseras med hjälp av genteknik som t.ex. göra det möjligt att påverka plantmaterialets ved-, fiber- och tillväxtgenskaper. Den viktiga framställningsprocessen sker då i växten, i stället för i en kemisk process i fabrik.

Ett svenskt exempel är en genmodifierad potatissort för produktion av industristärkelse. Tekniken med genmodifiering av växter ger även en potential för att utveckla vegetabiliska oljor för olika ändamål. Utmaningen består i att hitta oljekvaliteter som är svåra att framställa eller syntetisera kemiskt samtidigt som inkomstmöjligheterna är så stora att de kan betala utvecklingskostnaderna. Flera produkter utvecklas för närvarande av några små innovativa svenska företag.

Inom livsmedelsområdet kan produkterna som utvecklas baseras på designade råvaror eller innehålla hälsobefrämjande tillsatser. Man förväntar sig kunna ta fram produkter med förbättrad hållbarhet och smaklighet, ökad biotillgänglighet och som innehåller mindre allergener och toxiner. Gentekniken förväntas leda till ett ökat utbyte på åkrarna, möjligheten att utnyttja nya odlingsmiljöer samt underlätta utveckling av mindre miljöbelastande odlingsystem. En annan tillämpning är att med nya växter kunna kontrollera kvävefixering och sanera nedsmutsade miljöer. Inom skogsbruket kommer man att kunna odla framförädlade träd med annan fiberstruktur, ändrad ligninhalt eller modifierad struktur som medger enklare friläggning eller ökad halt av önskvärda komponenter. Utomlands förekommer redan, på begränsade arealer, plantager med genmodifierade

träd som producerar varierade fiberkvaliteter samt olika sågtimmer som kan användas till produkter med speciella kravprofiler. Denna utveckling sker dock på lång sikt.

### **5.3 Andra mångvetenskapliga möjligheter**

Två centrala områden där biovetenskap kombineras med andra tekniker är bioimaging, d.v.s. tekniker som avbildar fenomen eller processer på cell- och molekylnivå, och biosensorteknik, som syftar till att producera detekterbara signaler för att kvantitativt identifiera, detektera eller följa biologiska fenomen och skeenden.

Det står klart att biologiska system i många fall har mycket attraktiva egenskaper som det finns anledning att söka efterlikna även i artificiella system. Dessa skillnader utforskas idag systematiskt och börjar påverka ingenjörsvetenskaperna inom vitt skilda områden, inklusive materialdesign och systemarkitektur för elektronik, programvara och mekaniska system.

Ett stort område rör samspelet mellan människa och maskin som förutsätter förståelse för människans kognitiva förmåga och biologiska aspekter av kroppens anpassningsförmåga till yttre miljöbetingelser. Det stora forskningsfält som omfattar konstruktion av humanoida robotar, kognitionsvetenskap, hjärnforskning och biomekanik engagerar ett stort och växande antal forskare och företag internationellt.

Biomimetik och bionik är exempel på gränsöverskridande tvär- och mångvetenskaplig forskning som förväntas få tillämpningar inom allt från bioelektronik till bioartificiella organ och molekylära maskiner. Forskning kring artificiella sinnen och kognition i förening med solid biologisk kunskap kan göra det möjligt att bättre förstå av människans funktioner och även bli en potentiell förstärkning av dem när de sviktar.

## 6 Etik och allmänhetens förtroende

I detta kapitel beskrivs utvecklingen av lagar och regler som utgör ramar för verksamheten inom biovetenskap och bioteknik. Även vikten av öppenhet och dialog mellan alla delar av samhället kring biovetenskaplig forskning och biotekniska applikationer betonas. Kapitlet utmynnar i ett åtgärdsförslag för att skapa ökad kunskap och dialog.

Den snabba utvecklingen inom biovetenskap och bioteknik har medfört stora förväntningar på nya applikationer, men även en viss oro för vilka konsekvenser den nya tekniken kan få. Det är av största vikt att medborgarna ges möjligheter till insyn och dialog med experter/forskare när det gäller vetenskap som i så hög grad berör varje människa. Behovet av dialog mellan experter/forskare, politiker, näringsliv, media och andra medborgare är stort.

För att uppmärksamma detta har ett antal utredningar om möjligheter, risker och etik inom bioteknikområdet genomförts. Regeringens betänkande ”Att spränga gränser – Bioteknikens möjligheter och risker”<sup>9</sup> syftar till att stärka Sveriges förutsättningar att ta till vara bioteknikens möjligheter till nytta för de enskilda medborgarna, näringslivet och miljön. Enligt denna ska bioteknikpolitiken främja kunskapsuppbyggnad inom området och underlätta att forskningens resultat omsätts i praktiska tillämpningar under etiskt godtagbara former och med bemästrande av risker.

Förslagen i utredningen har bl.a. resulterat i att Sverige fr.o.m. den 1 januari 2003 har en ny biobankslag<sup>10</sup>, senare kompletterad med en förordning om biobanker i hälso- och sjukvårdens tjänst<sup>11</sup>. I Sverige regleras också vetenskapliga studier på människa genom Lag om etikprövning av forskning som avser människor<sup>12</sup>. Det har också utarbetats ett betänkande om genetik, integritet och etik samt en rättslig reglering av stamcells forskning av Kommittén om genetisk integritet<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup> Bioteknikkommittén: ”Att spränga gränser – Bioteknikens möjligheter och risker” SOU 2000:103

<sup>10</sup> SFS 2002:297

<sup>11</sup> 2002:746

<sup>12</sup> 2003:460

<sup>13</sup> Kommittén om genetisk integritet, Slutbetänkande, ”Genetik, integritet och etik” SOU 2004:20; Kommittén om genetisk integritet, Delbetänkande, ”Rättslig reglering av stamcells forskning” SOU 2002:119

Ytterligare förändringar som skett under senare tid är att föreskrifter och allmänna råd avseende forskning som omfattar försöksdjur ges ut av Djurskyddsmyndigheten som övertagit denna roll från Jordbruksverket.

## 6.1 Förtroende och stöd hos allmänheten

I Eurobarometern har européernas inställning till, och kunskap om bioteknik mätts vid flera tillfällen<sup>14</sup>. Generellt sett uppfattas de möjligheter som biotekniken öppnar för utvecklingen inom främst hälso- och sjukvård positivt i Sverige. Både genteknik och bioteknik får positiva omdömen av en klar majoritet när det gäller om tekniken kommer att förbättra vårt sätt att leva under de närmaste tjugo åren. Optimismen omfattas av i genomsnitt en dubbelt så stor andel som när det gäller kärnkraft och andelen optimistiska har växt för både bioteknik och genteknik. Framtidstron på bioteknik sjönk i EU som helhet mellan 1996 och 1999 medan resultatet för Sverige var det omvända. Mellan 1999 och 2002 har optimismen rörande både bioteknik och genteknik ökat i såväl Sverige som EU som helhet. Man har även mätt befolkningens kunskapsnivå om ämnet och svenskarna visar sig ha de högsta faktakunskaperna om genteknik i EU.<sup>15</sup>

Den positiva synen på och förtroendet för biovetenskaplig forskning märks även genom den positiva inställning som svensken i gemen har till att medverka i kliniska studier som syftar till att utveckla nya läkemedel och behandlingar. När det gäller biotekniska tillämpningar inom växt- och skogsförädling samt inom livsmedelsproduktion är svenskar liksom andra européer mer skeptiska. Sverige liksom EU som helhet driver den s.k. försiktighetsprincipen när det gäller utnyttjandet av genteknik inom växtförädling. I linje med denna har man inom EU utformat ett system med krav på spårbarhet av produkter baserade på genmodifierade grödor.

Bioteknikens direkta koppling till liv i olika former innebär att dess utveckling och användning även fortsättningsvis kommer att vara en angelägenhet för varje samhällsmedborgare. För ett fortsatt förtroende hos allmänheten för biotekniken och dess hantering krävs att medborgarna har tillgång till kunskap och att politiker, reglerande myndigheter, företag och forskare agerar framsynt och öppet när det gäller skapande och tillämpning av system för hantering av potentiella problem och konflikter rörande etik, personlig integritet, miljö m.m.

---

<sup>14</sup> År 1996, 1999 och 2002

<sup>15</sup> Fjæstad B., Olofsson A. & Öhman S. "Svenskarna och gentekniken", Rapport från 2002 års Eurobarometer om bioteknik, Institutionen för samhällsvetenskap, Mithögskolan, Östersund 2003



## **Forskarens ansvar; bisysslor och kommersialisering av forskning**

Kommersialisering av forskningsresultat har blivit allt viktigare och är ofta en förutsättning för att medicinsk forskning ska komma till nytta i samhället. Öppenhet och tydlighet om kommersiella intressen är nödvändigt för att säkerställa förtroendet för forskningen. Ett ökat beroende av extern finansiering av forskning och ökade förväntningar om kommersialisering av forskningsresultat från universitet och högskolor har lett till en mer intensiv diskussion om eventuella negativa effekter som ekonomiskt delägarskap kan få på forskarens uppfattning om yrkesroll och samhällsansvar. Universitet och högskolor uppmanas att uppmuntra lärare att vara delaktiga i överföringen av kunskap till samhällets nytta och att genom erfarenheter från extern verksamhet förstärka undervisning och forskning. Bisysslor får inte vara förtroendeskadliga, arbetshindrande eller konkurrerande. Under senare tid har universitetens etiska förhållningssätt skärpts. Detta är angeläget och arbetet bör fortsätta med hög prioritet eftersom det är av största vikt att alla kan känna ett stort förtroende för universitetens verksamhet.

En rad nya riktlinjer och lagar inom området understryker vikten av etiska ställningstaganden, detta nya regelverk beskrivs mer i detalj på Vetenskapsrådets portal för forskningsetiska riktlinjer, CODEX<sup>16</sup>. Som exempel kan nämnas den nya etikprovningsslagen, den nya lagen om biobanker, en omarbetad djurskyddslag samt nya föreskrifter för klinisk prövning av läkemedel för humant bruk. Eftersom etiska frågeställningar aktualiseras inom många biovetenskapliga områden så har också forskning kring bioetik intensifierats. För att möta behovet av utbildning, forskning och forskarutbildning inom bioetik har t.ex. Uppsala Universitet och Karolinska Institutet 2004 inrättat ett gemensamt Centrum för Bioetik och sådan forskning pågår vid flera andra lärosäten som t.ex. Linköpings och Göteborgs universitet.

## **6.2 Ökad dialog mellan bioteknikaktörer och allmänheten**

I uppföljningen av EUs handlingsplan ”Biovetenskap och bioteknik - En strategi för Europa” så lyfts den bristande dialogen mellan allmänhet, politik, forskning och industri fram som något som hämmar en positiv utveckling. Bland de projekt som i dokumentet lyfts fram som positiva exempel på hur man arbetar med detta finns Science Generation projektet som finansieras av EU-kommissionen och som i Sverige har drivits av Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA. Fokus i det projektet är att

---

<sup>16</sup> [www.codex.vr.se](http://www.codex.vr.se)

allmänheten, i Sverige främst lärare, identifierar intressanta biovetenskapliga forskningsområden och applikationer som de vill veta mer om och som de vill diskutera med experter om. Experter, etiker, politiker, intresseorganisationer m.m. bjuds sedan in för att hålla presentationer men framförallt för att medverka i en diskussion om ämnet. Områden som har tagits upp är t.ex. genmodifierade grödor, stamcellsforskning och genetisk diagnostik. Projektet avslutas i juni 2005.

Andra åtgärder syftande till att stimulera allmänhetens intresse kan exempelvis vara:

- Vidareutbildning av grund- och gymnasielärare med avseende på teknik, naturvetenskap och medicin
- Vidareutbildning av politiker med avseende på teknik, naturvetenskap och medicin
- Bättre kurslitteratur inom grund- och gymnasieskolan
- Science centers som resurs för lärare och elever, såväl fasta som ambulerande

Vi kommer alla att stöta på biotekniska tillämpningar i vår vardag. Det kan vara i vården, i affären eller i vår yrkesutövning. För att alla ska ha goda förutsättningar att förstå, använda och ta ställning till de olika applikationerna är det viktigt med en grundläggande kompetens. Åtgärder som framgångsrikt genomförts för att höja kunskapsnivån är t.ex. sommarforsarskolor, uppsökande verksamhet inom grund och gymnasieskolor, riktade satsningar mot skolor i områden med svag studietradition, samt kompetensutveckling av lärare.

### **Barn och ungdomars intresse för naturvetenskap och teknik**

Ungdomars intresse för naturvetenskaplig och teknisk utbildning ses inom universitetsvärlden och näringslivet som mycket viktigt. I åtskilliga studier har en oro förts fram när det gäller barn och ungdomars bristande intresse för främst naturvetenskap och teknik. Man ser ett framtida behov av kompetens i akademi och industri som kräver att barn och ungdomar är intresserade av att studera dessa ämnen.

Ett projekt som uppnått mycket positiva resultat är NTA projektet (naturvetenskap och teknik för alla). NTA är ett samarbete mellan KVA, IVA och kommuner och friskolor. NTA är ett skolutvecklingsprogram med syfte att stimulera nyfikenhet och öka intresset för naturvetenskap och teknik hos både elever och lärare. För närvarande riktar sig NTA främst till klasser från förskolan till sjätte året och fokus är biologi, fysik, kemi och teknik. Varje NTA-tema består av experimentmateriel tillsammans med

skrivna handledningar för arbete i helklass under 10-12 veckor. I NTAs skolutvecklingsprogram ingår även en kontinuerlig kompetensutveckling för lärare/pedagoger.

Ett annat projekt är Unga spekulerar som uppstod som ett initiativ i spåren av Teknisk Framsyn. Ett av fyra teman inom Unga spekulerar är bioteknik. Processen består av möten och dialoger av olika slag som sedan leder eleven till att formulera och gestalta sin egen bild av framtiden utifrån teknikens möjligheter. Det är sex arenor, olika museer/science centers utspridda i landet, som samarbetar med skolan. Under läsåret 2002/03 deltog 6000 elever i Unga Spekulerar, mer än 700 lärare kom till lärarträffar, över 30 debatter arrangerades samt 1000 framtidsbilder formulerades av eleverna. Projektet har stöd av stiftelsen för kunskap och kompetensutveckling (KK-stiftelsen).

I projektet "Levande frågelåda" får vetgiriga sjätteklassare ställa frågor om allt mellan himmel och jord till forskare på området under en dag. Syftet är att uppmuntra elevernas nyfikenhet på naturvetenskap. Totalt deltar 3000 skolelever och projektet är ett samarbete mellan universiteten och Vetenskapsrådet.

Även Sveriges Television har gjort satsningar på kunskapsprogram riktade till barn och ungdomar i olika åldrar.

## **6.3 Åtgärdsförslag**

### **6.3.1 Nationellt program för kunskap och dialog**

Det är mycket viktigt att allmänheten har grundläggande kunskap inom biovetenskap eftersom den kunskap som genereras, redan idag och än mer i framtiden, kommer att resultera i applikationer som kommer att beröra allas vår vardag. För att möjliggöra välgrundade ställningstaganden i bioetiska frågor behövs det en grundläggande kunskap. Det gäller beslutsfattare och politiker på olika nivåer men även alla andra. Ökad kunskap behöver inte betyda en mer positiv syn utan innebär att det ställningstagande som görs är mer välgrundat.

#### **FÖRSLAG:**

Ett mellan olika forskningsfinansiärer samfinansierat program för att öka kunskaperna och dialogen kring biovetenskap initieras. Programmet föreslås administreras av Vetenskapsrådet. En bedömningsgrupp som bidrar till utformningen av programmet utses efter att behov och existerande initiativ inventerats. I gruppen finns representanter från olika forskningsfinansiärer, universitet, skola, industri och media.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: Vetenskapsrådet]

## 7 Bioteknik en framtidsmöjlighet som redan är en realitet för svenskt näringsliv

I detta kapitel beskrivs bioteknikens utveckling internationellt, dess betydelse för Sverige idag samt den framtida potentialen när det gäller industriell utveckling. Kapitlet utmynnar dels i åtgärdsförslag för ett förbättrat innovationsklimat som stärker företagens konkurrenskraft och dels i rekommendationer kring hur området bättre kan följas i ett internationellt perspektiv så att bedömningarna kring vilka åtgärder som kan stimulera en positiv utveckling blir mer välgrundade.

Bioteknik erbjuder möjligheter för förnyelse och tillväxt av stora delar av svensk industri. Biotekniken i sig utvecklas kontinuerligt och i snabb takt vilket bidrar till att dess användning successivt breddas till nya områden och industrier. Bioteknikens långsiktiga betydelse för utvecklingen av svensk industri kan därför inte rättvisande beskrivas genom att statistiskt avgränsa en viss industri som bioteknikindustri.

I första hand beskrivs i detta kapitel den del av näringslivet där bioteknik redan har fått ett stort genomslag. Här inkluderas: läkemedel och diagnostika, regenerativ medicin och andra delar av bioteknisk medicinsk teknik, biotekniska verktyg, bioproduktion, agrobioteknik, miljöbioteknik och biotekniska livsmedel. Skälet för att samtliga dessa benämns som bioteknisk industri är att FoU-verksamheten i dessa delar idag är helt beroende av biotekniska metoder. Dessa industrier beskrivs ingående i bilaga 1<sup>17</sup>. Även industri som utvecklar produkter inom medicinsk teknik ingår i bilaga 1 då biotekniken redan har börjat få ett genomslag inom det området även om potentialen för en fortsatt utveckling är mycket stor.

I andra viktiga delar av det svenska näringslivet kan man idag se ett begynnande genomslag för biotekniken. Detta gäller livsmedels-, skogs- och kemisk industri samt jordbruk. Här kan biotekniken t.ex. leda till innovativa hälsobefrämjade livsmedel, en ökad användning av förnyelsebara råvaror och mer miljövänliga processer. Även andra industrier som idag inte alls förknippas med kunskaper om biologiska system kan med sådan kunskap som grund bättre anpassa produkter och tjänster, t.ex. för att utveckla nya

---

<sup>17</sup> Bilaga 1: Dolk T. & Sandström A., "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik" 2004 ([www.vinnova.se](http://www.vinnova.se))

material. De kan även använda biologiska system som inspirationskälla för utveckling av teknik för artificiella system.

## 7.1 Internationella trender

EU-kommissionen identifierar bioteknikens betydelse för tillväxt i och förnyelse av, det europeiska näringslivet som mycket stor för en hållbar utveckling, såväl när det gäller ur ekonomisk synvinkel som av miljöskäl. Europeiska kommissionen uppskattar att enbart den europeiska bioteknikmarknaden kan vara värd över 100 miljarder euro år 2005. År 2010 menar man att den totala världsmarknaden kan uppgå till över 2 000 miljarder euro om jordbrukssektorn exkluderas men övriga sektorer där bioteknik och biovetenskaper utgör den huvudsakliga basen för nya innovationer inkluderas<sup>18</sup>.

Flera av de teknikplattformprojekt (European Technology Platforms) som Europeiska kommissionen initierat understryker betydelsen av ett ökat genomslag för biovetenskaplig forskning i olika branscher. I dessa initiativ samlas relevanta aktörer, särskilt inom akademi och industri, för att diskutera potentialen för olika områden. Syftet är att identifiera möjligheter och hinder för en positiv utveckling och att identifiera viktiga FoU-områden inom vilka olika satsningar kan behövas. Några av dessa plattformar är: "Innovative medicine", "Nanomedicine", "Plant genomics and biotechnology", "Sustainable chemistry" samt "Innovative and sustainable use of forest resources".

### Beskattning och investeringsklimat

Sverige måste kunna erbjuda konkurrenskraftiga villkor för investeringar i bioteknisk FoU såväl som produktionsanläggningar. Vid sidan av en högkvalitativ forskningsbas och tillgång till rätt kompetens utgör villkoren för beskattning en viktig faktor för investeringsbeslut. Enligt bland annat företrädare för svensk bioteknikindustri och investerare verksamma inom bioteknikområdet erbjuder Sverige idag sämre skattemässiga villkor än många konkurrentländer. Denna uppfattning gäller främst incitament för investeringar i FoU samt skatten på arbete. Även förmögenhetsskatten uppfattas som ett hinder för att fler personer skall agera som privata investerare i företag, så kallade affärsänglar.

För små och medelstora forskningsintensiva företag framhåller många bioteknikaktörer att skatteincitament för investeringar i FoU har stor betydelse. Det påverkar hur mycket de kan investera i FoU och förbättrar

---

<sup>18</sup> Development and implications of patent law in the field of biotechnology and genetic engineering, European Commission Brussels, 07.10.2002 COM(2002) 545

därmed deras konkurrenskraft. Denna typ av incitament finns i många OECD-länder.

Riskkapitalbolagen och det internationella kapitalet arbetar i de länder där de kan finna de bästa investeringsobjekten. I en del av de svenska riskkapitalbolagens fonder finns mycket utländskt kapital investerat och även många utländska direktinvesteringar sker. Riskkapitalbolagen bedömer förutsättningarna för att i ett senare skede kunna avyttra sin investering med vinst. I det ingår bl.a. den tekniska bedömningen om idén verkar vara bärkraftig, en värdering om vilken marknad den tänkta produkten kan nå men även en granskning av vilket investeringsklimat som finns i det land som investeringsobjektet verkar i. Det lätttrörliga riskkapitalet påverkas av företagets villkor eftersom det påverkar investeringsobjektets förutsättning att utvecklas till att bli ett attraktivt objekt att i ett senare skede avyttra. Investeringen kan avyttras genom en börsintroduktion eller säljas till industriella ägare.

Flera länder drar till sig investeringar genom fördelaktiga villkor för företag. Det gäller t.ex. Irland och Kanada. ISA har gjort en studie som jämför Sverige och Kanada, särskilt Québecprovinsen, och framhåller i den att incitament för investeringar i FoU har gett positiva resultat inom bioteknik<sup>19</sup>. Som exempel nämns att nyetableringar och expansionsinvesteringar för åtta internationella företag inom detta område enbart under 2002-2003 omfattade CAD 0,35 miljarder (2,0 miljarder kr) och har lett till 821 nya arbetstillfällen i Montreal. Som skäl för investeringen i Kanada och specifikt i Québec, gav företagen<sup>20</sup> att skatteincitament för FoU har varit en avgörande faktor. De fem mest citerade skälen var, i tur och ordning: skatteincitament för FoU, tillgång till kompetens, närvaro av och samarbetsmöjligheter med ledande universitet, arbetskraftens kvalitet, samt livskvalitet. När internationella företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik undersöker vilka länder som är mest intressanta att förlägga investeringar till hamnar Sverige ofta bland de främsta. Det är betydligt mer sällan som Sverige faktiskt drar till sig investeringen.

### **Läkemedel**

Under de senaste 10 åren har en fusionsvåg inom den globala läkemedelsindustrin lett till allt större läkemedelsbolag. Dessa stora bolag finns i stor utsträckning i de länder där de företag som ingått i fusionerna historiskt fanns. Dessutom ser de allra flesta till att ha en stark närvaro på

---

<sup>19</sup> Bergstrand, B. "Människor, kapital och innovationer – Hur Kanada attraherar utlandsinvesteringar inom bioteknik" ISA 2003

<sup>20</sup> Enkät utskickad av provinsmyndigheten för investeringsfrämjande i Québec

den i särklass största marknaden där också priserna för läkemedel är högst, USA. Investeringarna i USA beror även på de mycket starka forskningsmiljöer av intresse för industrin som finns där. Detta har lett till att läkemedelsindustrins investeringar i forskning och utveckling idag är större i USA än i Europa, vilket tidigare inte var fallet. Företagen ser också framåt och etablerar sig på framtida växande marknader som t.ex. Kina och Indien. När det gäller produktion av läkemedel så produceras ca 38 procent i Europa, motsvarande 160 miljarder euro, 30 procent i USA och 20 procent i Japan.<sup>21</sup>

De stora läkemedelsbolagen finner nu att trots att flertalet av dem i dag gör goda vinster så kommer deras utvecklingsprojekt i framtiden inte att bära de stora kostnaderna om inte företagen lyckas bättre med fylla på med nya innovationer. Ett tecken på att innovativiteten kan ha sjunkit är det minskande antalet ansökningar om registrering av nya läkemedel som kommer till de regulatoriska instanserna i EU (EMA<sup>22</sup>) och USA (FDA<sup>23,24</sup>). Det är även så att antalet godkännanden av helt nya läkemedelssubstanser minskar<sup>25</sup>. Detta har delvis sin förklaring i de ökande kostnaderna för läkemedelsutveckling. Vissa av de nya läkemedel som under de senaste åren har nått marknaden har endast haft marginella fördelar jämfört med tidigare terapier.

Ledtiderna för utveckling av nya läkemedel är långa. Det tar ofta mer än 10 år att utveckla ett nytt läkemedel, endast en tiondel av projekten som går in i kliniska prövningar brukar leda till ett nytt läkemedel och utvecklingskostnaderna rör sig om så mycket som en miljard USD per läkemedel. Industrin ser idag över sin organisation för att finna åtgärder som kan öka den interna innovativiteten. Detta kan dels ske genom att förbättra företagets egen organisation och dels genom att de blir bättre på att samarbeta med akademi och bioteknikbolag för att kunna finna utvecklingsbara idéer.

Sverige har, med sin excellenta kliniska forskning, varit attraktivt för industrins investeringar i klinisk forskning och kliniska prövningar. Liksom övriga länder i Västeuropa, möter Sverige nu ökad konkurrens från Östeuropa, Kina, Sydostasien och Indien inom detta område.

---

<sup>21</sup> Europeiska kommissionen, "Innovation in the pharmaceutical sector" 2004

<sup>22</sup> EMA- the European Agency for the Evaluation of Medicinal Products

<sup>23</sup> Food and Drug Administration, USA

<sup>24</sup> Ansökningarna till EMA har sjunkit till 40 per år, år 2000 och 2001, till 25 år 2002 och 34 år 2003.

<sup>25</sup> Mellan 1999 och 2003 har antalet sjunkit från 27 till 17 i EU (nya aktiva substanser, förkortas, NAS) och från 35 till 21 i US (nya läkemedelsmolekyler, förkortas NME).

Parallellt med utvecklingen för de stora globala läkemedelsbolagen har många nya bioteknikbolag med inriktning på läkemedel bildats, främst i USA och Europa, där USA ligger minst tio år före Europa. Dessa bolag har oftast som affärsidé att genom licenser, samarbetsavtal eller genom att bli uppköpta, sälja den kunskap de tar fram till större läkemedelsbolag. Kunskapen kan vara i form av nya teknikplattformar för att utveckla läkemedel eller molekyler som bioteknikföretag har identifierat som möjliga framtida läkemedel och som de tagit genom de första faserna av klinisk prövning. Bioteknikföretagen inom läkemedelsutveckling har således en komplementär roll i förhållande till de stora läkemedelsbolagen. Ofta innehåller avtalen med de större bolagen förutom en inledande betalning även intäkter då vissa milstolpar i projekten uppnås och till sist en royalty på de försäljningsintäkter som läkemedlet förhoppningsvis så småningom genererar.

För att stärka den europeiska läkemedelsindustrins konkurrenskraft förbereder EU att inrätta en European Technology Platform för läkemedelsområdet. I dialogen med läkemedelsindustrin, genom den europeiska branschföreningen EFPIA, och det europeiska läkemedelsverket EMEA har EU-kommissionen identifierat flera områden som lämpar sig för samarbete inom plattformen. Dessa inkluderar bl.a. prediktiv toxikologi och farmakologi.

### **Bioproduktion inom läkemedel och medicinska tillämpningar**

Bioteknik används bl.a. för att framställa målmolekyler ("drug targets") som används för identifiering av möjliga läkemedelssubstanser som binder till dessa målmolekyler. Målmolekylerna brukar vara relativt stora proteiner medan läkemedelssubstanserna oftast är små syntetiskt producerade molekyler. I ökad utsträckning är även själva läkemedlet en biotekniskt producerad biologisk molekyl och bioteknik används då inte endast i forskningen utan i hela utvecklings- och tillverkningsprocessen.

Antalet registrerade läkemedel som är baserade på ett fullständigt nyttjande av bioteknik, från kloning av rätt gen till produktion med hjälp av lämpliga värdceller ökar. Att de biomolekylära läkemedlen idag är relativt dyra att producera och mer komplicerade att tillföra patienten leder i en del fall till att läkemedelsindustrin väljer bort sådana utvecklingsspår. Men utvecklingen går mot att produktionskostnaderna sjunker och att produkterna nu riktar sig till nya patientgrupper och behandlingar där redan befintliga läkemedel finns. De biomolekylära läkemedlen har fördelen att de oftast består av kroppsegna ämnen, vilket minskar risken för oföretsebara biverkningar. Beroende på källa uppskattas värdet av den globala



marknaden inom bioproduktion till någonstans mellan 30-36 miljarder USD.<sup>26</sup>

### **Grön kemi med hjälp av bioteknik**

Industriell, eller s.k. vit bioteknik handlar om biotekniska tillämpningar i produktion av kemikalier, material, papper, pappersmassa, livsmedel och foder samt bränsle och drivmedel. Detta sker med hjälp av enzymer eller mikroorganismer.

Den kemiska industrin har en viktig roll vid framställningen av prestationskemikalier och mellanprodukter för industrier som arbetar med läkemedel, cellulosa, livsmedel och foder, polymerer och agrokemikalier. Även färg-, tvättmedels-, kosmetik- och vattenindustrin är beroende av produkter från kemiindustrin. Enligt statistik som tagits fram inom ramen för initiativet ”European Technology Platform for Sustainable Chemistry”<sup>27</sup> som samordnas av EU-kommissionen är Europa större än såväl USA som Asien när det gäller kemiindustriella produkter. I initiativet medverkar industrin, akademi och andra relevanta aktörer och en av tre delar handlar om bioteknikens genomslag inom detta område. Man har pekat ut viktiga forskningsområden att satsa på och även beskrivit något av utvecklingen internationellt, särskilt i Japan och USA. Det främsta hinder man identifierar för bioteknikens genomslag i denna industri i Europa är svårigheten för den kemiska industrin att integrera ny kunskap inom biovetenskap i sin verksamheten.

Konsultbolaget McKinsey presenterade 2003 en studie om bioteknik i kemiindustrin<sup>28</sup> som förutsade att år 2010 kommer 10-20 procent av alla kemikalier att produceras med hjälp av bioteknik och att värdet av produkterna kommer att vara runt 160 miljarder USD. Inom finkemikalieområdet tror man att så mycket som 30-60 procent av produkterna kommer att inkludera biotekniska processer 2010. Det finns flera drivkrafter bakom denna utveckling. De viktigaste drivkrafterna är det höga priset på, och den förväntade framtida bristen på olja. Olja utgör råmaterialet för de flesta organiska kemikalier i dag.

En effektivare och mer diversifierad användning av förnyelsebara råvaror lyfts av de flesta industrinationer fram som en nödvändig utveckling. Den amerikanska kongressen beslutade t.ex. år 2000 att 20 procent av alla

---

<sup>26</sup> Bilaga 5. Norrman B. & Sewerin K., ”Bio(pharma)produktion i Sverige - Lägesbeskrivning februari 2005, Rapport till VINNOVA från biotechvalley.nu och Biotechdevelopment 2005

<sup>27</sup> [www.suschem.org](http://www.suschem.org)

<sup>28</sup> Bachman R. (McKinsey & Company), “Industrial biotech – New value-creation opportunities “ – Presentation at the BIO Conference, New-York (2003)

industriprodukter och all energi som för närvarande kommer från fossila råvaror i USA, år 2020 ska produceras från förnyelsebara råvaror – främst från jordbruket. I framtiden kommer en stor del av de produkter och varor vi köper att ha sitt ursprung i förnyelsebara råvaror.

### **Skogs-, massa- och pappersindustrin**

Under de senaste åren har en fusions- och konsolideringstrend präglat branschen och lett till allt större multinationella företag med mindre stark anknytning till Sverige än tidigare. Skogen finns i Sverige men den kan vidareförädlas där villkoren är bäst. Marknaden för de multinationella bolagens forsknings- och utvecklingsinvesteringar är också den global. Nya skogsproducentländer tar allt större marknadsandelar. I framtiden, då länderna i t.ex. Baltikum i större utsträckning satsar på vidareförädling istället för export av råvaran ökar konkurrensen. Denna utveckling går för närvarande långsamt beroende på brist på kapital.

I strategidokument från Europeiska kommissionen framhålls det att ännu har bioteknik inte fått något större genomslag i denna sektor. Förväntningarna för framtiden är däremot stora och i första hand pekar man på utvecklingen när det gäller ökad enzymanvändning i processerna, ytbehandling, bестrykning och utveckling av nya fiberkompositer. Man pekar ut viktiga forskningsområden och understryker vikten av att industrin håller sig uppdaterad om den senaste vetenskapliga och industriella utvecklingen internationellt.

### **Agrobioteknik**

Den totala marknaden för bekämpningsmedel i världen uppskattas till mellan 30 och 35 miljarder USD, och tillväxten för konventionella bekämpningsmedel uppskattas till 1 – 2 procent. Världsmarknaden för biologiska bekämpningsmedel, biopesticider, skattas till ca 600 miljarder USD, med en årlig tillväxt på 10-20 procent. Av dessa 600 miljarder USD beräknas 120 miljarder USD omsättas i EU. Marknaden för biopesticider utgörs främst av nisch- och specialgrödor såsom växthusodlingar och frilandsodlingar av sallader, grönsaker, prydnadsväxter och svampar; plantskolor; fruktodlingar; fältodling av majs, bomull och tobak; samt skog (Skandinavien).

I stora delar av världen, men ännu inte i Europa, har genmodifierade (GM) grödor, exempelvis majs, soja och bomull, snabbt fått stor spridning. Den nya biologin har också skapat helt nya möjligheter för skogsförädling. Allmänhetens negativa attityd i Europa när det gäller GM grödor leder till att företag, forskningsfinansiärer och forskningsorganisationer inte prioriterar detta område. I Europa har 39 procent av de företag och forskningsorganisationer som verkar inom detta område lagt ner GM projekt

under de senaste fyra åren beroende på den osäkra framtida marknaden och ett oklart regelverk. Dessutom minskade antalet fältförsök med GM grödor med 76 procent mellan 1998 och 2001 i Europa, medan man i USA inte ser en sådan omfattande minskning<sup>29</sup>. Om denna trend fortsätter så kommer få utvecklingsprojekt att ske i Europa utan istället kommer sådan verksamhet framförallt att finnas i USA, Kanada, Kina och Indien. Det har även som följd att mindre forskningsmedel går till detta område. Europa kommer då i framtiden behöva köpa in denna kunskap och dessa produkter från andra delar av världen.

Arealen jordbruksmark globalt som odlas med GM-grödor har kontinuerligt växt. År 2004 odlades GM-grödor i 17 länder av drygt 8 miljoner bönder. Mer än en tredjedel odlas i utvecklingsländer. Inom EU har kommissionen nu godkänt import av två GM majssorter. GM majs har även godkänts för odling inom EU. Sedan tidigare har Spanien odlat GM-majs. År 2010 tror ISAAA<sup>30</sup> att 150 miljoner hektar kommer att odlas med GM-grödor i 30 länder av 15 miljoner bönder.

## 7.2 Tillgång till kunskap och kompetens i Sverige

Arbetsmarknadsstyrelsen genomförde år 2004 en enkätstudie<sup>31</sup> om bioteknikföretagens framtida kompetensbehov. Det mest slående resultatet är den positiva synen på sina företags utveckling som de som intervjuats ger uttryck för. Flertalet företag anger att man de närmaste tre åren kommer att rekrytera mer personal, främst med mer än treårig högskoleutbildning eller forskarutbildning, och ett flertal anger att företagets omsättning kommer att öka. En stor andel av dessa väntar sig en ökning av omsättningen med mer än 20 procent den närmaste treårsperioden. Den syn på rekryteringsbehovet de närmaste tre åren som företagsrepresentanter framhåller i enkätstudien ger en indikation om den framtida utvecklingen av antalet anställda i industrin. I Uppsala tror företagen på en tre gånger så stor ökning av antalet anställda de närmaste tre åren som under de tre föregående åren, Stockholm och Södermanland knapp en procent per år, Västerbotten ca 4 procent per år, Skåne ca 2 procent per år och i Västra Götaland tror man på ungefär samma tillväxt de närmaste tre åren som under de tre föregående åren. Under 1997-2003 växte industrin med knappt 5 procent per år. En del av företagen nämner i enkäten att de idag har relativt få anställda men har många personer knutna till sig på annat sätt. Förutom inom ekonomi och

---

<sup>29</sup> James, C. "Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004." ISAAA Briefs No. 32. ISAAA: Ithaca, NY. 2004 ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org))

<sup>30</sup> The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications

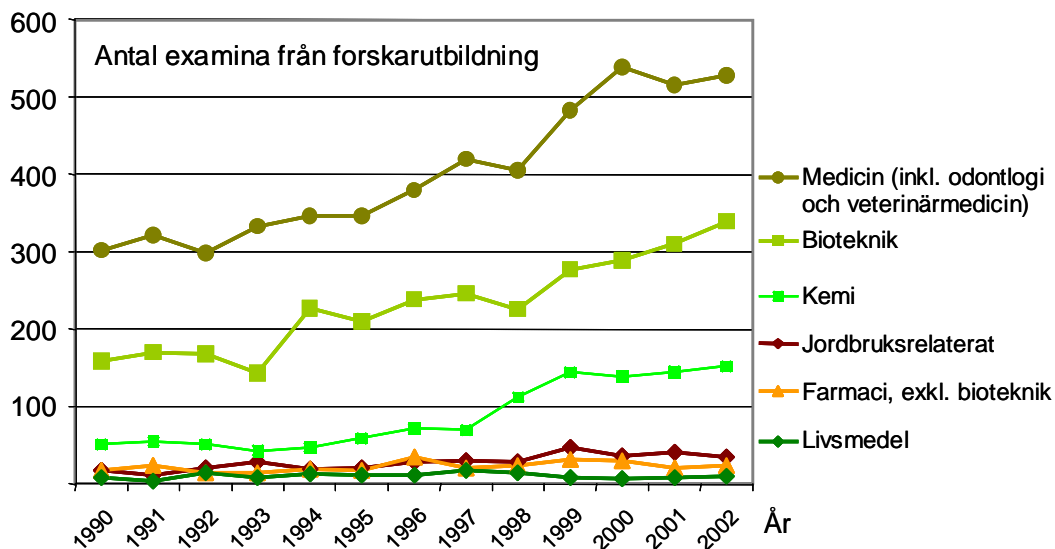
<sup>31</sup> Vi har tagit del av rapporterna från länsarbetsnämnderna i Uppsala, Skåne, Stockholm och Södermanland samt Västra Götaland

patentjuridik rör det sig om olika konsulter, projektledare eller annan spetskompetens som behövs. Denna tendens att hyra in personal kan medföra att antalet sysselsatta genom bioteknikbranschen ökar trots att antalet direkt anställda inte ökar nämnvärt. Mindre arbetsgivare väljer i högre grad att anlita konsulter och hyra in personal vid behov istället för att anställa personal. Företagen har dessutom ofta ett nätverk av forskare i akademiska forskningsmiljöer som samarbetar med företaget. När enkätstudien genomfördes investerades lite kapital i bioteknikindustrin i Sverige vilket kan ha påverkat synen på de framtida rekryteringsbehoven. Under det första kvartalet 2005 investerades mer än dubbelt så mycket kapital inom detta område som under hela år 2004.

Bilden av en forskningsintensiv industri förstärks i denna studie då en mycket stor andel av de anställda har mer än treårig högskoleutbildning eller forskarutbildning och att det även är inom denna kategori man avser att rekrytera flest personer i framtiden. I det korta perspektivet verkar en relativt stor andel tro att man ska kunna finna personal med rätt utbildning. Man understryker att man helst efterfrågar personal med erfarenhet från branschen och gärna även personer som kombinerar specialistkompetens med viss kunskap om ekonomi, marknadsföring eller liknande.

I statistiken över antal examinerade från forskarutbildning inom olika områden blir bilden av en expanderad forskarutbildning inom biovetenskapliga ämnen tydlig (Figur 7-1).

**Figur 7-1 Antal examinerade från forskarutbildning inom olika områden, 1990-2002**



Källa: SCB

Ökningen inom medicinska områden är 75 procent, inom bioteknik<sup>32</sup> har antalet forskarutbildade mer än fördubblats och inom kemi tredubblats om än från en betydligt lägre nivå. I kapitel 8 återkommer vi till volymen på forskarutbildningen i diskussionen kring universitetens tjänstestruktur.

När det gäller specifika kompetenser på forskarutbildningsnivå som industrin efterfrågar är det mycket svårt att peka ut enskilda ämnesområden då behovet varierar kraftigt över tid. Det är dock tydligt att för närvarande finns inte stora behov av forskarutbildade inom cell-, molekylär- och mikrobiologi som motiverar den kraftigt ökade volymen av antalet forskarutbildade inom dessa områden. Särskilt de mindre företagen söker personer som har mycket specifik kompetens och som direkt kan bidra till företagets verksamhet.

Många bedömare menar att det i Sverige finns en brist på personer med kompetens och erfarenhet när det gäller internationell affärsutveckling inom detta område. Det är särskilt få som har kunskap om detta när det gäller mindre bolags affärsutveckling.

### **7.3 Den svenska industrins position och potential**

För stora delar av industrin har den konsolideringstrend som följt med globaliseringen inneburit att många tidigare svenska företag nu är multinationella och att deras förankring i Sverige därmed minskat. Sannolikheten för att dessa företag gör sina forsknings- och utvecklingsinvesteringar samt förlägger sina produktionsanläggningar i Sverige ökar om man kraftsamlar så att de svenska forskningsmiljöerna förstärks och de ekonomiska incitamenten för sådana investeringar blir mer konkurrenskraftiga.

Det är svårt att finna internationellt jämförbara data när det gäller bioteknikindustrins omfattning och struktur. I de flesta rapporter där sådana försök gjorts hävdar sig den svenska industrin bra. Detta särskilt när det gäller antalet företag där Sverige hamnar på en fjärdeplats i Europa och en niondeplats i världen. I detta avsnitt beskrivs den svenska industrin idag och förväntningar inför framtiden.

---

<sup>32</sup> I bioteknik inkluderas här: biofarmaci; biokemi (naturvetenskap); biokemi (odont); biokemi och klinisk kemi; biologisk beroendeforskning; biomaterial bioteknik; cell- och molekylärbiologi (odont); cell- och molekylärbiologi (naturvetenskap); cellbiologi; cellbiologi och genomforskning; farmaceutisk biokemi; farmaceutisk farmakologi; farmaceutisk mikrobiologi; fytokemi inklusive alger och industribioråvaror; genetisk forskning; immunologi; infektionssjukdomar; mikrobiologi; mikrobiologi och immunologi; molekylär biofysik; onkologi; oral mikrobiologi; organismbiologi; övrig biologi

Industrin inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik beskrivs i bilagan ”Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik”<sup>33</sup>. Studien visar att industrin består av ca 800 företag med sin kärnkompetens inom dessa områden. Drygt 40 000 personer är anställda<sup>34</sup> i företagen (se Figur 7-2). I denna siffra är inte konsulter och underleverantörer som inte har sin kärnkompetens inom dessa områden inkluderade. Det kan handla om företag inom mjukvaruutveckling, elektronik, design, patentjurister, riskkapital m.m. Om man inkluderar även de som sysselsätts indirekt av industrin handlar det sannolikt om minst dubbelt så många personer, d.v.s. ungefär 100 000 personer.

Bollarnas volym i Figur 7-2 motsvarar antalet anställda, färgerna vilket ämnesområde företaget eller företagsenheten verkar inom, och den vertikala axeln om det är forsknings-, produktions- eller säljbolag eller enheter. Företag med fler än 500 anställda har delats upp i sådana enheter. I bilaga finns även en jämförande bild som visar industristrukturen i Köpenhamn.

I jämförelse med Danmark har Sverige betydligt färre mellanstora och stora företag men ett större antal små företag. Antalet anställda i de delar av industrin som jämförts är ungefär lika många i de två länderna. Danmark har en mycket stark industri och liksom Sverige, en tradition av företagande med koppling till biovetenskap. Det är framförallt denna sektor och livsmedelsindustrin som är Danmarks styrkeområden. Flera av de mogna, större danska företagen som finns med i studien ägs av stiftelser vilket gör det svårare att sälja ut, delar av, eller hela verksamheten. En intressant omständighet är dessutom att flera av de större företagen driver en egen inkubatorverksamhet och många av de medelstora företagen är just avknoppningar från de större.

Mer än 15 000 av de drygt 40 000 anställda i Sverige finns inom produktion vilket visar att företagen inom detta område förutom att skapa många högkvalificerade forskararbetstillfällen även bidrar till den breda sysselsättningen.

Den regionala fördelningen av de anställda syns i fördelningen av företagen längs den horisontella axeln. Få företag finns utanför regioner med universitet och högskolor med stark biovetenskaplig forskning. Närmare 60 procent av de anställda finns i Stockholm-Uppsala-regionen och övriga starka regioner är Skåne och Västsverige runt Göteborg. Runt Umeå

---

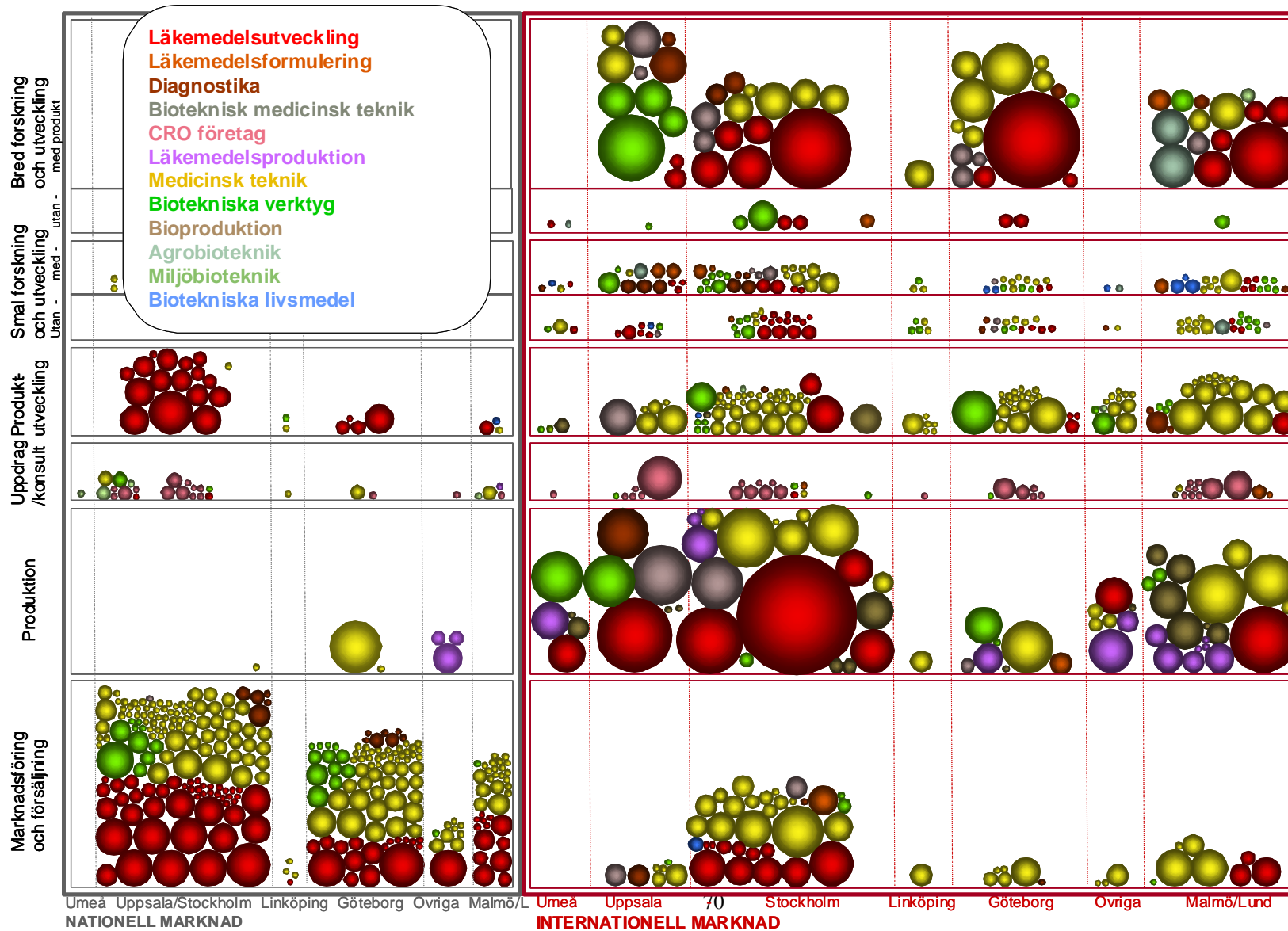
<sup>33</sup> Bilaga 1: Dolk T. & Sandström A., ”Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik” (kan beställas via VINNOVAs hemsida, [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)) 2004

<sup>34</sup> Antalet direkt anställda är omvandlat till antal heltidsårsverken vilket innebär att det egentliga antalet anställda egentligen är ca 20-30 procent högre, d.v.s. ungefär 50000.

universitet och i Linköping finns även en framväxande industristruktur även om den ännu inte är så omfattande. De olika regionerna har olika profil och styrkeområden och i varje region finns olika initiativ för att stimulera en positiv utveckling av industrin. Vi återkommer till regionala initiativ och de olika regionernas särart i kapitel 10.

Figur 7-1 Företagskluster profil inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik

## KLUSTERPROFIL Bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik

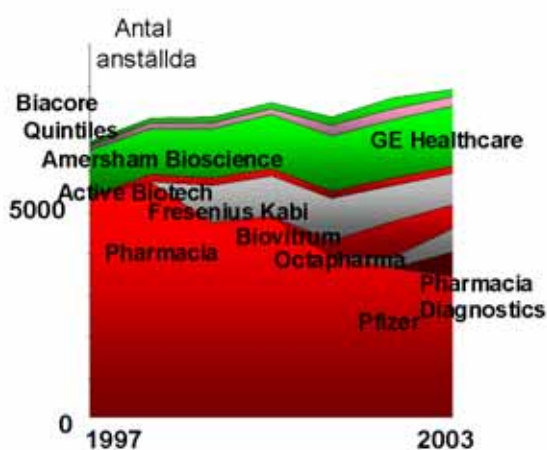




I bilaga 1 beskrivs även att företagen inom bioteknik och läkemedel (216 företag med 22 400 anställda)<sup>35</sup> har haft en kontinuerlig tillväxt av antalet anställda mellan 1997 och 2003. Den totala ökningen var 31 procent eller 5300 nya jobb<sup>36</sup>, vilket motsvarar en årlig tillväxt på knappt 5 procent. Företagen med verksamhet inom forskning, utveckling och eller produktion<sup>37</sup> inom medicinsk teknik, har minskat antalet anställda med knappt 100 personer mellan 1998 och 2003 men om man inkluderar marknadsbolagen inom det området så har antalet anställda ökat med drygt 900 personer.

Inom läkemedel och bioteknik har tillväxten av antalet anställda varit knappt 5,5 procent per år i AstraZeneca, 3,0 procent per år i Pharmaciasfären och 6,2 procent per år för övriga bioteknikföretag (se Figur 7-3 och Figur 7-4). Det tidigare Pharmacias verksamhet har sedan 1995 sålts till olika ägare och består nu av 9 olika företag. Under perioden 1997 - 2003 har den totala verksamheten ändå vuxit med totalt 19 procent när det gäller antal anställda.

**Figur 7-3 Antal anställda i Pharmaciasfären, 1997 - 2003**



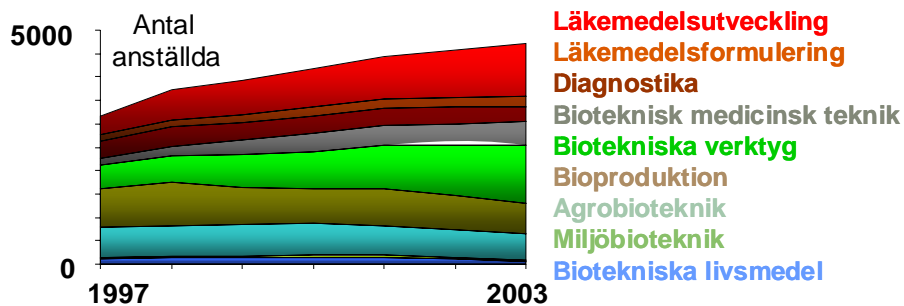
Bioteknikföretagen utanför AstraZeneca och Pharmaciasfären visar den största procentuella tillväxten av antalet anställda mellan 1997 och 2003. Antalet anställda har ökat med 1300 anställda under perioden. Den största tillväxten både när det gäller antal företag och antal anställda har skett inom läkemedel och biotekniska verktyg. Studien tydliggör det stora antalet små forskningsintensiva bolag varav många inte ännu har produkter på marknaden.

<sup>35</sup> Exklusive företag inom enbart marknadsföring och försäljning

<sup>36</sup> Heltidsårsverken, det totala antalet arbetstillfällen är ca 20-30 % större.

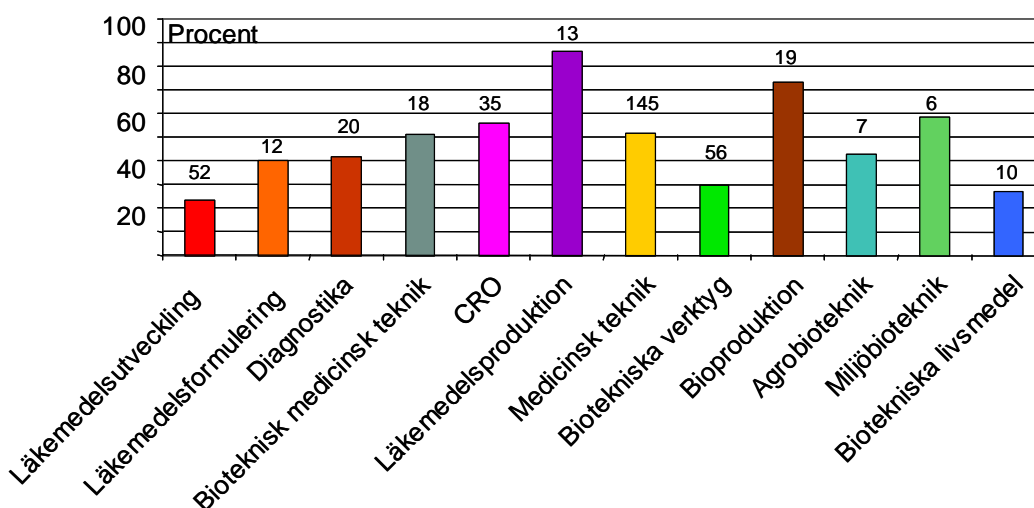
<sup>37</sup> Exklusive företag inom enbart marknadsföring och försäljning

**Figur 7-4 Antal anställda i bioteknikföretagen utanför AstraZeneca och Pharmaciasfären, 1997 - 2003**



Många av de bioteknikföretag som ingår i studien i bilaga 1 är relativt unga bolag. De långa utvecklingstiderna och de höga kostnaderna för forskning och utveckling innebär att många av dessa är riskkapitalberoende under en relativt lång period. Detta återspeglas i att andelen företag med positivt rörelseresultat är låg för företagen med mindre än 500 anställda (Figur 7-5). Lägst andel med positivt resultat har de företag som utvecklar nya läkemedel, innovativa livsmedel eller verktyg för biovetenskaplig forskning, utveckling och produktion. Samtidigt kan man följa hur dessa företag bygger värden i sina projekt. Inom läkemedelsutveckling ökar antalet företag med läkemedelskandidater i klinisk prövning, främst Fas I och Fas II men ett fåtal projekt har även nått Fas III. Dessutom har flera av företagen inom innovativa livsmedel och verktyg för biovetenskaplig forskning och utveckling, antingen själva eller genom samarbete med andra företag nått ut på marknaden med nya produkter under de senaste åren.

**Figur 7.5 Genomsnittlig andel av företag med högst 500 anställda med positivt rörelseresultat efter finansiella poster per ämnesområde, 2000-2003\***



\* Endast företag med < 500 anst. Företag med endast marknadsföring och försäljning är inte inkluderade. Antal inkluderade företag i varje ämnesområde anges ovanför staplarna.

Under 2001-2003 hade många företag svårt att skaffa riskkapital. Det finns tecken på att det börjar bli lättare för företagen att finna riskkapital. Tidningen Ny Teknik redovisade under våren 2005 information om riskkapital till branschen. Hittills i år har sju riskkapitalinvesteringar på mer än tio miljoner kronor i onoterade bolag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik offentliggjorts. Det sammanlagda värdet var 383 miljoner kronor. Det vill säga mer än de 370 miljoner som satsades inom samma område under hela förra året och betydligt mer än företagen inom IT fick under samma period.

På medellång sikt avgörs tillväxten av redan framgångsrika företag och då särskilt AstraZeneca. Den framtida tillväxten för företagen inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik beror på om villkoren och förutsättningarna för företagen kommer att förbättras och om forskningsbasen stärks. En särskilt viktig förutsättning för de små och medelstora bolagen är tillgången till finansiering. Utvecklingen beror även på hur effektiv och professionell infrastrukturen för kommersialisering kring universitet och högskola blir. Detta påverkar huruvida nya livskraftiga bolag kommer att bildas och växa. För de idag små företagen kommer vi sannolikt under de närmaste åren att se en viss konsolidering. Sverige har goda förutsättningar att producera nya världsledande produkter och det är rimligt att förvänta sig några succéer under den närmaste tioårsperioden som kan ge stora ekonomiska effekter. För att sektorn ska uppnå en viss kritisk massa krävs att de små och medelstora företagen utvecklas affärsmässigt och växer.

Biovetenskaplig forskning är redan avgörande för utveckling av läkemedel, diagnostika, viss medicinsk teknik och andra produkter med koppling till hälso- och sjukvård, inklusive verktyg för biovetenskaplig forskning. På längre sikt kommer bioteknik att få stor betydelse för andra svenska traditionella näringar som livsmedels-, skogs- och kemiindustrin. Utvecklingen har i dessa kommit längst inom livsmedelsområdet men kan redan på 5-10 år sikt även få genomslag i utvecklingen av högförädlade produkter inom massa- och pappersindustrin.

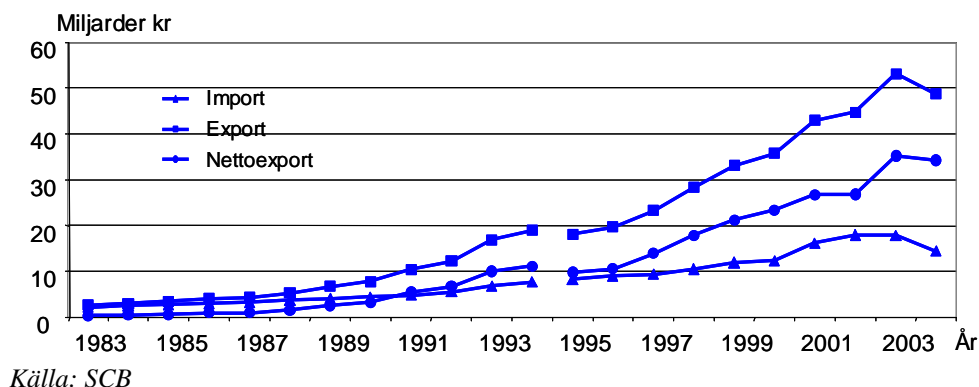
I Sverige svarade exporten för ca 43 procent av BNP år 2004 och denna andel har ökat sedan 1990 då exporten motsvarade ca 30 procent av BNP. I internationell jämförelse är Sverige därmed ett mycket exportberoende land. Den största delen av intäkterna kommer från t.ex. skog, läkemedel och Telecom. Av dessa branscher har exporten från telekomsektorn och läkemedelssektorn med höga förädlingsvärden vuxit kraftigt under 1990-talet.

### **Läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik**

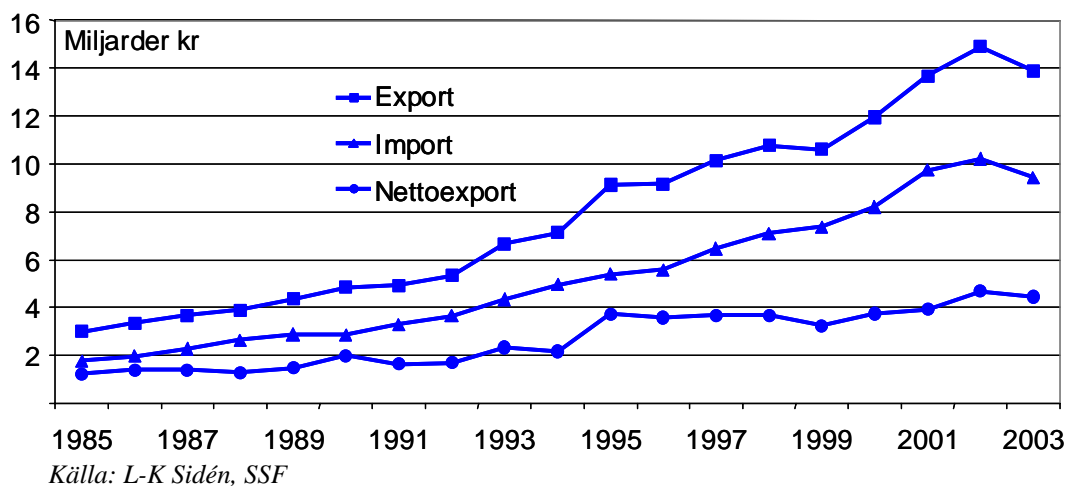
Läkemedels- och diagnostikindustrin utgör ett framgångsrikt exempel på framväxten av kunskapsintensiv industri i Sverige. Nettoexporten av

läkemedel<sup>38</sup> har under perioden 1983-2004 vuxit från ca 0,4 till 35 miljarder SEK (se Figur 7-6)! Det är en anmärkningsvärd utveckling som det inte finns motsvarighet till för någon annan produktgrupp. Läkemedel<sup>39</sup> motsvarar idag ca 20 procent av Sveriges totala nettoexport och medicinsk teknik<sup>40</sup> drygt 2 procent. I Figur 7-7 ses utvecklingen för medicinsk teknik mellan 1985 och 2004.

**Figur 7-6 Sveriges utrikeshandel med läkemedel, 1983-2004 (löpande priser)**



**Figur 7-7 Sveriges utrikeshandel med medicinsk teknisk utrustning, 1983-2004 (löpande priser)**



Svenska små och medelstora bioteknikföretag har för närvarande totalt 29 produkter i klinisk prövning och 32 projekt i sen pre-klinisk prövning, enligt

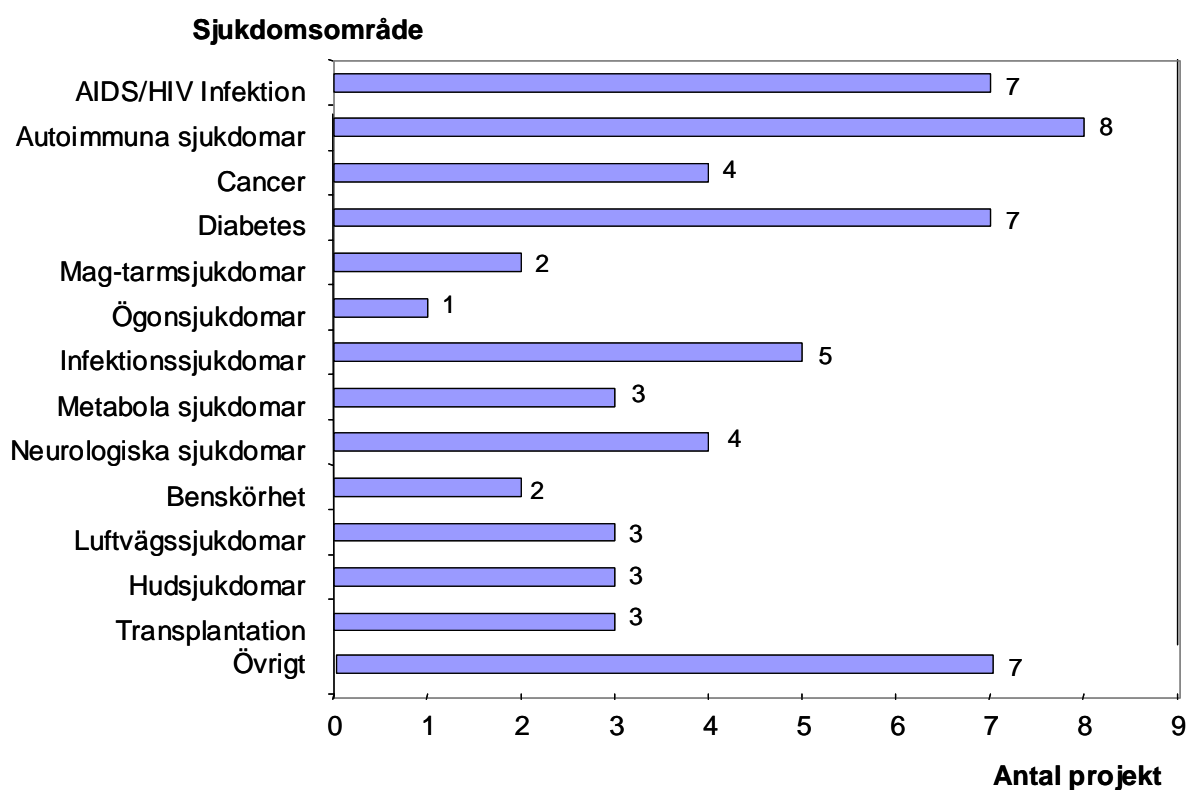
<sup>38</sup> Källa: SCB, Produktkategori 54, medicinska o farmaceutiska produkter, enligt SITCrev3

<sup>39</sup> Källa: SCB, Produktkategorier: 24.41 farmaceutiska basprodukter och 24.42 läkemedel; andra farmaceutiska produkter, enligt Produkt-SNI97

<sup>40</sup> Produktkategori: 33.10 medicinsk, kirurgisk och ortopedisk utrustning

branschorganisationen SwedenBIO.<sup>41</sup> I Figur 7-8 redovisas vilka sjukdomsområden dessa projekt omfattar.<sup>42</sup> Flera av företagen har även betydande licensintäkter enligt SwedenBIO.

**Figur 7-8 Antal läkemedelskandidater utvecklade i svenska bioteknikbolag (ej AstraZeneca) i sena pre-kliniska forskningsfaser eller i klinisk prövning för olika sjukdomsområden**



Källa: SwedenBIO

Bioteknikens betydelse ökar även inom det medicinsk-tekniska området. Sverige har redan relativt stora företag som utvecklar och tillverkar biomaterial, med Nobel Biocare och AstraTech som två av de ledande företagen. Dessa och andra biomaterialföretag använder idag biovetenskap/bioteknik främst i sin forskning. Ett nytt område är regenerativ medicin som är ett intressant tillväxtområde för biomaterialindustrin. Även inom den mer apparatinriktade medicinsk-tekniska industrin erbjuder bioteknik stora möjligheter för ny utveckling. Ett exempel är företaget Gambro inom njursjukvård och blodkomponentteknik som under 2005 startat ett projekt inom cellbaserade terapier för att med hjälp av stamceller

<sup>41</sup> Bilaga 1. Pipeline analysis of Swedish Biotech Industry. SwedenBIO Stockholm Februari 2005

<sup>42</sup> Två av de totalt 61 projekten finns inte med i sammanställningen nedan då företagen inte ville ange sjukdomsområde

återställa njurens funktion. I ett första steg investerar Gambro cirka 100 miljoner kronor i forskning under en treårsperiod.

Den svenska marknaden är liten för de globala läkemedelsbolagen. Svenska företag som utvecklar läkemedel menar att den svenska hemmamarknaden trots detta är viktig. Det framhålls att försäljningen på ett företags hemmamarknad är en viktig faktor när andra länder gör bedömningar om olika läkemedel. En stor marknadsandel på hemmamarknaden bidrar till att förbättra företagets konkurrenssituation. Läkemedelsindustrin framhåller att om originalläkemedlen ersätts med andra företags kopior efter att patentskyddet gått ut, så missgynnas de företag som till en hög kostnad och med lång utvecklingstid tagit fram originalläkemedlen.

### *AstraZeneca*

AstraZeneca står för mer än en fjärdedel av de anställda i Sveriges industri inom bioteknik, läkemedel och medicinskt teknik. Företaget är en global läkemedelskoncern med huvudkontor i England men har behållit huvudkontoret för forskning och utveckling i Sverige. Av AstraZenecas totala FoU-investeringar hamnar 36 procent i Sverige, nära 10 miljarder kr/år. Detta trots att endast ca 1,5 procent av AstraZenecas totala intäkter från försäljning genereras på den svenska marknaden. Sedan samgåendet med Zeneca 1998 har AstraZeneca investerat 17,7 miljarder i Sverige och ökat antalet sysselsatta med 3500, till ca 13000 totalt 2004. Den årliga ökningen av antalet anställda har varit 5,5 procent mellan 1997 och 2003. Ökningen har främst skett i Södertälje och Mölndal medan företaget i Lund har minskat antalet anställda något. De flesta nya jobben har genererats inom forskning och utveckling och nästan lika många arbetstillfällen har tillkommit inom produktion. I Södertälje har AstraZeneca världens största tablettfabrik. AstraZeneca genererar även stora exportintäkter och 2004 var bruttoexporten 39 miljarder kr. Licensintäkterna utöver bruttoexporten till Sverige var då 8 miljarder kr. AstraZenecas bidrag till den totala svenska nettoexporten 2004 motsvarar ungefär 16 procent. AstraZeneca har för närvarande ca 55 projekt i kliniska prövningar varav knappt hälften i sena kliniska faser, enligt SwedenBIO.

### **Biotekniska verktyg**

Sverige har sedan länge en internationellt konkurrenskraftig industri inom produkter för biovetenskaplig forskning, utveckling och produktion. Bland företagen kan nämnas GE Healthcare (tidigare Amersham Biosciences, företaget har sitt ursprung i Pharmacia) och Biacore samt de yngre företagen Biotage och Gyros. Den svenska delen av GE Healthcare är en av de världsledande leverantörerna av denna typ av produkter. Även Biacore, som är en avknoppning från Pharmacia, har utvecklat en framgångsrik unik

metod för analys av biomolekylära interaktioner. Under slutet av 1990-talet etablerades många nya företag med innovativa produkter. Flera av de yngre företagen har relativt nyligt kommit ut på den internationella marknaden med sina produkter och det är för tidigt att avgöra vilken framgång de kommer att nå på längre sikt. Många av de uppslag som leder till nya produkter genereras av akademiska forskningsmiljöer och mångvetenskapligt arbete är en nyckelfaktor för detta område som behöver förstärkas.

Ett svenskt företag som framgångsrikt har satsat på att inrikta sig mot bioteknik- och läkemedelsindustrin är Pharmadule Emtunga som tillverkar nyckelfärdiga fabriker och laboratorier i moduler. Tidigare riktade det företaget sig främst mot gas- och oljeindustrin.

### **Livsmedel**

I alla industrier som arbetar med biologiska råvaror förväntas biotekniken komma att utnyttjas i växande grad. Kvalitet och säkerhet är profilområden för svensk livsmedelsnäring och den biovetenskapliga forskningen kan t.ex. bidra med ny kunskap om sambandet mellan kost och hälsa samt metoder för analys av livsmedelskvalitet.

I Sverige drivs utvecklingen främst framåt av små innovativa företag som blir en brygga mellan den senaste vetenskapliga utvecklingen och den mogna industrin. Det gäller här att ett fruktbart samarbete mellan akademi, bioteknikbolag och livsmedelsindustri uppstår för att en positiv utveckling ska komma till stånd. Det gäller även att produkterna som utvecklas blir attraktiva för en tillräckligt stor konsumentgrupp för att kunna bära de investeringar i forskning och utveckling som produkterna innebär. Idag finns några få bioteknikbolag (t.ex. Probi och Biogaia) inom detta område och några enstaka mogna företag har varit aktiva kunder och samarbetspartners i denna utveckling (t.ex. Skånemejerier och Karlshamn). Ett svenskt styrkeområde när det gäller livsmedel med hälsomervärden är probiotisk forskning, d.v.s. kunskap om naturligt förekommande bakterier som är bra för mag- och tarmfloran. Ett annat svenskt styrkeområde är forskningen om metabola sjukdomar. Sverige har också möjlighet att bygga vidare på ett gott renommé när det gäller livsmedelssäkerhet och att ta fram nya tekniska lösningar för spårbarhet i livsmedelskedjan.

Teknikutvecklingen baseras även i livsmedelsindustrin ofta på tvärvetenskapliga ansatser som kombinerar livsmedelsutveckling med medicinsk forskning, nutrition, nya förpackningar och material, mikroteknik och sensorer.

## **Agrobioteknik**

Det finns en stor potential för utveckling av bättre råvaror från genmodifierade (GM) växter i jord- och skogsbruket. Råvaror med specifika egenskaper som kan användas i många industrigrenar där växternas form och funktion skräddarsys till mer effektiva och produktiva system kan komma att utvecklas. Ett högre förädlingsvärde kan då ge grund för tillväxt. Skogsindustrin i Sverige driver inte på en utveckling inom GM skog. När det gäller en ökad användning av bioteknik för skogsindustriella ändamål finns innovativ forskning i Sverige med koppling till kommersiell verksamhet i företaget SweTree Technologies AB. Inom jordbruksprodukter för andra ändamål än livsmedel finns Plant Science Sweden AB, dotterbolag till Svalöf Weibull och tyska BASF. Utveckling av kommersiella tillämpningar inom GM växtsorter i Sverige och i Europa beror i stor utsträckning på hur den allmänna opinionen kommer att se ut samt hur det regulatoriska ramverket utvecklas och implementeras.

När det gäller GM grödor är det i Sverige jordbruksverket som beslutar om tillstånd för fältförsök. Det första beslutet om kommersiell odling av en GM gröda utvecklad i Sverige har tagits och det svenska beslutet ska nu prövas på EU-nivå.

Det finns även ett fåtal små företag i Sverige inom biologiska bekämpningsmedel där naturligt förekommande mikroorganismer används. Dessa produkter minskar användningen av kemiska bekämpningsmedel. De visar ännu så länge på svag tillväxt och har stark konkurrens från den etablerade kemiindustrin.

## **Industriell bioteknik**

Hela skogsindustrisektorn bidrar till ungefär en hälften av Sveriges nettoexportvärde, vilket motsvarar drygt 80 miljarder kronor.<sup>43</sup> För att Sverige ska kunna konkurrera när det gäller var de numera globala företagen som förädlar vår skogsråvara ska placera sin forsknings- och utvecklingsinvesteringar samt förlägga sina produktionsanläggningar behövs satsningar för att bygga vidare på den kompetens som finns inom industri och akademi/institut. Förutsättningarna för den etablerade industrin att ta del av den biovetenskapliga forskningen i större utsträckning än idag kan förbättras. Satsningar på tillämpad forskning och på att stimulera samarbetet mellan akademi och industri är särskilt viktigt. Industrins forskning inom bioteknik är idag marginell i jämförelse med den inom t.ex. läkemedelsindustrin där bioteknik redan har fått ett stort genomslag. I

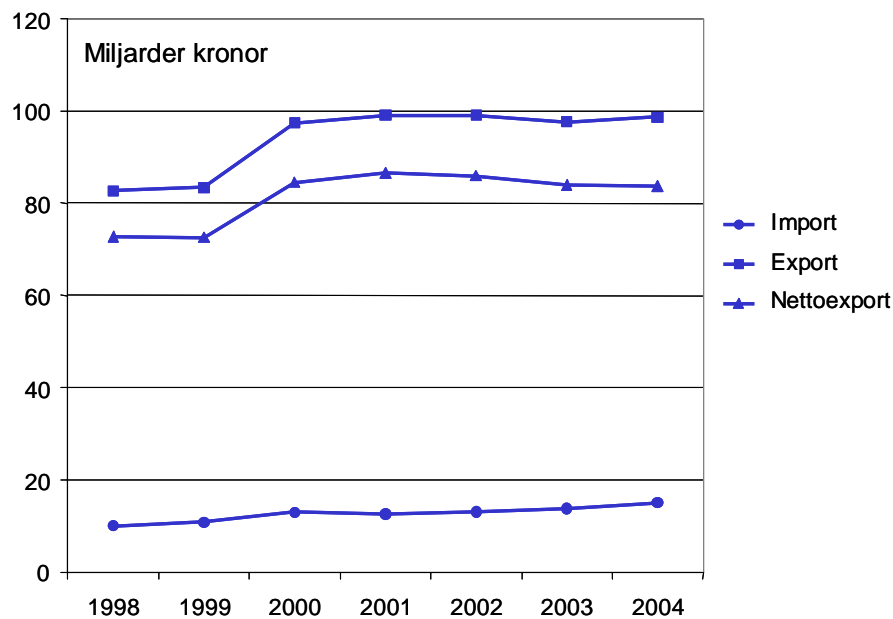
---

<sup>43</sup> Inkluderade produktkategorier är: 20.10 trä: sågat, hyvlat eller impregnerat, 20.20 fanér, spånskivor och andra träbaserade skivor, 21.11 massa, 21.12 papper och papp, 21.21 wellpapp, pappers- och pappförpackningar, 21.23 skrivpapper, kuvert o d



avsnitt 5.2 beskrevs en del av den utveckling som förutsätter biovetenskaplig forskning och som skogsindustrisektorn i Sverige förutser.

**Figur 7-9 Sveriges utrikeshandel med trä, pappersmassa, papper samt wellpapp- och pappersförpackningar, år 1998-2004**



Området industriell bioteknik eller vit bioteknik förväntas öka i Sverige. Ett intressant företag i Danmark är Novozymes som specialiserat sig på produktion av enzymer. Novozymes verksamhet omfattar forskning, utveckling och produktion av mikroorganismer och enzymer för många olika områden som miljö, livsmedel, läkemedel och agrobioteknik. I Sverige väntas ökade satsningar när det gäller att använda bioteknik för etanolframställning. När det gäller biobränslen finns det i dag en svensk anläggning som ger 50 kiloton etanol från 130 kiloton vete. I en svensk pilotanläggning i Domsjö utanför Örnsköldsvik bryts cellulosa ner till socker för vidare jäsnings till etanol. Anläggningen kan användas både för svagsyrahydrolys och för enzymatisk framställning. I Örnsköldsvik planeras en satsning på industriell bioteknik, speciellt med inriktning på skogsindustrins behov. Inom livsmedels- och foderområdet vill företagen i Sverige satsa på produktkvalitet, produktsäkerhet och miljövänlig produktion. Detta ställer krav på de prestationskemikalier och tillsatser som kan användas.

Myndighetskrav och lagstiftning kan skynda på processen att ersätta fossila råvaror med biomassa. Sverige har tillgång till råvaror men stora investeringar krävs för denna utveckling. Delfinansiering av investeringar med offentliga medel eller myndighetskrav är två sätt att accelerera utvecklingen inom industriell bioteknik. I förädling av förnyelsebara råvaror konkurrerar biotekniken med kemiska metoder som också hela tiden förbättras i produktivitet såväl som miljöprestanda.

Biofarmaceutisk uppskalning och tillverkning innebär användning av industriell bioteknik. Det är det delområde av industriell bioteknik som hittills kommit längst i Sverige. Sverige var bland de första länderna i världen där genmodifierade bakterier användes för läkemedelstillverkning. Storskalig produktion sker idag t.ex. vid Pfizer i Strängnäs. Exempel på läkemedel som produceras med biotekniska metoder är Insulin för diabetiker och Faktor VIII och IX för behandling av blödarsjuka. Mer än 20 biotekniskt producerade läkemedel fanns 2002 på svenska apotek.

Forskningsbasen för bioteknik i kemikalieproduktion i Sverige utgörs av en stark position inom genteknik (mikroorganismer och växter), enzymteknik och bioprosessteknik. Starka produktområden är läkemedelsintermediat, separationskemikalier, papperskemikalier, ytaktiva ämnen, polyoler, funktionella livsmedel, lipider och bindemedel i färger.

### **Miljöbioteknik**

Bioteknik har förutsättningar att på en rad olika sätt bidra till ökad miljö kvalitet. Miljömätning, marksanering och utveckling och produktion av nya material baserade på förnyelsebara råvaror från skogs- eller jordbruk är exempel på detta. Biotekniska metoder kan också komma att ersätta traditionell processteknik inom livsmedels-, skogs- respektive organisk kemisk industri vilket beskrivits ovan. Det är idag svårt att avgöra i vilken utsträckning och hur snabbt detta kan komma att ske. Forskning pågår även för att öka användningen av biologiska processer i avfallshantering.

### **Andra tillämpningar**

Det är idag svårt att förutse vilket genomslag kunskapen om biologiska system kommer att få i branscher som idag inte alls associeras med biovetenskap. Internationellt har såväl bilindustrin som elektronikindustrin börjat använda biologiskt nedbrytbara plaster tillverkade med biotekniska metoder ur förnyelsebara råvaror. Förr eller senare kan en liknande utveckling förväntas i svensk verkstadsindustri. Det finns även potential för utveckling som sammanlänkar konstruktion av robotar, kognitions- vetenskap, hjärnforskning och biomekanik samt att i artificiella system söka efterlikna biologiska system. Detta beskrivs tydligare i kapitel 5.

Ett generellt intryck är att en mindre del av industrin i Sverige hittills intresserat sig för att utforska biotekniken som förnyelsemöjlighet än vad som är fallet i flera andra länder. Mycket talar för att den fokusering på kunskapsuppbyggnad inom biovetenskaperna som idag sker internationellt och i Sverige på ett par decenniers sikt kommer att medföra att bioteknik i vid mening blir viktigt för stora delar av svensk industri. Grunden för en bredare industriell användning av bioteknik behöver påbörjas redan nu, även om de ekonomiska effekterna av denna för Sverige ligger längre fram än tio år.

## **7.4 Åtgärdsförslag**

### **7.4.1 Behov av investeringar i excellent forskning och grundutbildning**

I dialogen kring strategin har näringslivet kraftigt understrukt att en stark forskningsbas och samarbetet mellan denna och industrin är bland de absolut viktigaste förutsättningarna för tillväxt inom detta område. Sverige ligger idag mycket långt fram när det gäller ett flertal områden som lyfts fram i denna rapport och det finns därför en stor potential för framtida forskning, produktutveckling och produktion i Sverige. Detta kräver när det gäller forskningen en fokusering på excellens kombinerad med nytta.

#### **FÖRSLAG:**

Förslag som gäller detta finns i kapitel 8.

### **7.4.2 Skatteincitament för FoU-investeringar**

För de flesta bioteknikföretag som idag visar vinst tog det många år innan förlust vändes till vinst. Reformen som skapar incitament för investeringar i FoU skulle i forskningsintensiva företag direkt kunna omvandlas i fler högkvalificerade forskararbetstillfällen.

I de flesta av de länder som den svenska biotekniska industrin konkurrerar med finns incitament för investeringar i företags FoU som idag inte finns i Sverige. Det är oerhört viktigt att villkoren för industrin i Sverige är konkurrenskraftiga. Om man vill attrahera forskningsintensiv industri till Sverige och stimulera ytterligare investeringar i FoU i den idag etablerade forskningsintensiva industrin så att företagen stannar och växer i landet, bör dessa villkor ses över. Trenden bland länder med stark bioteknikindustri som de svenska företagen konkurrerar med, är att allt fler inför skattesystem som gynnar investeringar i privat FoU och att länder som redan har sådana system gör villkoren mer generösa.

Syften med incitament för investeringar i företags FoU är att:

- stimulera etablerade företag att investera mer i FoU
- underlätta för nya innovativa företag att växa
- locka forskningsintensiva företag till landet och/eller få dem att stanna

Utformningen av dessa stöd ser olika ut i olika länder, vilket beskrivs i bilaga 6 ”PM - Skatteincitament för FoU-investeringar”. Generellt kan de olika modellerna, som också ofta kombineras i ett land, delas in i tre grupper. Incitament genom *avdragsmöjligheter*, *skattekrediter* eller *utökade incitament* för företag som inte har vinst att beskatta. Det är viktigt att en ny reform som skapar starkare incitament för FoU-investeringar även omfattar denna kategori företag som inte ännu visar vinst. Det är av yttersta vikt för företagets konkurrenskraft att incitament för FoU-investeringar införs i Sverige så snart som möjligt.

#### **FÖRSLAG:**

En snabbutredning tillsätts för att utforma en reform som skapar starkare incitament för investeringar i FoU, i första hand i små och medelstora företag. Det är av yttersta vikt att en sådan utredning inkluderar kompetens från alla forskningsintensiva industrier i Sverige. Det är dessutom viktigt att företagen utan vinst omfattas av reformen.

[Regeringen tillsätter utredningen]

#### **7.4.3 Förenkling och förbättring av expertskattesystemet**

I många länder har expertskattelättnader blivit ett allt viktigare instrument i syfte att förbättra möjligheten för särskilt små och medelstora företag att rekrytera rätt kompetens och därmed förbättra deras konkurrenskraft. Att kunna rekrytera utländsk kompetens är viktigt dels om kompetensen helt saknas i Sverige, men även beroende på att vi genom experterna kan ta del av erfarenheter från starka utvecklingsmiljöer i utlandet. Att få in kompetens med erfarenhet från t.ex. bioteknikindustrin i USA eller Storbritannien har en vitaliserande effekt i ett litet företag som verkar i den internationella miljön. Detta hjälper företaget att stärka sin konkurrenskraft.

Skatteincitament bidrar till att göra det möjligt för bioteknikbolagen att ge dessa experter ett anställningserbjudande som är konkurrenskraftigt så att företagen både kan attrahera och behålla ledande internationell kompetens. Denna typ av skatteinstrument bidrar till att öka den internationella konkurrenskraften vilket stimulerar investeringar i Sverige.

Regelverket för det svenska expertskattesystemet och handläggningen av ärendena bör förbättras. Exempelvis bör ansökningstiden förlängas för att ge mindre bolag en bättre chans att ansöka om expertbeskattning. Även regelverket kring vilka personer som kan omfattas av systemet bör vidgas. I

Danmark har man t.ex. ett system där beviskravet kring expertens unika kompetens är nedtonat genom att de i princip låter den lönenivå som experten erhåller indikera att personen har unik kompetens. Idag ses det svenska systemet som opraktiskt, tidskrävande och byråkratiskt av de små och medelstora företagen. Förändringarna som föreslås nedan skulle leda till att fler bolag, och då framförallt fler små och medelstora företag, får ökade möjligheter att ta del av de fördelar som expertskattesystemet innebär vilket förbättrar deras förutsättningar för tillväxt.

#### **FÖRSLAG:**

- Öka ansökningstiden för expertskatt från 3 månader till ett år efter att den sökande anlänt till Sverige
- Vidga personbegreppet för ”nyckelperson” till att även innefatta experter inom patent, affärsutveckling, juridik, kliniska prövningar som är viktiga kompetenser för bioteknikföretags framgång
- Förläng tiden för expertskatt från 3 till 5 år för att behålla kompetens längre tid i landet.
- Förenkla handläggningen genom att införa en lönegräns enligt dansk modell, i stället för en nämndprövning.
- Utveckla informationen på forskningsskattenämndens hemsida med färdiga mallar för ansökan

[Regeringen/Forskarskattenämnden]

#### **7.4.4 Långsiktigt ägande**

På kort och medellång sikt är tillväxten i den svenska biotekniska industrin beroende av vad som sker med de företag som är etablerade i landet. Den biotekniska industrin karakteriseras av mycket långa utvecklingstider från idé till marknad, höga kostnader och stora risker och därmed krav på stor uthållighet hos investerarna. Av detta skäl kommer ägarförhållandena att vara avgörande för utvecklingsmöjligheterna av bioteknisk industri i Sverige.

I Sverige finns idag många mycket små, relativt unga, lovande bolag som har svårt att finna expensionskapital. De flesta av dessa måste finna riskvilligt kapital vid flera tillfällen allteftersom projekten fortskrider. Marknadsintroduktion och försäljning samt senare delar i produktutvecklingen kostar ofta mer än de tidiga projektutvecklingsstegen. För företag som utvecklar läkemedel genererar projekten betydligt mer intäkter om de kan nå längre i de kliniska prövningssteg som de ska gå igenom innan de säljs eller licensieras ut. De kliniska prövningarna kostar betydligt mer i senare faser än i de tidiga faserna. Även efter att ett företag

nått ut på marknaden, antingen i form av en produkt eller i form av ett inkomstbringande samarbetsavtal med ett större företag, dröjer det ofta ytterligare ett antal år innan företaget visar vinst.

Under 2000-talet har nationella och internationella riskkapitalbolag satsat ca 10 miljarder kr för att utveckla svenska bioteknikbolag. Att förbättra villkoren för företagen är även nödvändigt för att fortsätta att attrahera det nödvändiga riskkapital som de nystartade företagen behöver. Detta kapital är lätttröligt och kan söka sig till andra länder där förutsättningarna för bioteknikbolagen är bättre. Det är idag svårt för bioteknikbolag att komma in på den svenska börsen. Det finns flera exempel på lovande svenska bolag som sålts till utländska ägare som sedan lagt ner den svenska verksamheten. Det finns även flera exempel på utländska investeringar som inneburit fortsatta satsningar i Sverige. Det utländska kapitalet behövs och åtgärder för att attrahera det är viktiga men det vore även positivt om fler projekt kunde drivas vidare i svensk regi och med svenska investerare.

En del av en lösning skulle kunna vara om en liten del av pensionspengarna kunde avsättas för långsiktiga investeringar i svenska högteknologiska små och medelstora företag. Dessa investeringar innebär en hög risk men samtidigt ger möjlighet till en stor utdelning i de fall då satsningen lyckas. En annan möjlighet som diskuteras och som kan bidra till en ökad tillgång till expansionskapital är att kommersiella aktörer startar en ny högteknologisk börs på nordisk eller EU nivå som en motsvarighet till NASDAQ i USA.

#### **FÖRSLAG:**

En möjlighet är att liten del av pensionspengarna i AP-fonderna, 0,25 procent, utnyttjas i en särskild fond för långsiktiga investeringar. Fonden avser investeringar i svenska högteknologiska forskningsintensiva små och medelstora företag inom olika områden där sannolikt bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik blir en stor del.

[Regeringen]

#### **7.4.5 Biovetenskaplig FoU-samverkan mellan akademi och industri**

Inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik ligger den grundläggande biovetenskapliga forskningen mycket nära de applikationer som utvecklas. Det är därför viktigt med ett gott samarbete mellan akademi och industri för att generera och utveckla idéer som ligger till grund för företagets tillväxt. Samarbetet bidrar också till att öka kompetensen vid universitet och högskolor om hur projekt drivs i industrin samt till att bibehålla den forskningsintensiva industrins kunskap om den senaste vetenskapliga utvecklingen.

Tillväxten av bioteknikindustrin i Sverige under det närmaste decenniet beror i allt väsentligt på framgången för de företag som redan finns i landet. En nyckelfråga för många av dessa företag är hur framgångsrikt de kan bedriva sin FoU-verksamhet. Stimulans och stöd till samarbeten mellan företag och universitet i Sverige är ett medel som staten kan utnyttja för att stärka företagens utvecklings- och konkurrenskraft.

VINNOVA har som en av sina huvuduppgifter att stimulera denna typ av samarbete. Detta sker i olika former.

VINN Excellence Center (den nya generationens kompetenscentrum), är ett långsiktigt samarbete mellan universitet/högskolor och företag. Lärosätet är värd för centrumet och till detta är ett nätverk av företag kopplat. Genom företagens medverkan inriktas forskningen på problemställningar som är både relevanta för industrin och vetenskapligt utmanande och resultaten kommer till nytta i näringslivet. Nya VINN Excellence Center utlysningar äger rum under 2005-2006. VINNOVA räknar med att 25 nya centrum ska etableras och en del av dessa kommer samtidigt att vara inom bioteknikområdet.

Andra program för forskning, utveckling och demonstration (FUD) tar hänsyn till branschspecifika villkor. Programformen FUD kan innebära pre-kommersiellt forskningssamarbete mellan ett eller ett fåtal företag och en eller flera akademiska miljöer. Det kan även innebära en satsning för samverkan mellan ett företag och en svensk excellent forskningsmiljö. Genom denna insatsform finansierar VINNOVA idag projekt inom områdena läkemedel och diagnostik, innovativa livsmedel och gröna material från förnyelsebara råvaror. Satsningen omfattar ca 50 mkr/år och kräver medfinansiering från medverkande företag.

VINNOVA planerar även att starta ett generellt program för FoU-bidrag till små- och medelstora företag efter modell från USA (SBIR<sup>26</sup>-programmet). En stor del av projekten som kommer att finansieras av SBIR-programmet kommer rimligen att finnas inom bioteknikföretag.

Inom ramen för de resursförstärkningar som föreslagits i den forskningspolitiska propositionen bedömer VINNOVA att år 2008 kunna satsa cirka 220 Mkr på forskningssamarbete mellan bioteknikföretag och universitet/högskola i de former som nämnts ovan. Ett utökat stöd till denna typ av FoU samarbete bedöms kunna ge mycket påtagliga effekter på tillväxten på tio års sikt förutsatt att det fokuserar på FoU med anknytning till de kompetens- och produktområden där svenska företag redan är verksamma. Satsningen kan involvera såväl grupper av företag som enskilda företag inom områden som t.ex. läkemedel, diagnostik, medicinsk teknik, innovativa livsmedel, biotekniska verktyg, bioprocesser och e-hälsa.

## **FÖRSLAG:**

Ett utökat stöd till affärsutvecklande forskningssamarbete mellan bioteknikföretag och universitet/högskola inom områden som t.ex. läkemedel, diagnostik, medicinsk teknik, innovativa livsmedel, biotekniska verktyg, bioprocesser och e-hälsa.

[200 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

### **7.4.6 Nationellt system för utveckling inom läkemedel, diagnostik och medicinsk teknik**

#### **Förbättra villkoren för klinisk forskning och infrastruktur för kliniska prövningar**

Sverige har historiskt utmärkt sig genom nära och fruktbar samverkan mellan grundläggande biologisk forskning och klinisk forskning. Patientregister, biobanker m.m. har vidare givit särskilt goda förutsättningar för klinisk och epidemiologisk forskning och för kliniska prövningar. Den mycket positiva inställning som svensken i gemen har till att medverka i kliniska försök och som grundar sig på ett stort förtroende för sjukvården är en annan viktig faktor. Dessa förhållanden bedöms fortfarande utgöra styrkefaktorer för medicinsk forskning i Sverige men de behöver vårdas och vidareutvecklas för att även i framtiden ge påtagliga konkurrensfördelar.

Det råder en allmän uppfattning att kopplingen mellan preklinisk och klinisk forskning under senare tid försvagats. En indikation är, exempelvis, att idag endast en mycket liten andel av de forskarstuderande i prekliniska ämnen har läkarexamen. Forskningserfarenhet ses dessutom inte längre som lika viktig för meritering till överläkartjänster.

Erfarenheten är att dagens produktionsinriktade sjukvård inte förmår släppa till resurser för klinisk prövning, även om klinikerna ofta får full ekonomisk ersättning från läkemedelsföretagen. Det finns exempel på när landsting själva tagit initiativ och inrättat kliniska forskningscentra för fas I/II-prövningar eller nätverk för fas II/IV-prövningar i primärvården. Bland annat har Östergötlands läns landsting grundat Berzelius Research Center. Region Skåne bygger just nu ett centrum i Malmö för kontraktforskning med den nationella och globala läkemedelsindustrin som kunder.

Internationellt sker idag stora och systematiska satsningar på så kallad ”translational research”, det vill säga forskning för att kombinera resultat från grundläggande biovetenskaplig forskning med klinisk forskning och verksamhet. Det är viktigt att även Sverige hittar lämpliga vägar att aktivt involvera prekliniska forskare i klinisk forskning. Meriteringskraven för överläkartjänster vid universitetssjukhusen kan behöva ses över och ge större vikt för forskningserfarenhet.



Högkvalitativ klinisk forskning är en förutsättning för att Sverige skall vara attraktivt för kliniska prövningar av läkemedel och annan medicinsk behandling. En lång rad andra faktorer påverkar emellertid också förutsättningarna för kliniska prövningar. Harmonisering av IT-system i sjukvården, lagstiftning kring uppbyggnad och utnyttjande av biobanker, organisation för ledning och genomförande av kliniska prövningar är några exempel. Inom dessa och andra områden finns stort utrymme för förbättringar. Stockholm Bioregion har i en ansökan till VINNOVAs VINNVÄXT-program presenterat ett förslag till hur infrastrukturen för klinisk forskning skulle kunna stärkas i Stockholmsregionen. Motsvarande behov finns även i andra regioner.

En lösning av dessa frågor har hög prioritet. Det behövs åtgärder som gör att sjukvårdshuvudmännen stimuleras och premieras klinisk forskning. I forskningspolitiska propositionen har regeringen angivit som sin avsikt ”att tillsätta en utredning med uppgift att utreda den kliniska forskningens situation med beaktande av såväl hälso- och sjukvårdens som forskningens behov och villkor. Utredningen skall beakta såväl forskningens kvalitet som organisatoriska och finansiella aspekter.”

#### **FÖRSLAG:**

- 1) Regeringen har i forskningspolitiska propositionen uttalat som sin avsikt att tillsätta en utredning med uppgift att utreda den kliniska forskningen. I denna utredning bör förutsättningarna för kliniska prövningar och kopplingen mellan klinisk forskning och industrin inkluderas. Även faktorer som påverkar förutsättningarna för klinisk forskning, inklusive koppling till preklinisk forskning, och kliniska prövningar bör tas upp såsom harmonisering av IT-system i sjukvården, uppbyggnad och utnyttjande av biobanker, organisation för ledning och genomförande av kliniska prövningar.<sup>a</sup>

Forskningspolitiska propositionens förslag innebär ökade anslag till medicinsk forskning vilket sannolikt kommer att förstärka resurserna för klinisk forskning. Det är viktigt att Landstingen stimuleras och premieras klinisk forskning samt kliniska prövningar<sup>b</sup>.

[Föreslagen aktör: Regeringen<sup>a</sup>, Landstingen och de medicinska fakulteterna i samverkan<sup>b</sup>]

- 2) Ett nationellt system för kliniska prövningar bör etableras. Som ett första steg föreslås Vetenskapsrådet i samverkan med Landstingen och de medicinska fakulteterna etablera regionala centra för prövningsverksamhet. I första hand behövs en organisation av nätverkskaraktär med kompetenser kring klinisk medicinsk

prövning, marknadsföring och viss affärsjuridik. Det är även viktigt att läkemedelsföretagens synpunkter tas tillvara.

[25 Mkr/år, föreslagen aktör: Vetenskapsrådet i samverkan med Landstingen och de medicinska fakulteterna]

### **Infrastruktur för bioteknisk produktion kopplat till kliniska prövningar**

Delfinansiering av investeringar i bioprocessanläggningar med offentliga medel är ett sätt att accelerera utvecklingen inom området bioproduktion i Sverige. Man skulle på detta sätt erbjuda en infrastruktur medan den operativa driften av verksamheten skulle ske på kommersiell bas. De kontraktstillverkare som idag är aktiva har bristande möjlighet att bedriva processutveckling till en kostnad som små bolag har råd att klara av. Dessutom väljer kontraktstillverkare ofta att prioritera större företagskunder till nackdel för mindre utvecklingsbolag. Genomförandet kan ske på flera olika sätt enligt förebilder från andra länder. Irland och England arbetar med nationella centra för bioprocess och bioproduktion. National Biomanufacturing Centre i England erbjuder förutom infrastruktur för biomedicinsk utveckling även en fond på £ 3 miljoner för att underlätta mindre företags köp av tjänster vid centrat genom delfinansiering. En annan modell är att kombinera satsningen med utbildnings- och utvecklingscentra.

#### **FÖRSLAG:**

Utred industrins faktiska behov och beräknade kostnader för en initial statlig investering i den infrastruktur/apparatur som behövs för att stödja de små läkemedelsföretagens behov av kvalitetssäkrad GMP-produktion. Detta avser möjligheten att skala upp produktionen från laboratorieskala av biotekniskt producerade substanser till volymer som räcker för att t.ex. utföra kliniska prövningar i tidig fas. Verksamheten ska efter den initiala statliga investeringen i infrastruktur/apparatur bedrivas på kommersiella grunder.

[2 Mkr för en utredning, föreslagen aktör: VINNOVA i samverkan med relevanta aktörer] Avsnitt 7.4.6

### **7.4.7 Bioteknisk förnyelse i svenska basnäringar**

Den enskilda näringsgren som bidrar mest till den svenska nettoexporten är skogsindustrin. Inom denna och andra industrier som t.ex. kemisk industri, livsmedels- och verkstadsindustrin liksom när det gäller energiförsörjning finns en stor potential för tillväxt genom ökad användning biovetenskaplig forskning och biotekniska tillämpningar. Förnyelse i dessa industrier kommer sannolikt att ske genom en kombination av bioteknik med andra teknikområden, d.v.s. genom tvärvetenskapliga ansatser snarare än ensidig fokusering på bioteknik.

### **FÖRSLAG:**

Inrätta ett program för bioteknisk utveckling i industrier som inte har en stark tradition av att utnyttja bioteknik, t.ex. inom livsmedels-, skogsindustrin och kemisk industri. Genom att forskare och industri inom dessa områden ges möjlighet att följa och interagera med den internationella utvecklingen samt genom att ge ett stöd till explorativ FoU (i mindre skala) kan ett underlag för mer strategiska satsningar för svensk industri skapas.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

### **Behov av infrastruktur för bioprocessutveckling inom svenska basnäringar**

Ett statligt stöd kan behövas för att stimulera användning av biotekniska processer inom kemi-, livsmedels- och skogsindustrin. Ett sådant stöd kan leda till att en mer miljövänlig processutveckling tidigare än annars kan komma till stånd och nya produkter baserade på förnyelsebara råvaror utvecklas. Medlen behövs för att prova uppskalning innan stora investeringar i storskalig produktion sker.

### **FÖRSLAG:**

Utred industrins faktiska behov av stöd för uppskalning av biotekniska processer inför storskalig produktion. I detta inkluderas de beräknade kostnaderna och formerna för ett eventuellt statligt stöd till företag, gemensamt i industriella konsortier. Produktionen handlar om biotekniskt producerade substanser för industriella ändamål inom kemi-, livsmedels- eller skogsindustrin.

[2 Mkr för en utredning, föreslagen aktör: VINNOVA i samverkan med relevanta aktörer]

### **7.4.8 Affärs- och ledarskapsutveckling i nystartade företag**

I arbetet med strategin har det påpekats ett behov av stärkt kompetens hos ledningen i en del av de unga bioteknikföretagen. Det finns en brist på kunskap om hur marknaden ser ut för de produkter man utvecklar och de framtida kundernas krav och behov i en del av de mindre bioteknikbolagen.

## **FÖRSLAG:**

Innovationsbron organiserar i samarbete med relevanta aktörer såsom inkubatorerna och SwedenBIO affärs- och ledarskapsutveckling för nystartade företag.

[2 Mkr/år, föreslagen aktör: Innovationsbron]

### **7.4.9 Ett nationellt bioteknikråd - för strategi, handlingskraft och beredskap**

Processen med att arbeta fram den nationella innovations- och forskningsstrategin för området bioteknik har varit mycket fruktbar. Den har lett till en ökad dialog mellan olika aktörer kring framtidsvisionen för detta område och de strategiska beslut som krävs. För att följa upp implementeringen av strategin vore det önskvärt att en samordningsgrupp mellan olika departement, myndigheter, branschen och andra bioteknikaktörer knyts till den fortsatta processen. Gruppen kan vara ett forum för dialog mellan departement och bioteknikaktörer när det gäller viktiga strategiska frågor.

Industrin inom detta område präglas av stor dynamik globalt. Ett exempel är asiatiska företag som vill etablera sig på den europeiska marknaden och därför ser sig om efter attraktiva länder att investera i, antingen genom att köpa upp verksamhet eller genom att förlägga nya enheter i Europa. Stora affärer som involverar svenska verksamheter har skett de senaste åren, t.ex. Pfizers köp av Pharmacia Corporation och därpå följande avyttringar av svenska affärsenheter inom bolaget till utländska aktörer, General Electric Inc. köp av Amersham Biosciences och Pfizers kommande beslut om var en investering i bioproduktion ska förläggas.

Det krävs när det gäller utländska uppköp, investeringar och eventuell utflytt, en kontinuerlig beredskap för sådana händelser. På den politiska nivån är det mycket viktigt att man fortsätter att kraftfullt marknadsföra Sverige som ett attraktivt land för investeringar inom biovetenskaper, Life Sciences. Det handlar också om att beslutsfattare håller sig uppdaterade om vilka komponenter i innovationsklimatet som är viktigast för de företag som redan finns etablerade i landet så att man kan stimulera fortsatta investeringar och minska risken för utflytt av verksamhet.

## **FÖRSLAG:**

För att fördjupa dialogen mellan regering, industri, akademi, fackförbund och relevanta myndigheter föreslås att ett bioteknikråd med företrädare från dessa aktörer inrättas. Rådet arbetar aktivt med genomförandet av strategin vilket ger förutsättningar för ett snabbt svenskt agerande då möjligheter och hot uppkommer inom bioteknikområdet.

[Regeringen tar initiativ till att bilda bioteknikrådet]

### **7.4.10 Program för analyser av det svenska biotekniska innovationssystemet i ett internationellt sammanhang**

Det finns idag många myndigheter och andra aktörer som utför analyser och tar fram underlag för egna eller andra aktörers strategiutveckling. Dessa studier kompletterar ofta varandra men det finns även ett visst överlapp. Det skulle bidra till ett mer effektivt resursutnyttjande om det fanns en större samordning av de studier som utförs. Genom detta uppnås en mer gemensam syn på hur olika aktörers och beslutsfattares initiativ kan komplettera varandra och leda till ett effektivare innovationssystem. Programmet omfattar studier som behandlar olika delar av det biotekniska innovationssystemets utveckling i ett internationellt sammanhang. Detta inkluderar en kontinuerlig uppföljning av utvecklingen avseende nyetablering och expansion av industrin samt att följa utvecklingen inom olika forskningsområden i ett internationellt perspektiv. I analysarbetet ingår även att följa och revidera denna strategis mål. Underlag som tas fram kan sedan vidareförädlas i rapporter och presentationsmaterial för olika organisationers specifika behov. Det kan t.ex. gälla:

- Marknadsföring av Sverige internationellt inom detta område
- Underlag till finansiärer och beslutsfattare för prioriteringar och formuleringar av satsningar och initiativ
- Information till allmänheten, media m.m.

## **FÖRSLAG:**

- 1) VINNOVA samlar aktörer som brukar analysera utvecklingen inom detta område för att gemensamt utforma en process för att samordna studier inom området. Här ingår även framåtsyftande utvärderingar av tidigare satsningar och framsynsaktiviteter. Inom ramen för arbetet med denna strategi har VINNOVA i samverkan med bland andra SwedenBIO, svenska bioregioner, AMV och Vetenskapsrådet initierat denna typ av analyser.
- 2) Anslå medel för ett analysprogram för att utveckla nätverken nationellt, men framförallt internationellt, för att uppnå ett bättre

resursutnyttjande genom bättre nätverk och samarbete. Eventuellt skulle ett program med utlysningförfarande kunna kopplas till initiativet. Programmet skulle ha som syfte att uppnå fördjupade analyser av Sveriges förutsättningar att erbjuda en utvecklingskraftig innovationsmiljö inom bioteknik som kan attrahera internationellt rörliga kunskapsintensiva stora och små företag samt kapital. Detta genomförs i samverkan mellan olika aktörer (branschorganisationer, regioner, universitet, myndigheter, m.fl.), med stort inslag av inhämtning av kunskap genom direktkontakt med aktörer i andra länder.

[5 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

#### **7.4.11 Beställarkompetens och mottagarkapacitet**

För att beslutsfattare på olika nivåer ska kunna bilda sig en uppfattning om olika frågor krävs att de får ta del av ett bra underlag. Det måste även finnas en mottagarkompetens som kan ta till sig, tolka och ställa vidare frågor när underlaget finns på plats. Det är därför viktigt att det på tjänstemannanivå på myndigheter och departement finns en tillräckligt stor kunskap om området som underlaget ska behandla för att kunna hitta, utforma eller beställa och upphandla ett relevant underlag. För ett område som bioteknik, som har identifierats som ett framtida tillväxtområde, borde det innebära att man inom relevanta myndigheter och departement stärker sin kompetens inom detta område. Inom de flesta relevanta organisationerna finns redan denna kompetens men det är viktigt för de olika aktörerna i innovationssystemet att se över detta. Det innebär att alla de organisationer som kan pekas ut ha en roll när det gäller att främja tillväxt inom bioteknik bör ha specialistkompetens inom området.

## 8 Forskningsbasens internationella konkurrenskraft

Kapitlet behandlar situationen för biovetenskaplig forskning i Sverige mot bakgrund av de förändringar som i snabb takt sker internationellt. Sveriges position ifråga vetenskaplig publicering jämförs med andra länder. Orsakerna till den akuta resursbrist som idag upplevs på forskargruppnivå diskuteras. Effekterna för den biovetenskapliga forskningen av förslagen i den nyligen framlagda forskningspolitiska propositionen belyses. Ytterligare åtgärder som inte bedöms täckas av propositionen föreslås.

### 8.1 En stark forskningsbas är en förutsättning för biotekniska innovationer

Bioteknikområdet är unikt i den starka koppling som råder mellan vetenskaplig forskning och innovativ verksamhet i företagen. De renodlade moderna bioteknikföretagen som först började etableras i USA under 1970-talet har nästan genomgående etablerats i nära samverkan med toppforskare, varav flera nobelpristagare. De mycket stora forskningsavtal som många läkemedelsföretag har ingått med akademiska forskargrupper har få motsvarigheter i andra industrier.

Den biotekniska industrins unikt starka forskningskoppling illustreras av att läkemedelsindustrin i Sverige 2003 ensam svarade för 30 procent av alla forskarutbildade i företagets FoU. För kvinnliga forskarutbildade var andelen hela 44 procent. Inkluderas även unga bioteknikföretag blir andelen ännu större. Medan 4-6 procent av FoU-arbetet i teleprodukt- och transportmedelsindustrin utförs av forskarutbildade är motsvarande andel för läkemedelsindustrin 25 procent.

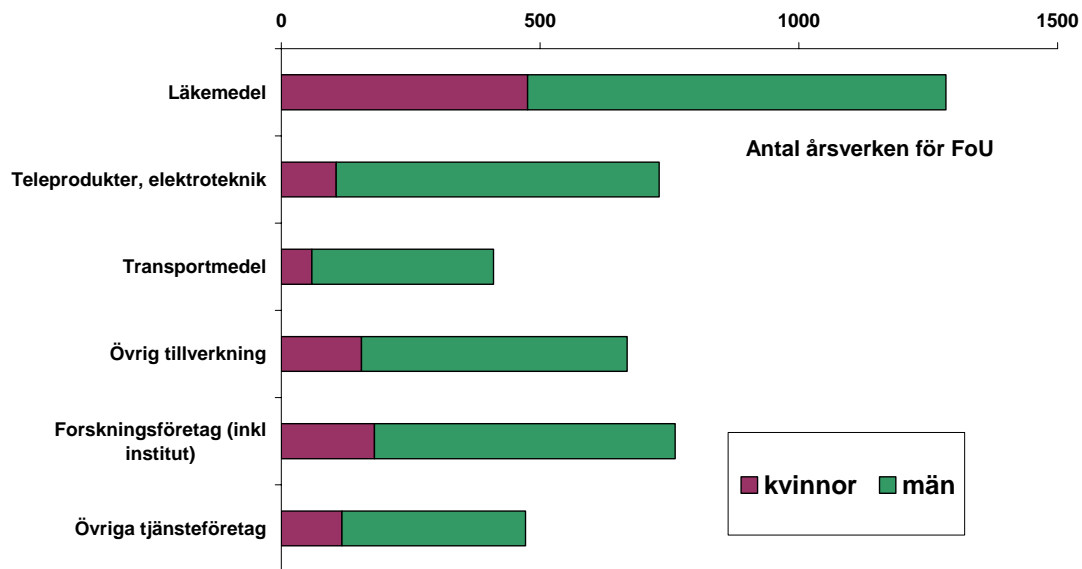
En stark och internationellt konkurrenskraftig forskningsbas i landet är en grundläggande förutsättning för en fortsatt expansion av industrin med koppling till biovetenskap i Sverige. Universitetssjukhusen är också en viktig del av forskningssystemet och även forskningsresurser i vissa företag kan fylla rollen av infrastruktur för andra företag.

Betydelsen av en stark inhemsk forskningsbas ligger bland annat i att den fyller följande funktioner:

- Högkvalitativ forskning inom biovetenskaper utgör en viktig källa till idéer och teknologi kring vilka ny affärsverksamhet i befintliga eller nystartade företag kan byggas upp

- Högkvalitativ egen forskning är en nödvändig inträdesbiljett till internationella forskarnätverk, vilka ger tidig och effektiv tillgång till den kunskap och de forskningsresurser som byggs upp runt om i världen
- Forskargrupper i Sverige representerar en rekryteringskälla för företag i Sverige
- Företag inom bioteknikområdet lokaliserar företrädesvis sina forskningsenheter till orter med framstående akademisk forskning

**Figur 8-1 Forskarutbildade i företagens FoU i Sverige 2003**



*Källa: Forskning och utveckling inom företagssektorn 2003, UF 14 SM 0401, SCB, 2004*

Det bör understrykas att samspelet mellan forskning och företag sker parallellt över olika avstånd, från lokalt till globalt. Företag i Sverige är beroende av att utnyttja relevant kunskap oavsett var den genereras. Omvänt har forskargrupper i Sverige anledning att utveckla kontakter med såväl inhemska som utländska företag. I varje enskilt fall är det därför svårt, för att inte säga omöjligt, att förutse var i geografien företag och forskningsgrupper finner lämpliga samarbetspartners. Däremot är det knappast någon tvekan om att starkare forskningsmiljöer i Sverige ökar sannolikheten att företag som redan finns i landet väljer att vidareutveckla sin verksamhet här och att utländska företag finner det mer attraktivt att investera i forskning i Sverige genom samarbeten med svenska forskargrupper eller genom etablering av egna forskningsenheter. När det



gäller etableringen av nya företag baserade på idéer som föds i forskningsmiljö är det vanligt att etableringen sker i närheten av forskningsmiljön.

Det är angeläget att forskningsbasen i Sverige uppfattas som tillfredsställande av de företag som redan bedriver FoU i Sverige så att dessa är beredda att vidareutveckla och expandera sin FoU i Sverige. Sverige måste även kunna hävda sig i den globala konkurrens som idag råder mellan olika orter och regioner om företagens FoU-investeringar. Forskningsbasen i Sverige måste vara tillräckligt stark för att motivera ett flertal utländska företag att investera i forskningsverksamhet i Sverige, i egen regi eller i samverkan med svenska forskargrupper. Detta är avgörande också för att de företag som redan finns i landet även långsiktigt skall fortsätta att lägga en väsentlig del av sina FoU-investeringar i landet. Om Sverige inte skulle förmå att attrahera utländska företags FoU-satsningar framstår det som oundvikligt att såväl forskningsbasens konkurrenskraft som industrins utvecklingskraft bägge kommer att försvagas i en ond cirkel.

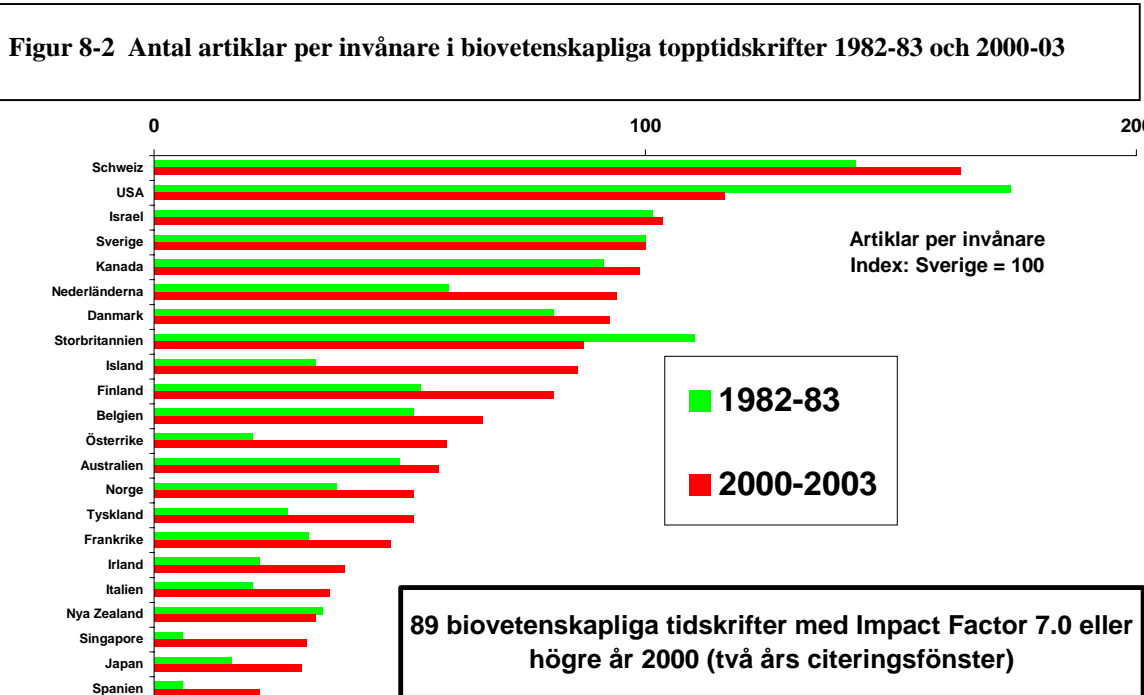
Liknande resonemang kan föras även för andra industrier än den biotekniska. För ingen annan industri är dock forskningsbasen av tillnärmelsevis samma betydelse som för den industri som bygger på biovetenskaplig forskning. Det faktum att biovetenskaperna dessutom representerar den mest konkurrenskraftiga delen av det svenska forskningssystemet gör att frågan om Sveriges möjlighet att utveckla den biotekniska industrin får särskild betydelse. Den blir en test på om Sverige överhuvudtaget har förmåga att utveckla vetenskapsbaserad industri till en viktig del av den svenska ekonomin. Läkemedelsindustrin har under de senaste 25 åren utvecklats mycket framgångsrikt i Sverige. Idag är emellertid konkurrensbilden en helt annan och framgångarna hittills är ingen garanti för en fortsatt positiv utveckling. Inte minst måste Sverige anpassa sig till, och hävda sig i, den hårdnande konkurrens som idag råder mellan forskningsmiljöer i olika "bioregioner" runt om i världen.

## **8.2 Fortsatt framskjuten position för svensk biovetenskaplig forskning men de flesta andra länder expanderar sin forskning snabbare**

Sverige har historiskt sett haft en anmärkningsvärt stark ställning inom framför allt medicinsk och metodinriktad bioteknisk forskning. Denna har varit en viktig grund för den betydande industri som Sverige under efterkrigstiden lyckats bygga upp inom läkemedel, diagnostika, utrustning för bioteknisk forskning och tillverkning samt medicinsk teknik. I förhållande till storleken på ekonomin är Sverige fortsatt ett av de ledande länderna inom biovetenskaplig forskning. Konkurrensen har under senare år

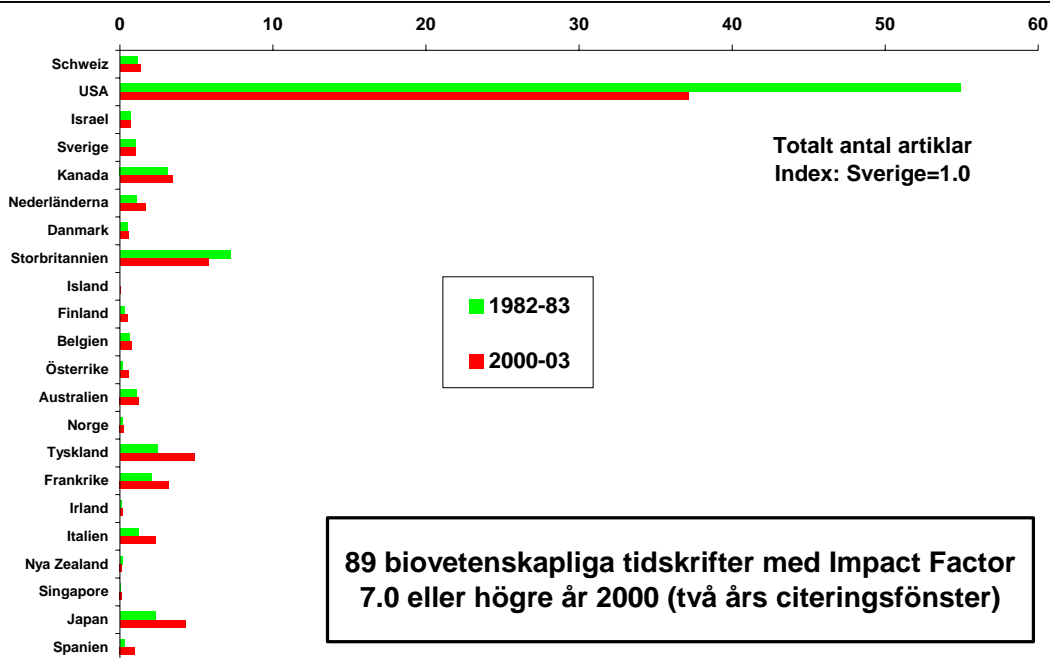
skärpts mycket påtagligt och i det svenska forskarsamhället uttrycks idag allmänt en oro över vad som upplevs som ökade svårigheter att hålla jämna steg med de främsta forskarna internationellt.

När det gäller publicering i vetenskapliga tidskrifter hävdar sig Sverige fortfarande mycket väl inom det biovetenskapliga området. Mätt i antal artiklar per invånare ligger i de flesta jämförelser Sverige bland de allra främsta.



Källa: Analys utförd av Vetenskapsrådet och VINNOVA med data från Web of Science database, Thomson Scientific Inc.

**Figur 8-3 Totalt antal artiklar i biovetenskapliga tidskrifter 1982-83 och 2000-03**



Källa: Analys utförd av Vetenskapsrådet och VINNOVA med data från Web of Science database, Thomson Scientific Inc.

I Figur 8-2 visas en jämförelse baserad på analys av 89 biovetenskapliga tidskrifter som alla har en så kallad ”Journal Impact Factor” på lägst 7.0. Impact Factor är ett sätt att rangordna tidskrifter efter hur mycket artiklarna i respektive tidskrifter i genomsnitt citeras. Forskare, särskilt inom biovetenskaperna, eftersträvar vanligtvis att publicera i tidskrifter med hög Impact Factor, som därmed ger en viss indikation på kvalitet hos en tidskrift och de artiklar som publiceras i denna. I Figur 8-2 har antalet publikationer i de utvalda tidskrifterna under perioden 2000-2003 ställts i relation till befolkningens storlek i respektive land. Med detta mått är det enbart Schweiz, USA och Israel som ligger på en högre nivå än Sverige. Ytterligare sex länder ligger på en nivå strax under den svenska: Kanada, Nederländerna, Danmark, Storbritannien, Island och Finland.

I Figur 8-2 visas även motsvarande data för en period ca 20 år tidigare. Med några viktiga undantag har de allra flesta länder avsevärt flyttat fram sina positioner jämfört med Sverige. Bland undantagen märks framför allt USA och Storbritannien. Bland de topprankade länder som knappt in på det försprång Sverige hade i början på 1980-talet, kan särskilt noteras Nederländerna och Finland.

Eftersom publicering sker med viss fördröjning i förhållande till den rapporterade forskningsverksamheten återspeglar publiceringsperioden 2000-2003 sannolikt forskning som bedrevs i slutet av 1990-talet. Förändringar kan mycket väl ha inträffat därefter.

Det kan inte nog understrykas att Sveriges framskjutna position baserar sig på relativa tal. Ser man istället till bidraget till den vetenskapliga publiceringen i absoluta tal blir naturligtvis bilden en helt annan (Figur 8-3). USA dominerar mycket kraftigt. Forskare i USA finns med som författare i 60 procent av alla artiklar i de undersökta tidskrifterna under perioden 2000-2003, vilket kan jämföras med 33 procent för författare från något av länderna i det utvidgade EU<sup>44</sup>. Tyskland och Japan som för 20 år sedan hade en total publiceringsvolym som endast var cirka en tredjedel av Storbritanniens, ligger idag endast 15 respektive 25 procent lägre och ger nu ett signifikant bidrag till den internationella publiceringen inom biovetenskaperna.

Sveriges och andra länders position varierar naturligtvis beroende på vilka tidskrifter och vilka delar av biovetenskapen som betraktas. Schweiz, Israel, USA, Kanada och Island hävdar sig relativt sett bättre i jämförelse med Sverige i tidskrifter med hög Impact Factor än i tidskrifter med lägre Impact Factor. Detta kan tolkas som att artiklar från nämnda länder genomsnittligt håller en högre kvalitet än artiklar från Sverige.

Enligt flera undersökningar har den genomsnittliga citeringsfrekvensen för biovetenskapliga artiklar från Sverige minskat i förhållande till motsvarande tal för flera jämförbara andra länder. Detta kan tolkas som att Sverige tappat mark när det gäller den genomsnittliga kvaliteten på den forskning som bedrivs i landet.

Publiceringsdata av det slag som diskuterats ovan är inget exakt mått på skillnader i forskningens volym eller kvalitet mellan länder och bör därför tolkas med försiktighet. Det finns skäl att anta att den relativa positionen för engelskspråkiga och små länder, inklusive Sverige, överskattas i jämförelse med större icke-engelskspråkiga länder. Orsakerna till den snabba tillväxt i publicering som skett i exempelvis Tyskland och Japan under de senaste tjugo åren är sannolikt en kombination av att den biovetenskapliga forskningen och kunskaperna i engelska bägge stärkts i dessa länder.

Svensk forsknings internationella konkurrenskraft avgörs av hur väl enskilda forskningsmiljöer i Sverige förmår mäta sig med motsvarande

---

<sup>44</sup> Eftersom författare från mer än ett land kan medverka i en artikel blir summan av procentsatser för olika länder eller regioner större än 100 procent. Den angivna andelen för EU har dock beräknats för EU-länderna som en grupp.

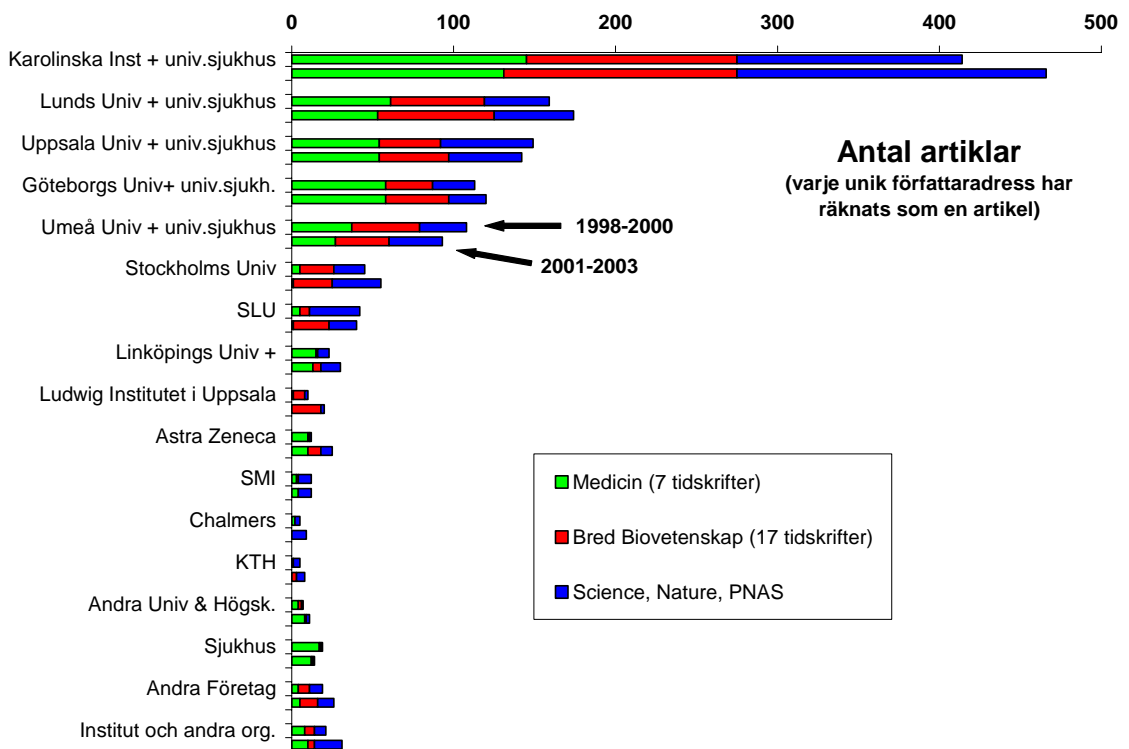
miljöer i andra länder. Beroende på sammanhang kan en miljö avse allt från en forskningsgrupp till de samlade resurserna i en sammanhängande region. När exempelvis ett läkemedelsföretag överväger lokalisering av en forskningsenhet till en viss ort, vägs normalt kvaliteten i forskningsgrupper inom utvalda områden samman med forskningsresurserna i stort på orten eller i regionen. Svenska universitet har under senare tid, särskilt inom det medicinska området, börjat analysera sin konkurrenskraft i förhållande till andra universitet inom och utom landet och härvid bland annat utnyttjat publiceringsdata.

I Figuren 8-4 och 8-5 jämförs strukturen i forskningssystemen som helhet i Sverige och Schweiz inom det biovetenskapliga området. Schweiz har valts med tanke på att det rankas högt i de flesta internationella jämförelser av vetenskaplig publicering (jfr Figur 8-2). De redovisade data bygger på en analys av publiceringen i 27 biovetenskapliga topptidskrifter. I denna jämförelse har Karolinska Institutet ca 30 procent större volym i sin publicering än vardera av de två ledande schweiziska universiteten i Zürich och Genève. De senare är emellertid nästan dubbelt så stora i publiceringsvolym som Lunds och Uppsala universitet och även Basel universitet är något större än dessa. En annan slående skillnad är att ett av de två tekniska universiteten i Schweiz, ETH i Zürich, uppvisar en mycket betydande publicering inom biovetenskaperna som är väl i nivå med den vid Göteborgs eller Umeå universitet men mångfalt större än vid KTH eller Chalmers. Det kan noteras att det andra tekniska universitetet i Schweiz, EPFL i Lausanne, är mitt uppe i en mycket stor satsning på biovetenskaper. Även i Sverige har vid de tekniska högskolorna och fakulteterna under senare år gjorts riktade satsningar på biovetenskap, men i väsentligt blygsammare skala.<sup>45</sup>

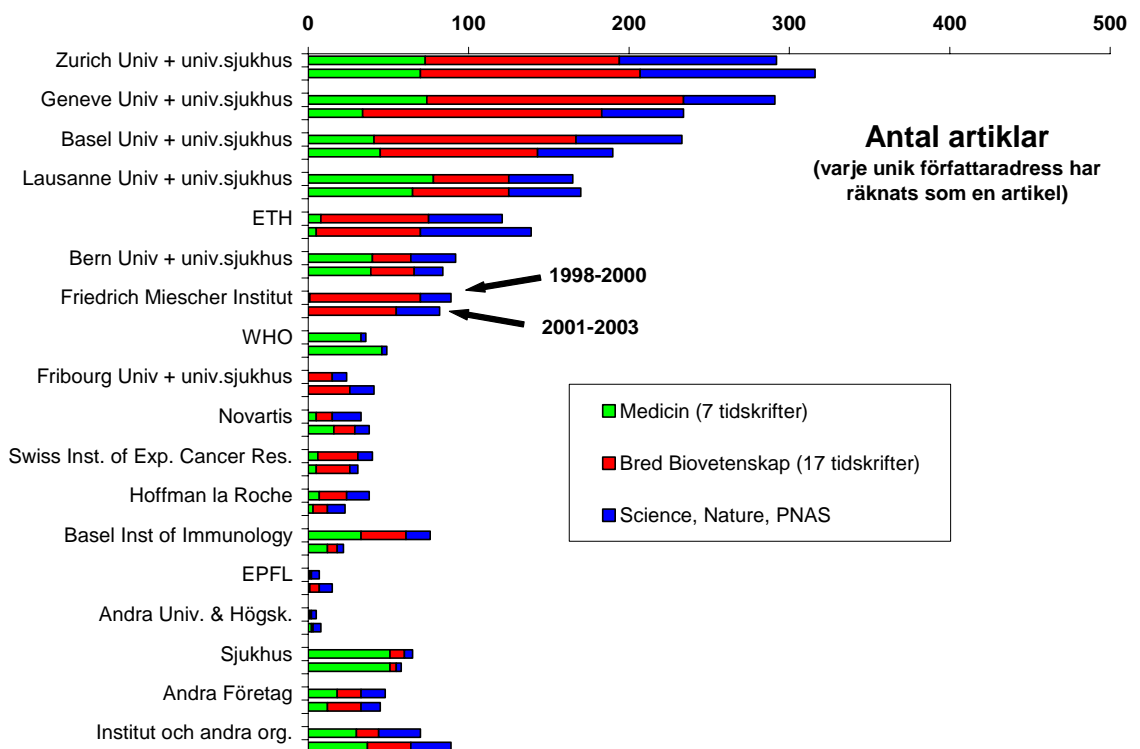
---

<sup>45</sup> Det bör påpekas att de 27 tidskrifter som analyserats, med undantag av Science och Nature, är renodlade biovetenskapliga tidskrifter. Detta innebär att den mer tvärvetenskapligt inriktade biorelaterade forskningen vid tekniska högskolor och fakulteter sannolikt i liten grad återspeglas i statistiken. Även om detta beaktas är jämförelsen mellan de svenska tekniska högskolorna och ETH slående.

**Figur 8-4 Artiklar med svenska adresser i 27 ledande biovetenskapliga tidskrifter 1998-2003**



**Figur 8-5 Artiklar med schweiziska adresser i 27 ledande biovetenskapliga tidskrifter 1998-2003**



### 8.3 Anpassning till nya villkor för biovetenskaplig forskning

Biovetenskaperna utvecklas för närvarande mycket snabbt. Till stor del hänger detta samman med att nya tekniker tagits fram i en strid ström. Nya forskningstekniker av avgörande betydelse för all biovetenskap har under de senaste decennierna utvecklats inom molekylär- och cellbiologi. Dessa tekniker har successivt blivit allt mer sofistikerade och differentierade för olika tillämpningar samtidigt som många av dem automatiserats med följd att produktiviteten i biovetenskaplig forskning ökat enormt. Arbete som för tio år sedan krävde flera år kan idag inte sällan göras på någon eller några dagar. Framväxten av en högt specialiserad industri som levererar användarvänlig utrustning, mängder av olika typer av reagenser, programvara och tjänster till biovetenskapliga forskare har också bidragit till att höja produktiviteten i forskningen.

Det mer än 10-åriga internationella samarbetsprojekt som organiserades för att kartlägga det mänskliga genomet representerade en vattendelare för biovetenskaplig forskning. Det innebar genombrottet för verkligt storskalig biologisk forskning. I dag betraktas sådan forskning som en naturlig och nödvändig del av biovetenskaperna. Bestämning av proteiners struktur med hjälp av röntgenstrålning från stora synkrotroner eller kraftfulla NMR-instrument är andra exempel på storskalig biologi. Informationsbehandling avseende data för gensekvenser eller proteinstrukturer kräver i många fall tillgång till de kraftfullaste superdatorer som kan uppbringas.

Högautomatiserade chip-baserade system för parallell analys av tiotusentals eller fler prover används redan men nya generationer av teknik, bland annat för analys av proteiner är under utveckling. Ett annat stort område där intensiv utveckling pågår är olika tekniker för ”imaging”. Ett stort behov är att kunna följa aktiviteten hos olika proteiner och andra molekyler i enskilda celler i rum och tid.

Utöver en tilltagande teknikintensitet karakteriseras den biovetenskapliga forskningen också av att den sysselsätter sig med allt mer komplexa problemställningar. I takt med att förståelsen av enskilda signalvägar i och mellan celler blivit kända har ambitionen att förstå större system ökat. För att kunna analysera mer komplexa biologiska system och deras dynamik har också behovet av att bygga kvantitativa modeller ökat. Likaså ökar behovet av att kombinera kunskap från flera olika biovetenskapliga specialistområden. Det finns idag en mycket tydlig trend i riktning mot ökad integration mellan olika biovetenskaper.

Även om kunskaperna om fundamentala biologiska processer ökar i snabb takt krävs särskilda ansträngningar för att dessa kunskaper skall få praktisk betydelse inom medicin eller andra användningsområden. Behovet att stärka

utbytet mellan grundläggande biovetenskaplig forskning och klinisk forskning uppmärksammas idag internationellt. Ofta används för detta beteckningen ”translational research”. Det bör dock understrykas att behovet av kunskapsutbyte är relevant i bägge riktningarna, bland annat för att den grundläggande biovetenskapliga forskningen skall kunna bearbeta frågeställningar av medicinsk relevans.

Den snabbt ökande förståelsen för biologiska system och processer innebär även att biologisk kunskap håller på att bli viktigt som inspirationskälla för teknikutveckling inom en rad områden. Intresset för att studera biologiska processer och system bland fysiker och ingenjörer har kraftigt ökat under senare år.

Följande är några konsekvenser av de ovan summariskt beskrivna förändringarna i villkoren för den biovetenskapliga forskningen:

- kraftigt ökande kostnader
- investeringar i, och tillgång till, storskaliga teknikplattformar har blivit en central fråga (all teknik är dock inte storskalig)
- växande roll för fysiker, kemister, tekniker, datavetare, etc. i biovetenskaplig forskning
- storleken på konkurrenskraftiga biovetenskapliga forskningsprojekt har kraftigt ökat liksom bredden i den kompetens som behövs

I många länder har dessa förändringar fått stort genomslag i agerandet hos såväl forskningsfinansiärer som forskningsutförare. Detta är särskilt påtagligt i USA. National Institutes of Health (NIH), som med en årlig budget på ca 200 miljarder kronor är den utan jämförelse största finansiären av biovetenskaplig forskning, har under det senaste decenniet sett en fördubbling av sin budget. De ökade satsningar som NIH kunnat göra har i hög grad bidragit till att driva upp takten och ändra karaktären i den biovetenskapliga forskningen såsom beskrivits ovan. Givet det stora genomslag som NIHs agerande har för hur den biovetenskapliga forskningen utvecklas är de så kallade Roadmap Initiatives som NIH beslutat av stort intresse. De definierar i hög grad den framtida miljö i vilken svenska forskargrupper måste konkurrera. Särskilt anmärkningsvärt är den stora vikt som NIH centralt och genom flera av sina institut, lägger vid att engagera forskare från icke biovetenskapliga discipliner att arbeta med biovetenskapliga frågeställningar. Bildandet av det National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering år 2000 är endast ett av många exempel. Satsningen på stora projekt som kombinerar kompetens från många olika forskningsgrupper spridda över hela USA och med förgreningar utanför USA är en annan tydlig trend.



Stora förändringar i organisationen av biovetenskaplig forskning sker samtidigt vid de amerikanska universiteten och i flera fall i form av fristående institut. Förutom de förändringar som skett inom NIH, har även privata stiftelser och donationer i detta sammanhang spelat en viktig roll. Intressanta exempel på nya forskningsorganisationer är: Department of Systems Biology vid Harvard University; Bio-X vid Stanford University; Broad Institute som etablerats gemensamt av Harvard University, MIT och Whitehead Institute; Janelia Farm Research Campus som etablerats strax utanför Washington D.C. av Howard Hughes Medical Institute; Institute for Systems Biology i Seattle etablerat av Professor Leroy Hood. Listan kan göras mycket lång.

Efter att Japan spelat en relativt undanskymd roll i det internationella "Human Genome Project" inleddes en nationell mobilisering i slutet av 1990-talet med syfte att Japan skulle spela en väsentligt mer central roll inom funktionsgenomiken och relaterade områden. Transformeringsen av The Institute for Chemical and Physical Research (RIKEN) under mindre än ett decennium till ett institut helt dominerat av biovetenskap, är det mest påtagliga resultatet av de satsningar som gjorts. Inom RIKEN återfinns bland annat Genomic Sciences Center, som byggt upp mycket stora teknikplattformar för biovetenskaplig forskning.

Storbritannien, Kanada, Australien och Nederländerna är några andra länder som gjort stora satsningar på biovetenskaplig, och då särskilt, genomforskning. Genome Canada är ett ur svensk synvinkel särskilt intressant initiativ. Även flera länder som tidigare inte har fokuserat på biovetenskap har under senare år prioriterat detta område. Singapore och Korea är två exempel.

Sverige har på det hela taget förhållit sig relativt passivt till den utveckling som skett i omvärlden. Det främsta undantaget är de särskilda, och efter svenska förhållanden mycket stora, satsningar som Knut och Alice Wallenbergs Forskningsstiftelse (KAW-Stiftelsen) gjort inom funktionsgenomik och bioinformatik samt i ett projekt, The Human Proteome Resource. Totalt uppgår dessa till ca 1,75 miljarder kronor under olika femårsperioder. Den betoning av starka forskningsmiljöer som för närvarande sker i Sverige kan delvis ses som ett försök att svara upp mot den utveckling som skett internationellt inom biovetenskaperna. Stiftelsen för Strategisk Forskning inledde 2003 en satsning på sex strategiska forskningscentra inom biovetenskap. Två av dessa centrum, ett avseende utvecklingsbiologi vid Karolinska Institutet och det andra inom utvecklingsbiologi för växter i Umeå, erhöll 70 miljoner kronor under sex år. Övriga fyra centrum erhöll 52 miljoner kronor under samma period. Universiteten har också i viss grad avsatt egna resurser för att bygga upp gemensamma experimentella resurser, s.k. "core facilities".

Svenska forskningsfinansiärer och forskningsutförare måste på ett mer explicit och samordnat sätt än hittills förhålla sig till den dramatiska förändring som för närvarande pågår internationellt när det gäller villkoren för den biovetenskapliga forskningen. Den påbörjade utvecklingen mot att skapa starka forskningsmiljöer måste fullföljas. Medvetna strategier behöver utvecklas för att skaffa god tillgång till tekniska resurser utomlands där Sverige saknar möjlighet att bygga upp konkurrenskraftiga resurser. Samtidigt måste nuvarande eller potentiella styrkefaktorer underhållas och vidareutvecklas så att de även i framtiden förblir styrkefaktorer. Ansträngningar från framstående forskare att organisera internationella projekt och bygga allianser behöver uppmuntras och stödjas. Storleken på anslagen till enskilda projekt måste bättre anpassas till utvecklingen mot alla komplexare frågeställningar. Mångvetenskapliga forskningsmiljöer i konstellationer måste bli ett starkare inslag i det svenska forskningssystemet. Fakultetsöverskridande samarbete är fortfarande besvärligt i Sverige och måste underlättas.

## **8.4 Resursbehov för konkurrenskraftig biovetenskaplig forskning i Sverige**

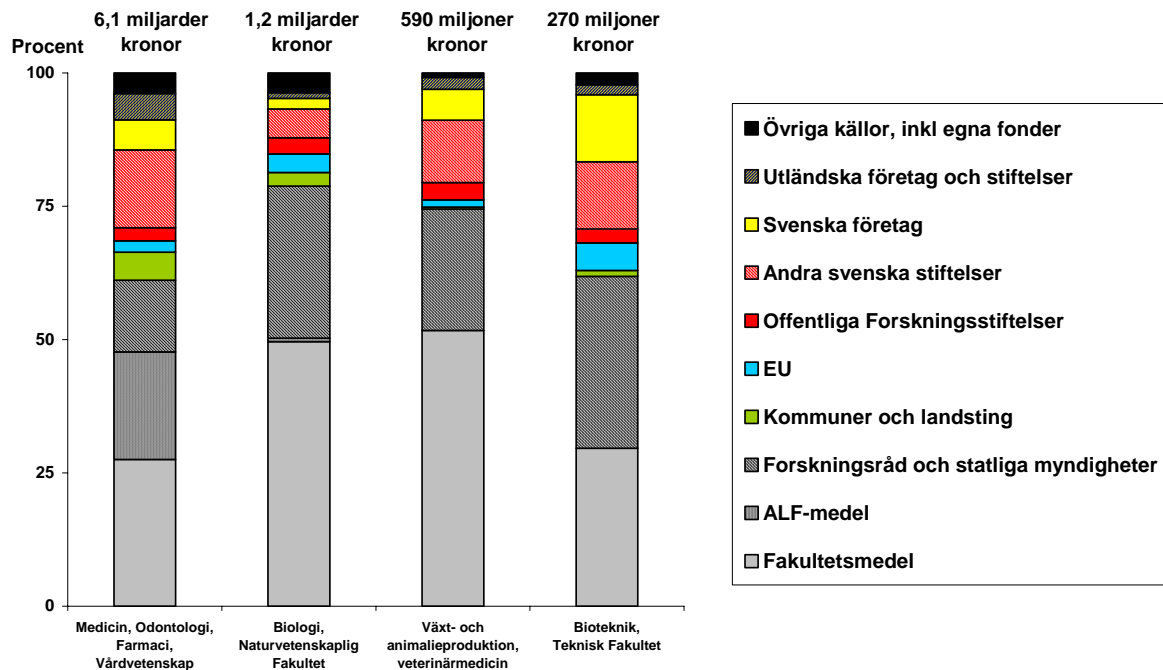
### **Cirka 8 miljarder kronor till biovetenskaplig forskning vid svenska universitet från alla källor**

Det finns ingen total kartläggning av den biovetenskapliga forskningen i Sverige. Utgående från SCB:s undersökning av FoU inom universitets- och högskolesektorn, kan de totala kostnaderna för universitetens forskning inom området 2003 uppskattas till cirka 8 miljarder kronor. Detta motsvarar ca 40 procent av de totala FoU-utgifterna vid Sveriges universitet och högskolor samma år. Av detta avsåg 6,1 miljarder kronor medicin, odontologi, farmaci och vårdvetenskap och 1,2 miljarder kronor biologi, det senare i huvudsak vid naturvetenskaplig fakultet. Bioteknik, varav merparten vid teknisk fakultet, svarade för ca 0,3 miljarder kronor. Växtproduktion, animalieproduktion och veterinärmedicin uppgår till 0,6 miljarder kronor, varav en väsentlig del kan antas avse biovetenskaplig forskning. Ytterligare forskning med stort biovetenskapligt innehåll återfinns inom andra ämnen, men omfattningen är svår att uppskatta. Det kan noteras att medan biologi utgör ca en tredjedel av all FoU vid naturvetenskaplig fakultet representerar bioteknik mindre än 6 procent av FoU-kostnaderna vid teknisk fakultet.

Internationellt bedrivs en betydande biovetenskaplig forskning också vid fristående forskningsinstitut. I det svenska forskningssystemet har generell instituten en liten omfattning jämfört med nästan vilket land som helst. Detta är särskilt påfallande inom det biovetenskapliga området. Smittskyddsinstitutet samt det internationellt finansierade Ludwig Institutet

med två enheter i Uppsala respektive Stockholm, är helt inriktade på biovetenskaplig forskning. Vid Totalförsvarets Forskningsinstitut (FOI) i Umeå bedrivs forskning kring skydd mot biologiska stridsmedel. Ytkemiska Institutet och SIK är två andra institut med viss verksamhet kopplad till bioteknik.

**Figur 8-6 Finansieringskällor för biovetenskaplig forskning vid svenska universitet 2003**



Källa: *Forskning och utveckling inom universitets- och högskolesektorn 2003, Statistiska Meddelanden UF 13 SM 0401, SCB*

Ser man till utvecklingen av den industri som bygger på biovetenskaplig forskning är den ofta beroende av forskningskompetens också inom andra områden än de rent biovetenskapliga. Ett viktigt exempel är läkemedelsindustrins stora behov av forskare inom organisk kemi, en kategori som det vid upprepade tillfällen rått brist på i Sverige. För att åstadkomma en ökad användning av bioteknik utanför det som idag betraktas som den egentliga biotekniska industrin finns också ett behov av att bygga upp forskning som kombinerar bioteknik med kunskaper och teknologi som är specifika för dessa andra industrier. Exempel är forskning kring sambandet mellan kost och hälsa, enzymatiska processer för att modifiering av ytegenskaper hos papper och dator- eller programvaruarkitekturer baserade på självorganiserade system inspirerade av en ökad förståelse för biologiska system. Denna typ av forskning förefaller ha relativt sett mindre omfattning i Sverige än i många andra länder.

För medicinsk fakultet och biologi vid naturvetenskaplig fakultet utgör statsanslag ca 50 procent av den totala finansieringen medan motsvarande andel för bioteknik vid teknisk fakultet uppgår till endast ca 30 procent, vilket är något under genomsnittet för teknisk fakultet (Figur 8-6). Forskningsdelen av de så kallade ALF-medlen har räknats in i statsanslagen för medicinsk fakultet. Privata stiftelser som t.ex. Cancerfonden och KAW-stiftelsen, är en viktig finansieringskälla för biovetenskaplig forskning i Sverige och svarade 2003 för 13 procent att jämföras med 17 procent från forskningsråd och statliga myndigheter. Enligt SCBs undersökning utgjorde finansiering från offentliga forskningsstiftelser som t.ex. Strategiska forskningstiftelsen, 3 procent av biovetenskapernas totala finansiering. De offentliga forskningsstiftelsernas andel av bioteknik vid teknisk fakultet var också 3 procent, vilket kan jämföras med nära 10 procent som genomsnitt för de tekniska fakulteterna.

Forskare vid de medicinska fakulteterna erhöll 2003 ca 176 miljoner kronor i finansiering från utländska företag, vilket motsvarade 58 procent av all sådan finansiering till svenska universitet. Totalt svarade det biovetenskapliga området för två tredjedelar av all finansiering från utländska företag. Forskningsgrupper inom bioteknik vid de tekniska fakulteterna erhöll ca 13 procent av sina medel från svenska företag medan denna andel i genomsnitt för övriga biovetenskaper var ca 5 procent. I absoluta tal motsvarades detta av 34 respektive 402 miljoner kronor.

De ovan redovisade finansieringsbilden avser intäkter för alla typer av driftskostnader kopplade till forskning inom angivna fakulteter och ämnesområden vid universiteten. Eftersom en del av kostnaderna gäller lokaler eller gemensamma kostnader på universitets-, fakultets- eller institutionsnivå upplever de flesta enskilda forskargrupper att deras ekonomi är väsentligt mer beroende av projektfinansiering än vad som framgår av Figur 8-6. Höga overheadkostnader för externt finansierade projekt bidrar till att många ledare av forskningsgrupper idag upplever de ekonomiska förutsättningarna för sin verksamhet som påfrestande.

### **Akut resursbrist på forskargruppnivå**

Vetenskapsrådet har i samverkan med de medicinska fakulteterna genomfört en ingående undersökning av resursutvecklingen inom medicinsk fakultet under perioden 1993-2001. Några motsvarande analyser har såvitt känt inte gjorts för biovetenskaplig forskning vid andra fakulteter, men det är angeläget att sådana analyser genomförs. Rapporten från studien av de medicinska fakulteterna förmedlar en bild av akut resursbrist på forskargruppnivå. En dramatisk förändring har härvidlag ägt rum under det senaste decenniet. Bakgrunden till denna är en kombination av flera (delvis överlappande) faktorer:

- a) Kraftig ökning av antalet forskarstuderande och även en betydande ökning av antalet disputerade korttidsanställda forskare vid universiteten
- b) Kraftig ökning av kostnaderna för att bedriva forskning; tydlig allmän tendens inom biovetenskaperna mot ökat inslag av storskalig forskning med stora krav på tekniska resurser, kombination av kompetens från olika områden; lönekostnaderna för såväl doktorander som lärarkrafter har i Sverige ökat väsentligt snabbare än den allmänna kostnadsutvecklingen i samhället
- c) Uttalad ambition från forskningsfinansiärer att unga forskare tidigt i sin karriär skall etablera självständig verksamhet
- d) Snabbt växande behov av att bygga upp kompetens och infrastruktur inom nya områden kopplade till utvecklingen av nya tekniker för biovetenskaplig forskning (funktionsgenomik; strukturgenomik; proteomik; stamcellsforskning; bio-nanoteknik; bioinformatik, systembiologi och annan kvantitativ biologi, biobanker, m.m.).
- e) Begränsad resursökning från statliga finansiärer.<sup>46</sup> Ökade resurser har i första hand kommit från kommuner och landsting, forskningsstiftelser, företag och EUs ramprogram för FoU (EU-finansierade projekt täcker endast marginalkostnaderna för projekten och exempelvis inte lönekostnader för fast anställda forskare)

Flera av ovanstående tendenser gäller för forskningen i Sverige generellt. Ökningen av antalet forskarstuderande har emellertid varit särskilt stor inom det medicinska området. Den snabba utvecklingen mot storskalig biologisk forskning och den härmed sammanhängande framväxten av ständigt nya ”teknikområden” saknar motsvarighet inom andra breda forskningsområden. Detta har i många andra länder lett till att det biovetenskapliga området under senare år särskilt prioriterats i den statliga forskningsfinansieringen.

---

<sup>46</sup> Enligt rapporten ”Svensk medicinsk forskning – finansiering och konkurrenskraft”, Stockholm: Vetenskapsrådet, januari 2003, ökade den totala finansieringen av forskning vid medicinsk fakultet under perioden 1993/94-2001 med 41 procent i löpande priser och med 17 procent i fasta priser. För fastprisberäkningen används i rapporten en särskild deflator för Utbildning och Forskning. Med denna deflator minskade den totala statliga finansieringen med 4 procent under samma period. Om en vanlig BNP-deflator användes skulle den totala statliga finansieringen istället öka med en procent och finansieringen från alla källor med 23 procent. Analyser av finansieringen av forskning inom biovetenskap och bioteknik utanför medicinsk fakultet är inte kända.

Någon motsvarande ökning av resurserna från statliga forskningsfinansiärer har tills nu, såvitt kan bedömas, inte skett i Sverige.<sup>47</sup>

### **Medicinsk forskning prioriterad i forskningspolitiska propositionen**

I den forskningspolitiska proposition som regeringen lade fram i mars 2005 noteras att flera länder under senare år gjort stora satsningar på biovetenskaplig forskning och föreslås att nivån på de årliga anslagen till medicinsk forskning via Vetenskapsrådet och Forskningsrådet för arbetsliv och socialvetenskap ökas med 380 respektive 20 miljoner under perioden 2005-2008. Ökningen för Vetenskapsrådet motsvarar ca 75 procent i förhållande till nivån 2004.

Flertalet av de andra förslagen till ökade anslag i propositionen berör i större eller mindre grad biovetenskaplig forskning. För teknisk forskning och forskning för hållbar utveckling föreslås en ökning under perioden 2005-2008 med 350 respektive 210 miljoner kronor. Regeringen pekar på utvecklingsmöjligheterna för den så kallade gröna sektorn, som bland annat innefattar jord- och skogsbruk, skogsindustri och livsmedelsindustri, näringar där bioteknik kan förväntas spela en växande roll. Som tidigare påpekats talar mycket för att den biovetenskapliga forskningen vid teknisk fakultet behöver stärkas. Det finns också ett generellt behov i det svenska forskningssystemet att stärka kopplingen mellan biovetenskaplig och teknisk forskning. Detta behov behöver uppmärksammas inom bägge de prioriterade områdena, medicinsk respektive teknisk forskning, och lämpligen till en del mötas med gemensamma satsningar mellan dessa.

Andra större öknningar i propositionen avser starka forskningsmiljöer, forskarskolor, meriteringsanställningar, anslag direkt till lärosäten, industriforskningsinstitut, FoU-program i samverkan med näringslivet och forskningsinfrastruktur. Totalt sker under dessa rubriker en ökning med 1342 miljoner kronor under perioden 2005-2008.

Under 2004 gjorde Formas, Stiftelsen för strategisk forskning (SSF), Vetenskapsrådet och VINNOVA utlysningar om forskningsanslag till starka forskningsmiljöer. Av totalt drygt 700 ansökningar hade drygt hälften helt eller huvudsakligen biovetenskaplig inriktning. Vetenskapsrådet fattade redan i februari beslut om finansiering av 10 forskningsmiljöer, varav fem helt inom biovetenskap och ytterligare två med huvudsaklig inriktning mot biovetenskap. För övriga finansiärer pågår fortfarande beredningen av ansökningar.

---

<sup>47</sup> Underlag saknas dock idag för att bedöma exakt hur stor del av de totala statliga FoU-medlen som tillförts det biovetenskapliga området i Sverige och hur denna andel förändrats över tiden.

Även om det för närvarande inte går att exakt avgöra hur stor ökning av den biovetenskapliga forskningen som förslagen i den forskningspolitiska propositionen kommer att medföra, är en grov uppskattning att den totala statliga finansieringen av biovetenskaplig forskning under perioden 2005-2008 kommer att öka med mellan 900 och 1200 miljoner kronor, vilket motsvarar mellan 17 och 23 procent av nivån på den totala statliga finansieringen av biovetenskaplig forskning 2003. Även anslagen från EU kan förväntas öka väsentligt när sjunde ramprogrammet startar 2006.

### **Enskilda svenska satsningar små i internationell jämförelse**

En viktig fråga för en forsknings- och innovationsstrategi för bioteknik i Sverige är vilka resurser som krävs för att forskningsbasen i Sverige ska vara konkurrenskraftig i ett internationellt perspektiv. Detta beror inte endast av storleken på de totala resurser som satsas utan även på hur resurserna används. Det beror också på hur forskningen i Sveriges omvärld förändras.

Enskilda forskningssatsningar som görs i Sverige, är med några få undantag, påfallande små i internationell jämförelse. Det gäller i hög grad finansieringen av enskilda FoU-projekt, men det gäller även de satsningar som för närvarande görs på starka forskningsmiljöer av flera forskningsfinansiärer i Sverige.

Hur detta påverkar storleken på sammanhängande forskningsmiljöer i Sverige i jämförelse med motsvarande miljöer i andra länder är inte utan vidare klart eftersom en forskningsmiljö i praktiken består av många forskningsgrupper som var och en har projektfinansiering från flera källor. Konkurrenskraften hos en forskningsmiljö bestående av ett flertal grupper bestäms i hög grad av hur starkt samband det finns mellan grupperna och i vilken utsträckning verksamheten genomsyras av en gemensam och fruktbar vision. Med stor sannolikhet försvåras skapandet av starka forskningsmiljöer av den uppdelning i många små anslag som präglar forskningsfinansieringen i Sverige. Det är nödvändigt att utveckla organisatoriska lösningar som bättre än hittills medger att unga forskare kan knytas till större forskningsmiljöer och samtidigt behålla en tillräcklig grad av självständighet. Frågan är om de satsningar på starka forskningsmiljöer som för närvarande görs i Sverige verkligen tillför tillräckligt stora resurser för att forskningsmiljöerna ska kunna konkurrera internationellt. Som enskilda satsningar är de som redan nämnts små i internationell jämförelse. I gynnsamma fall kommer de att utgöra en integrerad del av en sammanhängande större forskningsmiljö som i sin helhet har förutsättningar att vara konkurrenskraftig.

Det saknas idag systematiska data och analyser som jämför arbetsvillkoren i biovetenskapliga forskningsmiljöer i Sverige med motsvarigheter

utomlands. Generellt gäller att det svenska forskningssystemet kontinuerligt behöver värderas i dessa och andra avseenden. Metoder behöver härvid utvecklas för att jämföra villkoren för forskning i Sverige och utomlands på olika nivåer, från enskilda forskargrupper till hela regioner. Baserat på resultaten av sådana analyser måste resursbehoven återkommande värderas. Härvid bör så långt möjligt ett investeringsperspektiv anläggas där ökade resurser till forskning ställs i relation till de effekter som kan förväntas i termer av bättre hälsa och bidrag till hållbar ekonomisk tillväxt.

Viktiga kriterier för att värdera den svenska biovetenskapliga forskningsbasens funktionsduglighet och konkurrenskraft är.

- Är karriärutsikterna och villkoren för att bedriva biovetenskaplig forskning i Sverige tillräckligt bra för att locka unga forskarbegåvningar i landet att satsa på en forskarkarriär inom området?
- Upplever framstående utländska forskare forskningsmiljön i Sverige som tillräckligt attraktiv för att under viss tid förlägga sitt forskningsarbete till Sverige?
- Väljer utländska företag i väsentligt antal att investera i forskning i Sverige?
- Finns väl fungerande mekanismer för nyttiggörande av kompetens och forskningsresultat i näringsliv och andra samhällsfunktioner?

I följande avsnitt presenteras ett antal åtgärdsförslag, där så långt möjligt även en preliminär bedömning av resursbehov angivits. De åtgärder som föreslås är sådana som kräver åtgärder utöver de som bedöms kunna finansieras genom de satsningar som föreslås i regeringens forskningspolitiska proposition. En närmare uppskattning av resursbehoven för varje enskild satsning som syftar till att i Sverige bedriva en internationellt konkurrenskraftig FoU-verksamhet förutsätter ett ingående planeringsarbete där inte minst den internationella konkurrensbilden noga undersöks. Sådana undersökningar har inte varit möjliga att genomföra inom ramen för denna strategi.

## **8.5 Åtgärdsförslag**

För att svensk forskning även fortsatt skall kunna bidra till tillväxt av bioteknisk industri i landet måste svenska forskningsmiljöer vara bland de främsta i världen inom sina respektive områden. För ett litet land som Sverige är detta en stor utmaning som endast kan mötas genom att landets styrkefaktorer medvetet utnyttjas och vidareutvecklas och att de knappa resurser som står till buds utnyttjas på bästa sätt.



### **8.5.1 Profilering, arbetsfördelning och samverkan mellan forskningsutförare**

En ännu till stor del outnyttjad möjlighet ligger i att åstadkomma en bättre arbetsfördelning och samverkan mellan forskningsmiljöer vid olika lärosäten. Behovet av ökad fokusering erkänns idag på de flesta universitet i Sverige och processer har på flera håll inletts för att prioritera användningen av universitetens egna resurser med detta syfte. Den biovetenskapliga forskningen berörs i hög grad av dessa initiativ även om också andra områden inbegrips.

Den satsning på starka forskningsmiljöer som flera forskningsfinansiärer nyligen inlett verkar i samma riktning. Tyngdpunkten ligger i detta fall på att i konkurrens välja ut de främsta forskningsmiljöerna. I den forskningspolitiska propositionen föreslås ökade resurser till satsningar på starka forskningsmiljöer. Utfallet för den biovetenskapliga forskningen i Sverige av de satsningar som för närvarande görs och planeras behöver följas upp och analyseras med avseende på i vilken grad de verkligen skapar forskningsmiljöer som är internationellt konkurrenskraftiga.

Satsningarna på starka forskningsmiljöer sker normalt genom att forskningsfinansiärer väljer ut "vinnare" bland konkurrerande ansökningar. Detta har visat sig vara ett effektivt sätt att mobilisera grupper av forskare att bygga gemensamma visioner om strategiska forskningsmål och organisation i enlighet med de oftast relativt generella urvalskriterier som ställts upp.

Parallellt med en starkare koncentration av forskningsresurser till starka forskningsmiljöer vid respektive lärosäte behöver samverkan mellan olika universitet stärkas såväl regionalt som nationellt. Flera universitet har också inlett en dialog med varandra med syfte att identifiera möjligheter för ökad samverkan. Det finns starka skäl att tro att ekonomiska incitament avsevärt skulle underlätta och snabba upp universitetens arbete med att utveckla sin inbördes arbetsfördelning och samverkan och leda till mer kraftfulla initiativ än annars skulle bli fallet. Det är angeläget att universitetens samverkan snabbt utvecklas inom det biovetenskapligt området. Det faktum att området spänner över många fakulteter – medicinsk, odontologisk, farmaceutisk, vårdvetenskaplig, naturvetenskaplig, teknisk och lantbruksvetenskaplig – och att kopplingarna mellan dessa blivit allt viktigare talar för att en försöksverksamhet med ekonomiska incitament för samverkan med fördel skulle kunna avse biovetenskaperna.

Utformningen av en finansieringsmekanism som skulle stimulera och stödja initiativ för utvecklad arbetsfördelning och samverkan mellan forskningsmiljöer behöver utredas närmare. Grundtanken är att initiativ som innebär ett väsentligt effektivare utnyttjande av tillgängliga resurser i

framåsyftande satsningar skall kunna tillföras extra medel genom ett ansökningsförfarande där förslag värderas mot varandra enligt preciserade kriterier. Inledande diskussioner pekar mot att särskilda områden kan behöva identifieras på förhand.

En mycket preliminär bedömning är att minst 100 miljoner SEK per år behöver avsättas till denna finansieringsmekanism för att påtagliga effekter skall uppnås. Ett lämpligt forum för att bereda frågan vidare kan vara den samarbetsgrupp mellan forskningsfinansiärer som föreslås nedan. Utformningen av systemet bör naturligtvis diskuteras ingående med universiteten.

#### **FÖRSLAG:**

Program för att stimulera initiativ till bättre arbetsfördelning och samverkan mellan två eller flera universitet i Sverige, inom avgränsade forskningsområden. Exempel på områden kan vara Parkinson-, diabetes- eller stamcells forskning. Programmet är avsett att stödja de initiativ till samverkan mellan olika universitet som tagits under det senaste året bland annat på regional nivå.

[100 Mkr/år, föreslagen aktör: finansiärerna i samverkansgruppen]

#### **8.5.2 Bättre balans i universitetens tjänstestruktur**

Svensk forskningspolitik har under lång tid prioriterat en utbyggnad av forskarutbildningen. Under det senaste decenniet av långsam tillväxt i offentliga resurser till forskning har utrymmet för att inrätta rekryteringstjänster kraftigt minskat. Detta har skapat en obalans i det svenska forskningssystemet som inneburit dels att en oproportionerligt stor del av forskningen kommit att bedrivas av doktorander dels att karriärutsikterna vid universiteten för de forskarutbildade blivit dåliga. Detta är ett generellt problem för universiteten i Sverige, men är särskilt uttalat inom biovetenskaperna till följd av att forskarutbildningen här expanderat snabbare än inom andra områden samtidigt som kostnaderna för att bedriva konkurrenskraftig forskning inom biovetenskaperna ökat särskilt snabbt. En anpassning av dimensioneringen av forskarutbildningen till tillgängliga ekonomiska resurser har redan påbörjats vid flera lärosäten. Ett exempel är Karolinska Institutet som för att under de närmaste budgetåren kunna koncentrera resurser och stödinsatser till perioden efter disputationen räknar med att minska antalet studenter som antas till forskarutbildning med 25 procent. En strukturerad konkurrensutsatt antagning till forskarskolor kan utgöra en viktig möjlighet att reglera intaget av studenter.

För att Sverige skall kunna konkurrera som forskningsnation inom biovetenskaperna, måste svenska forskningsmiljöer vara attraktiva för både

svenska forskare och för ledande forskare från andra länder. Försök med ”tenure track” vid flera svenska universitet framstår i sammanhanget som intressanta exempel. De resurser utöver egen lön som svenska universitet idag kan erbjuda en forskare som ”startpaket” är i jämförelse med ledande universitet i många andra länder mycket små och som sådana knappast konkurrenskraftiga.

#### **FÖRSLAG:**

Inom ramen för strategiarbetet har det identifierats att många anser att karriärvägarna vid lärosätena inte är tydliga och att antalet doktorander som antagits till forskarutbildningen har varit för många i förhållande till de begränsade resurserna. Det är önskvärt att lärosätena fortsätter arbetet med att utveckla en karriärstruktur som är bättre anpassad till dagens förhållanden.

### **8.5.3 Nationell kraftsamling på styrkeområden inom biovetenskaplig forskning**

Sverige måste medvetet satsa på att utveckla sina styrkefaktorer inom biovetenskaplig forskning. Ett nödvändigt inslag är kraftsamling på nationell nivå kring strategiska utvecklingssatsningar där formen är anpassad till de särskilda förutsättningar som råder inom biovetenskaper och bioteknik. För att uppnå kritisk massa i satsningarna och för att sammanföra och integrera olika typer av resurser krävs samverkan mellan olika aktörer i forskningssystemet.

Tre huvudområden för satsningar av detta slag kan identifieras:

- Hälsa
- FoU i gränsytan mellan å ena sidan biovetenskaper och å den andra fysik, kemi, ingenjers- och datavetenskap (”Bioengineering”)
- Forskning för gröna processer och produkter

Av dessa områden är Hälsa det mest mogna och det som erbjuder störst möjligheter under det närmaste decenniet. Det är inom detta som de största resurserna idag behöver satsas. En gemensam grund för strategiska satsningar med inriktning på Hälsa är intim samverkan mellan biologisk forskning i världsklass och patientnära forskning på klinik med stöd av den delvis unika infrastruktur av patientdata, särskilda register, biobanker m.m. som finns i Sverige.

Biovetenskapernas beroende av kunskap och teknologi från andra områden har under senare år snabbt ökat samtidigt som kunskap om biologiska processer och system blir allt viktigare för utvecklingen i andra industrier än de rent biotekniska. Utvecklingen av det svenska forskningssystemet har

inte i tillräcklig grad återspeglat denna utveckling och större vikt behöver läggas vid forskning inom Bioengineering. Sveriges starka tradition såväl vetenskapligt som industriellt i utvecklingen av verktyg för bioteknisk forskning och medicinsk teknik talar också för detta.

Skogsnäringen har stor betydelse för svensk ekonomi och dessutom finns möjligheter att i Sverige utveckla även annan industri baserad på förnyelsebara resurser. Detta tillsammans med Sveriges höga ambitioner inom miljöområdet motiverar att Sverige satsar på att skaffa sig en ledande position ifråga om bioteknisk forskning med bäring på miljö och förädling av förnyelsebara råvaror.

I det följande diskuteras mer ingående förslag till satsningar inom de tre nämnda områdena.

### **Swedish Brain Power**

Ett exempel på nationell kraftsamling av det slag som avses är den satsning på "Swedish Brain Power" som startats med gemensam finansiering från Invest in Sweden Agency (ISA), KK-Stiftelsen, Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, Stiftelsen för strategisk forskning, VINNOVA och Vårdalstiftelsen. Det femåriga projektet, med centrum på Karolinska Institutet i Huddinge och medverkan av forskargrupper vid flera andra universitet liksom av enheter inom primärvården, syftar till att utveckla metoder för tidig diagnostik och behandling av neurodegenerativa sjukdomar som multipel skleros, stroke och demens. Projektet uppgår till totalt 100 miljoner kronor och innefattar verksamheter inom klinisk diagnostik, epidemiologi, IT, kliniska prövningar, arbetsterapi och behandlingsmetoder inom vård- och omsorg.

### **Folksjukdomar**

Mycket stora satsningar görs idag runt om i världen på att koppla samman den grundläggande (hypotesdrivna) biomedicinska forskningen med den storskaliga (icke hypotesdrivna) genomforskningen och introducera dessa forskningsresultat i sitt rätta kliniska sammanhang för utveckling av tidig diagnostik, prevention och behandling av stora viktiga folksjukdomar såsom diabetes, hjärt-kärlsjukdomar, reumatiska sjukdomar, astma, allergi, och neurodegenerativa sjukdomar. Förutom Swedish Brain-Power-programmet, som dock inte fokuserar på storskalig analys av genetiska variationer som predisponerar för sjukdom, har några motsvarande satsningar hittills inte gjorts i Sverige. För framtiden är det dock av avgörande betydelse för Sveriges trovärdighet som en framstående nation inom biovetenskaplig forskning att Sverige blir en synlig kraft med en egen identitet på denna forskningsarena.

En avgörande effekt av storskaligheten i en del utländska satsningar är att resultat inom ett visst område ofta kan uppnås mycket snabbare än vad som är möjligt i svenska forskningsgrupper, även när de senare kompetensmässigt är väl så starka eller starkare än sina utländska motsvarigheter.

Sveriges unika förutsättningar ligger i en fortsatt stark sjukdomsinriktad biomedicinsk forskning, de mycket goda möjligheterna till storskaliga epidemiologiska studier utgående bland annat från förstklassiga register av olika slag, tillgången till biobanker som byggts upp under lång tid, samt en klinisk forskning som fortfarande håller en internationellt hög klass. Alla dessa komponenter utgör viktiga hörnstenar för att förstå mekanismerna bakom sjukdomen. Detta leder till en ökad förståelse för den relativa betydelsen av genetiska repektive yttre orsaker till sjukdomsutveckling. Människors kostvanor och samspel med olika mikroorganismer är några av de viktigaste yttre orsakerna i sammanhanget.

Sverige har å andra sidan små möjligheter att, annat än i undantagsfall, bygga upp storskaliga teknikplattformar för genomforskning av det slag som byggs upp i framför allt USA och Japan. Svenska forskare är dock beroende av att få tillgång till dessa. I dessa plattformar utnyttjas bland annat den genetiska variation som finns mellan individer till att förutsättningslöst identifiera genetiska egenskaper som antingen predisponerar för en viss typ av sjukdom eller som minskar sjukdomsrisk. Med hjälp av DNA från så få som hundra individer med en viss sjukdom och hundra individer i en kontrollgrupp är det idag möjligt att finna variationer i specifika gener hos människan som påverkar sjukdomsutvecklingen.

Ett program som kombinerar genomforskning, biobanker, fokuserad preklinisk och klinisk forskning och breda epidemiologiska studier för att öka förståelsen av vilka faktorer som bidrar, hur och i vilken grad, till uppkomsten av ett antal viktiga folksjukdomar ställer stora krav på organisation. Här finns likheter med det tidigare nämnda projektet Swedish Brain Power men komplexiteten är större och kan innebära ett behov av att i grundupplägget integrera samverkan med utländska forskningsorganisationer som utvecklar och driver storskaliga teknikplattformar när sådan utveckling inte sker i Sverige. Komplexiteten i projektet är sådan att det bör utvecklas stegvis med inledande förstudier och kontakter med utländska motsvarigheter. Det kan också finnas skäl att särskilt undersöka förutsättningarna för samverkan med andra nordiska länder kring programmet för att få ökad slagkraft. Både Danmark och Finland har som tidigare framgått en stark position inom biovetenskaplig forskning.

## **Träffsäker medicin**

Kartläggningen av det mänskliga genomet och pågående analyser av olika geners funktion förväntas möjliggöra en mycket högre grad av anpassning av medicinsk behandling till den enskilde individens särskilda förutsättningar, annorlunda uttryckt mer ”träffsäker medicin”. En aspekt av detta är att olika individer reagerar olika på ett visst läkemedel. Medan samma läkemedel har starkt positiva effekter på en del av befolkningen kan det för andra innebära allvarliga biverkningar.

Utvecklingen av träffsäker medicin kommer att ske gradvis. Den förutsätter nära samverkan mellan forskning, företag och olika delar av hälso- och sjukvården. Vetenskapliga framsteg, innovationer, kliniskt arbete och nya organisatoriska lösningar behöver utvecklas och kombineras på nya sätt. Informationssystem behöver byggas upp med garantier för att individers personliga integritet skyddas.

Utmaningens karaktär är sådan att Sverige har goda förutsättningar att spela en ledande roll i förverkligandet av träffsäker medicin förutsatt att ett systematiskt arbete med att bearbeta frågan på tillräcklig bredd påbörjas. Eventuellt kan en fokusering på vissa sjukdomar, exempelvis tidigare nämnda livsstilssjukdomar, vara lämplig. Beröringspunkter finns med det program kring folksjukdomar som beskrivs i föregående avsnitt.

## **Bioengineering**

Mycket stora satsningar görs för närvarande internationellt, och i synnerhet i USA, på att bygga upp forskningsmiljöer för korsbefruktning mellan biovetenskaper och fysik/ingenjörsvetenskap. Drivkraften är framför allt behovet av att utveckla och utnyttja en bredare kunskaps- och teknikbas än hittills för att bearbeta frågeställningar inom biologi och medicin. Metoder och verktyg för funktionsgenomik, realtidsmätning av processer inuti celler, uppbyggnad av simuleringsmodeller för biologiska system etc., har idag avgörande betydelse för framsteg inom biologi och medicin. Parallellt sker en utveckling där ingenjörsvetenskaperna i ökande grad hämtar inspiration från analys av biologiska system för konstruktion av material och systemarkitekturer för programvara, elektroniska och mekaniska system.

Forskningsaktiviteten i Sverige inom bioengineering har ökat väsentligt under de senaste åren, till stor del tack vare de stora satsningar som gjorts med medel från Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse. Sett i stort förefaller dock Sverige ligga efter många andra länder när det gäller att bygga starka forskningsmiljöer inom området. Biovetenskaperna har fortfarande en alltför undanskymd plats på de tekniska högskolorna och fakulteterna och rekrytering av forskare med bakgrund inom fysik eller ingenjörsvetenskaper till biovetenskapligt inriktade forskningsgrupper är fortfarande mycket ovanligt förekommande.

En möjlighet för doktorander att vara inskrivna vid både teknisk och medicinsk eller naturvetenskaplig fakultet skulle underlätta tvärvetenskaplig forskning och bör därför införas.

På alla orter med större universitet finns idag initiativ med syfte att på olika sätt bygga upp forskningsmiljöer inom bioengineering. Det finns en uppenbar risk att dessa initiativ påverkas negativt när KAW:s stora satsningar på funktionsgenomik och bioinformatik löper ut. Området bioengineering är nu i ett uppbyggnadsskede. Det är mycket angeläget att möjligheterna till profilering och samverkan mellan olika orter och enskilda lärosäten tas till vara i detta skede. En satsning på en nationell forskarskola framstår som ett lämpligt sätt att samtidigt resursmässigt lyfta området och skapa den intensiva kommunikation mellan olika miljöer som behövs för att lägga grunden för profilering och samverkan. Med tanke på att delar av området bioengineering fortfarande är outvecklade i Sverige bör utbyte med utländska forskningsmiljöer och rekrytering av utländska forskare vara ett centralt inslag i ett program.

Forskarškolor ingår i regeringens förslag till ökade satsningar. Bioengineering framstår som en stark kandidat för en gemensam satsning av flera forskningsfinansiärer, inklusive flera forskningsstiftelser. Det är viktigt att området ses som en gemensam angelägenhet för biovetenskaperna och de fysikaliska/ingenjörsvetenskaperna.

### **Forskning kring gröna processer och produkter**

Jord- och skogsbruk, livsmedels- och skogsindustri baseras redan idag på förnyelsebara råvaror. Huvuddelen av den kemiska industri är idag petroleumbaserad men långsiktigt förväntas en ökad användning av biomassa som råvara för kemisk industri. Det finns starka skäl att tro att användningen av bioteknik i industrier baserade på förnyelsebara råvaror globalt åtminstone på lång sikt kommer att öka väsentligt. Svensk processindustri har hittills förhållit sig mer passiv till användningen av bioteknik än motsvarande industri i flera andra länder. Även forskningsverksamheten har varit rätt begränsad och särskilt när det gäller bioteknik för utveckling av processer och produkter baserade på skogsråvara förvånansvärt blygsam. Nämnas bör dock att inom skogsförädling och näralliggande områden har Umeå Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet i form av Umeå Plant Science Center gemensamt byggt en av världens främsta forskningsmiljöer som ligger långt framme i användningen av den mest avancerade genomforskningen.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> I en Internetbaserad enkätundersökning av hur amerikanska postdocs värderar forskningsmiljön vid olika universitet utanför USA publicerad i tidskriften *The Scientist* 14 februari 2005 rankades Umeå Plant Science Center högst följt av Uppsala Universitet.

Även om det är svårt att avgöra på vilken sikt biotekniska processer kommer att vara konkurrenskraftiga alternativ till dagens eller morgondagens mer renodlat kemiska processer är det viktigt att Sverige har en aktiv forskning kring biotekniska metoder för förädling av förnyelsebara råvaror och då särskilt skogsråvara.

MISTRA har startat ett program "Greenchem – Specialkemikalier från förnyelsebara råvaror" med särskild inriktning på att etablera processer baserade på modern bioteknik för produktion av olika kemikalier. VINNOVA driver ett program "Gröna material ur förnyelsebara råvaror", varav en del tillsammans med finska TEKES finansierar svensk-finska samarbetsprojekt. Den största delen avser så kallade demonstratorer som utförs i samarbete mellan forskargrupper och företag och som syftar till att ta fram underlag för industriella och mer kommersiellt inriktade projekt. Av de projekt som hittills finansierats är dock endast ett par baserade på biotekniska metoder.

En ökad satsning på bioteknik för gröna processer och produkter är i linje med den särskilda uppmärksamhet som regeringen i sin forskningspolitiska proposition ägnar den "gröna sektorn" inom det prioriterade området forskning för en hållbar utveckling.

#### **FÖRSLAG:**

En nationell kraftsamling kring utvalda strategiska forskningssatsningar med syfte att utnyttja och utveckla särskilda styrkefaktorer i svensk biovetenskaplig forskning. För att säkerställa att verksamheten i Sverige når upp till högsta internationella nivå såväl vetenskapligt som industriellt behöver ledande svenska och utländska experter anlitas i planeringen. Satsningar sker inom följande områden:

- folksjukdomar
- träffsäker medicin
- bioengineering
- forskning kring gröna processer och produkter

Satsningar görs etappvis. En första etapp under 2006-2008 har karaktären av planerings- och uppstartsfas där bl.a. en välgrundad bedömning av resursbehoven för internationellt konkurrenskraftig verksamhet genomförs och blir tillsammans med tillgänglig finansiering avgörande för vilka initiativ som kan genomföras i full skala.

[400 Mkr/år, föreslagen aktör: finansierarna i samverkansgruppen]



#### **8.5.4 Samverkansgrupp mellan forskningsfinansiärer**

Ett stort antal organisationer finansierar i Sverige forskning inom biovetenskap, varav de största är: Cancerfonden, Formas, Hjärt- och lungfonden, KK-Stiftelsen, Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, Landsting eller motsvarande i regioner med universitetssjukhus, Miljöstrategiska stiftelsen (MISTRA), Statens Energimyndighet (STEM), Stiftelsen för strategisk forskning (SSF), Vetenskapsrådet, VINNOVA och Vårdalstiftelsen. Invest in Sweden Agency (ISA) är inte primärt en finansiär av forskning, men inom det biovetenskapliga området finns starka kopplingar mellan ISAs uppdrag och forskningsfinansiering, vilket bland annat illustreras av ISAs bidrag till Swedish Brain Power.

Genomförandet av större strategiska satsningar inom biovetenskaplig forskning är beroende av att resurser från flera finansiärer kan samordnas. Ovan har behov av flera olika typer av prioriterade forskningssatsningar redovisats. För att närmare utforma, dimensionera och prioritera mellan olika satsningar behöver ett mer permanent forum för samordning mellan olika finansiärer. Tillskapandet av en särskild samverkansgrupp mellan olika finansiärer av biovetenskaplig forskning är också i linje med de önskemål om ökad samverkan mellan forskningsfinansiärer som regeringen efterlyser i den senaste forskningspolitiska propositionen.

#### **FÖRSLAG:**

Berörda forskningsfinansiärer bildar en samverkansgrupp för biovetenskap. Gruppen ska utforma, dimensionera och prioritera gemensamma strategiska satsningar. Samarbete kring utvärderingar och beslutsunderlag/analyser kan även behandlas av denna grupp.

[Finansiärerna]

## 9 Etablering av nya växtkraftiga bioteknikföretag

Kopplingen mellan vetenskaplig forskning och industriell utveckling är starkare inom bioteknikområdet än inom något annat område. Detta innebär bl.a. att en mycket stor del av nya kommersiella verksamheter inom området har en stark koppling till forskning vid universitet och högskola. I genomsnitt har sedan 1997 ett 20-tal bioteknikföretag som börjat anställa personal startats per år. Det stora flertalet av dessa är avknoppningar från akademiska forskningsmiljöer men många är även avknoppningar, eller avyttringar av hela affärsenheter, från etablerade företag. En del av de företag som startats gjorde det innan en tillräckligt fullständig teknikbas eller bärkraftiga affärskoncept utvecklats. Under de allra senaste åren har enligt många bedömares mening tillgången på offentlig finansiering för tidig förädling och utveckling av affärskoncept minskat. Att Innovationsbron nyligen bildats och att teknikbrostiftelserna har möjlighet att fortsätta sin verksamhet leder till en förbättrad tillgång till såddkapital. Därför finns i denna strategi ingen satsning på en ökad såddfinansiering med bland åtgärdsförslagen.

För den långsiktiga utvecklingen av bioteknikindustrin, inklusive förnyelsen av industrin som arbetar med biologiska råvaror i Sverige, är det av avgörande betydelse att de affärsidéer som föds i akademiska forskningsmiljöer kan hanteras på ett effektivt och professionellt sätt. De finansiella resurser som behövs för detta är relativt begränsade i förhållande till de värden som står på spel i senare skeden och rör sig uppskattningsvis om enstaka hundratals miljoner kronor för detta område. Särskilt för de tidigaste faserna finns ett stort behov av offentlig finansiering.

Det finns flera aktörer i Sverige som genom att sammanföra entreprenörer med kompetens och kapital vill stimulera företagsutveckling. En av dessa är CONNECT Sverige som startade 1998 med målet att påskynda tillväxtföretagens kommersialisering och att skapa fler arbetstillfällen i Sverige. Verksamheten drivs i regionala nätverk som hålls samman av CONNECT Sverige som ordnar nationella aktiviteter i samarbete med nätverken samt hjälper nya nätverk att komma igång. I nätverken deltar personer med erfarenhet från olika kompetensområden med tid och råd i CONNECT Sveriges aktiviteter. Exempel på sådana personer är entreprenörer, revisorer, advokater, management- och marknads konsulter samt riskkapitalister.

Det kan även finnas en potential för framtida avknoppningar från etablerade företag. I de mogna företag genereras ofta potentiellt framgångsrika idéer som när företaget ändrar sin fokusering eller strategi kan prioriteras bort. I bland uppstår dessa idéer i samverkansprojekt med akademiska forskningsmiljöer. Den infrastruktur och finansiering som ska fånga upp idéer från universitet och högskolor bör även ha beredskap att fånga upp dessa projekt i samverkan med moderbolaget.

I Sverige finns förhållandevis många riskkapitalfonder inriktade på investeringar i bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik. Knutet till dessa finns specialistkompetens om bl.a. internationell affärsutveckling och patentfrågor inom dessa områden. Många bedömare menar att riskkapitalbolagen idag i ökad utsträckning investerar i projekt i senare utvecklingsfaser än för 5-6 år sedan. Det har under de senaste åren varit svårt för riskkapitalbolagen att avyttra företag de har i sina portföljer genom en börsintroduktion. Riskkapitalbolag har under 2000-talet investerat omkring 10 miljarder kr för att utveckla unga svenska bioteknikbolag och många av dessa bolag kommer att behöva riskkapital i flera år till. Det är således nödvändigt för etablering av, och tillväxt i, nya bioteknikbolag att en fortsatt god tillgång på riskkapital finns och att betingelserna för verksamheten är gynnsam. Långsiktigheten i ägandet är också en nyckelfaktor, se förslag i kapitel 7.

## **9.1 Rollfördelning, fokusering, prioritering och professionalism**

Verksamheten inom universitetens s.k. tredje uppgift, d.v.s. samverkan med omgivande samhälle, har utvecklats väsentligt sedan den underströks mer tydligt i högskolelagen 1 januari 1997. *"Högskolorna skall också samverka med det omgivande samhället och informera om sin verksamhet."* Under senare år har ett fokus varit att förbättra infrastrukturen för kommersialisering av forskning. Dessa system runt universiteten har således byggts upp på kort tid och på många orter är processerna inte tillräckligt effektiva och professionella. Idag karakteriseras systemet för kommersialisering av akademisk forskning av många underkritiskt finansierade aktörer som har mer eller mindre stark koppling till universiteten. På flera orter finns även parallella strukturer kring de olika lärosätena i regionen. Rollfördelningen mellan dessa aktörer är ofta oklar. För den enskilde forskaren kan det vara svårt att få en tydlig vägledning samt medel för att utveckla idén. Detta sammantaget innebär ett ineffektivt utnyttjande av de begränsade resurserna. Under åren då det var lättare att finna riskkapital bolagiserades många projekt för tidigt. Flera av dessa projekt har sedan visat sig vara alltför omogna och har haft svårt att få in nytt kapital för vidareutveckling.

En viss självsanering pågår och runt en del lärosäten har systemet lyckats bli effektivt och professionellt genom att minska antalet aktörer och genom att etablera samarbeten och en rollfördelning mellan aktörerna. Det gäller t.ex. infrastrukturen kring Karolinska Institutet. En bidragande orsak till detta är att man där naturligt har kunnat fokusera på att bygga upp specialistkompetens inom ett område, biomedicin. Från starten 1998 fram till 2003 har man där utvärderat över 350 vetenskapliga uppfinningar, startat 20 bolag och under de senaste tre åren licensierat ut 15 projekt. Motsvarande strukturer har etablerats i de växande bioteknikregionerna i Lund, Umeå, Linköping, Göteborg och Uppsala.

De långa ledtiderna (det tar t.ex. ofta mer än 10 år att utveckla ett läkemedel), de höga kostnaderna, svårigheten att bedöma de tekniska riskerna, de omfattande regulatoriska kraven och att produkter och tjänster direkt måste ut på en internationell marknad gör att en starkt specialiserad kompetens krävs. Specialistkompetensen krävs för att kunna identifiera bra idéer och omvandla dessa till kommersiella projekt. Omvandlingen till kommersiella projekt sker genom att idéerna genomgår nyhetsgranskning, patentering, teknisk bedömning, marknadsanalys, verifiering, affärsutveckling och produktutveckling samtidigt som en kontinuerlig dokumentation som tillfredställer kraven från de regulatoriska instanserna internationellt upprättas. Även de finansieringsstöd som behövs bör utformas specifikt för detta område då de modeller för stödformer som är mest effektiva här kanske inte stämmer in på andra teknikområden beroende på skillnader i ledtider, kostnader, regulatoriska krav m.m.

Att minska antalet aktörer är svårt annat än genom att stimulera den verksamhet och de miljöer som visar på ett gott samarbete som ger goda resultat. På det sättet finns incitament för självsanering av de regionala systemen. VINNOVAs Inkubatorprogram som fr.o.m. 2005 går in under de aktiviteter som sker inom ramen för Innovationsbron, har i detta sammanhang bidragit till denna utveckling.

Att informera forskare om kommersialisering och även att identifiera intressanta idéer inom akademi är en uppsökande verksamhet som med fördel bedrivs ute i regionerna. Det är svårt för många forskare att avgöra vad som är en kommersialiserbar idé. Att i samarbete med forskaren sedan driva ett identifierat projekt vidare mot kommersialisering kräver specialistkompetens inom området och helst omfattande tidigare erfarenhet. Det är rimligt att endast ett fåtal inkubatorer som är specialiserade på det biovetenskapliga området finns i Sverige för att dessa ska kunna bibehålla sin kompetens. Inkubatorerna måste ha sådana ekonomiska ramar att de till sin verksamhet kan rekrytera rätt kompetens. Således behövs en väl fungerande samverkan mellan en regional infrastruktur och några centrala noder för vidare utveckling av identifierade projekt.

## 9.2 Åtgärdsförslag

### 9.2.1 Stärkt infrastruktur för kommersialisering

Enligt enkäter i VINNOVAs tidigare studier om bioteknik och även i arbetet med att ta fram denna strategi har det visat sig att flertalet aktörer i det biotekniska innovationssystemet menar att det s.k. lärarundantaget starkt har bidragit till den positiva utvecklingen av små och medelstora företag med rötter i bioteknik. Det har ansetts vara ett verksamt incitament för forskarna att patentera samt i många fall starta bolag kring sina idéer. Lärarundantaget anses även ha bidragit till att svenska bolag framgångsrikt har attraherat investeringar av svenskt och utländskt kapital. Den senaste forskningspolitiska propositionen kan tolkas som att regeringen överväger att på sikt ta bort lärarundantaget. Två utredningar pågår för att utreda juridiska och andra aspekter av detta<sup>49</sup>. Dessa ska avslutas under 2005. Lärarundantaget bör inte tas bort innan en väl fungerande, effektiv och professionell struktur finns runt Sveriges universitet och högskolor. Det är inte fallet vid flertalet universitet och högskolor idag.

De i forskningspolitiska propositionen föreslagna ökade anslagen till lärosätenas holdingbolag förefaller underdimensionerade. Information, identifiering av idéer med kommersiell potential, patentrådgivning, kommersiell rådgivning, tidig affärsässig bedömning, licensiering m.m. kräver mycket kompetent personal. För att rekrytera, utveckla och behålla denna personal krävs en långsiktighet och större resurser.

I Danmark har man infört ett nytt system där universitetsanställda inte längre ensam äger rätten till sina uppfinningar. Det finns tecken på att detta har medfört att patenteringen minskar. När det nya systemet infördes i Danmark trodde man att patenterings- och kommersialiseringsaktiviteterna (licensiering och avknoppning) inom fyra år skulle gå med vinst. Nu tror endast ett fåtal av tekniköverföringsorganisationerna i Danmark att de kommer att gå med vinst ens i ett långsiktigt perspektiv och man begär ökad finansiering. Detta understryker att en avveckling av lärarundantaget kräver långsiktig planering.

---

<sup>49</sup> ”De ekonomiska sambanden mellan patentering och företags tillväxt”, Professor Ove Granstrand, Chalmers.

”Utredning om konsekvenserna av ett avskaffande av lärarundantaget”, Professor Marianne Levin, Stockholms universitet

### **FÖRSLAG:**

Infrastrukturen runt universiteten bör ges tid och tillräckliga medel för att utvecklas till mer professionella och effektiva organisationer för kommersialisering innan/om lärarundantaget tas bort. Man bör redan nu ange tidpunkt när/om man avser att ta bort lärarundantaget. Efter tre år omprövas volym och inriktning av eventuell vidare finansiering.

[50 Mkr/år, föreslagen aktör: lärosäten med stark biovetenskaplig profil, Innovationsbron, VINNOVA]

### **9.2.2 Fokusera inkubatorverksamheten inom biovetenskaper och bioteknik till ett fåtal noder**

I Sverige är det endast motiverat att utveckla ett fåtal inkubatorer specialiserade på biovetenskap. Detta beror på den specifika kompetens och helst omfattande tidigare erfarenhet av att kommersialisera biovetenskapliga projekt som krävs för att driva identifierade projekt vidare mot kommersialisering. Specialistinkubatorerna måste ha ekonomiska resurser som medger att de kan rekrytera rätt kompetens. Det behövs även en regional organisation, men kanske inte en vid varje universitet med biovetenskaplig forskning, för att genom uppsökande verksamhet informera om kommersialisering och identifiera idéer i forskningsmiljöer som sedan kan slussas vidare till en inkubator. Således behövs en väl fungerande samverkan mellan en regional infrastruktur och några centrala noder för vidareutveckling av identifierade projekt.

Flera framgångsrika bioteknikföretag är avknoppningar från större bolag. Det kan finnas en outnyttjad potential för framgångsrikt nyföretagande i etablerade företag. De etablerade företagen kan ha lovande projekt som väljs bort om de inte ligger i företagets produktfokus.

### **FÖRSLAG:**

1) Inkubatorprogrammet i Innovationsbrons regi stödjer ett fåtal specialistinkubatorer inom biovetenskaper och bioteknik och VINNOVA utformar enligt vilka kriterier de ska utvärderas.

2) Innovationsbron utformar ett program för att stimulera avknoppningar från större företag inom detta område.

[10Mkr/år, föreslagen aktör: Innovationsbron]

### 9.2.3 Utvecklingsprojekt i akademiska forskningsmiljöer

Det har i arbetet med strategin, i det närmaste enhälligt framhållits att det finns ett behov av att kunna driva projekt längre inom akademin innan en kostsam och tidskrävande process med att starta företag initierats. De flesta projekt inom det biovetenskapliga området innebär hög risk, långa utvecklingstider och stora kostnader. Därför krävs affärskompetens inom biovetenskap för att identifiera projekt som har en potential att leda till framtida produkter på marknaden och i förlängningen till tillväxt. Det har funnits alltför begränsade medel till affärsmässig utveckling av projektidéer, vilket har bidragit till att en del företag har startats för tidigt.

#### **FÖRSLAG:**

VINNOVA utformar i samverkan med inkubatorerna och Innovationsbron ett nationellt program för utvecklingsprojekt och förädling av idéer/teknologi i akademiska forskningsmiljöer.

[100 Mkr/år, förslagen aktör: VINNOVA]

### 9.2.4 Ökad personrörlighet mellan akademi och industri

Ett av industrins huvudargument för att etablera eller behålla verksamhet i Sverige är tillgången på välutbildad och kompetent arbetskraft. För att åstadkomma det krävs ett gott samarbete och personrörlighet mellan akademi och industri. Härigenom kan den forskningsintensiva industrin bättre följa den senaste vetenskapliga utvecklingen. Dessutom ökar kompetensen vid universitet och högskolor om hur projekt drivs i industrin.

#### **FÖRSLAG:**

1) Ett nationellt program för post-doktorala tjänster som underlättar samarbete mellan akademi och industri

[30 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA]

2) Ett program för forskartjänster som möjliggör för forskare från industrin att fortsätta karriären inom akademin

[10 Mkr/år, förstärkning av anslaget, Vetenskapsrådet]

3) Ett program för att knyta personer med erfarenhet av industriell projekt- och affärsutveckling till akademins excellenta forskningsmiljöer. Om möjligt genomförs detta i samarbete med industrin vilket skulle kunna innebära att personerna fortfarande kan vara anställda i industrin. De skulle då vidmakthålla sin industriella kompetens.

[20 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA i samarbete med andra finansiärer]

# 10 Allianser regionalt, nationellt, internationellt

De problem som företag och forskare försöker lösa med hjälp av bioteknik är idag så komplexa att samarbete med andra aktörer är en förutsättning. Det gör att möjligheterna för svenska forskare, företag och investerare att kunna följa och värdera den synnerligen snabba utveckling som sker inom både vetenskap och affärsverksamhet är starkt beroende av hur goda kommunikationskanaler svenska aktörer har till ledande aktörer internationellt.

Svenska forskare och företag är av tradition mycket internationellt orienterade. Utvecklingen inom biotekniken bjuder dock på nya utmaningar som Sverige måste anpassa sig till:

- Bioregioner över hela världen konkurrerar med varandra om investeringar från internationellt rörliga företag
- Även nystartade och små företag är beroende av att agera globalt
- En ökande andel av forskningsfinansiering sker i internationell konkurrens, bland annat genom EUs ramprogram för FoU
- Svensk medverkan i storskaliga internationella forskningsprojekt kräver strategiskt agerande och kraftsamling av nytt slag hos såväl universitet som forskningsfinansiärer
- Japan, Kina och andra länder i Asien stärker sin position inom biotekniken

## 10.1 Regionala initiativ i Sverige

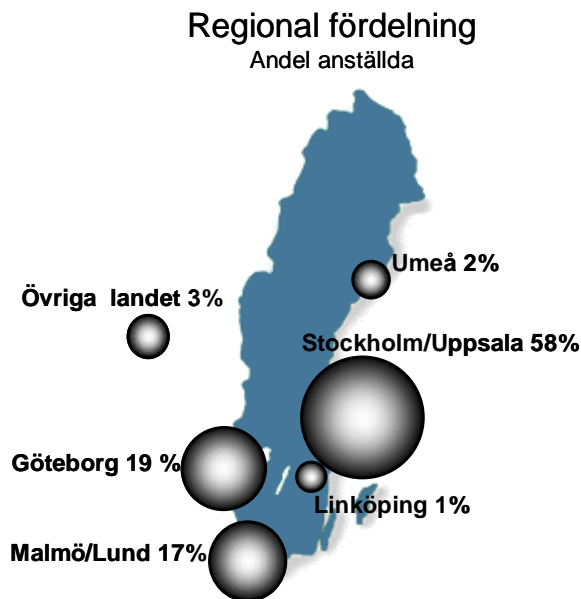
Internationellt är bioteknikföretag koncentrerade till städer med stark biovetenskaplig forskning, varav flertalet dessutom är storstäder. Boston och San Diego i USA och Cambridge och Oxford i Storbritannien är exempel på städer där den biovetenskapliga forskningens kvalitet och omfattning snarare än befolkningsunderlaget varit avgörande för en god tillväxt i bioteknisk industri.

I Sverige återfinns inte mindre än 94 procent av de anställda i läkemedels-, bioteknisk och medicinsk-teknisk industri i någon av de tre storstadsregionerna. Stockholmsregionen, inklusive Uppsala, Södertälje och Strängnäs, svarar ensam för 58 procent av de anställda. Göteborgs- och Skåne-regionerna är ungefär lika stora med 19 respektive 17 procent av de



anställda. Den medicinsk-tekniska industrin är något mindre koncentrerad till storstadsregionerna än läkemedels- och bioteknikindustrin och står för huvuddelen av de anställda i övriga landet.

**Figur 10-1 Regional fördelning av antal anställda i läkemedels-, bioteknisk och medicinsk-teknisk industri**

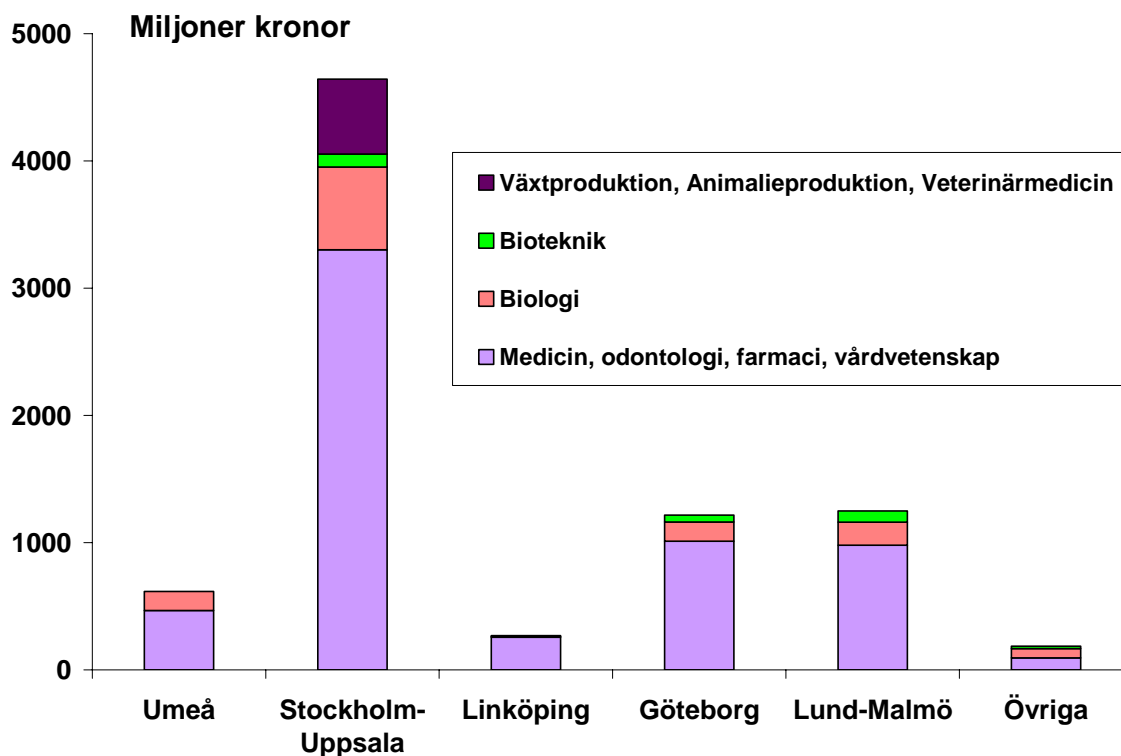


*Källa: Dolk T. & Sandström A., "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik", 2004*

Industrins fördelning mellan regioner överstämmer till stor del med den regionala fördelningen av universitetens forskning inom biovetenskaperna. Universiteten i Stockholm-Uppsala<sup>50</sup> svarade 2003 för ca 57 procent av de svenska universitetens samlade biovetenskapliga forskning, nästan exakt samma andel som för sysselsättningen i industrin. Motsvarande andel för universiteten i Göteborg och Lund-Malmö var i bägge fallen ca 15 procent, d.v.s. något lägre än regionernas andel av industrins sysselsättning. I Umeå och Linköping, med ca 8 respektive 3 procent av den biovetenskapliga forskningen, var däremot forskningsandelen flerfalt större än andelen av industrins sysselsättning.

<sup>50</sup> Karolinska Institutet, KTH, Sveriges Lantbruksuniversitet, Stockholms Universitet och Uppsala Universitet

Figur 10-2 FoU-utgifter för biovetenskap vid universitet i olika regioner 2003



Källa: Bearbetning av data från SCB

Anm: Hela SLU:s verksamhet har placerats i Stockholm-Uppsala trots att en väsentlig del bedrivs i Umeå.

I de regioner som idag har en etablerad bioteknisk industri, har under de senaste åren åtgärder för att främja denna industris fortsatta utveckling givits ökande prioritet bland politiska beslutsfattare, näringslivsutvecklande organ och berörda universitet. Bland vidtagna åtgärder kan nämnas:

- Identifiera den egna regionens starka och svaga sidor i internationell jämförelse
- I dialog mellan olika aktörer utveckla gemensamma visioner för regionens utveckling inom bioteknik och på andra sätt stärka samverkan för att åstadkomma bättre resursutnyttjande
- Internationellt marknadsföra regionen med sikte på att locka utländska företag att investera i regionen, ofta i samverkan med Invest in Sweden Agency (ISA)

- Underlätta etableringen av nya företag, särskilt med utgångspunkt i forskning vid lokala universitet, och anordna utbildning i de särskilda villkor som gäller för entreprenörskap inom bioteknik
- Genomföra fokuserade satsningar för att utveckla den egna regionens särskilda styrkeområden

Fyra regioner genomför med delfinansiering från VINNOVA, inom ramen det så kallade VINNVÄXT-programmet, riktade satsningar på särskilda profilområden inom biovetenskap där respektive region i ett nationellt perspektiv bedöms ha särskilt goda utvecklingsförutsättningar för stark forskning och innovation i samverkan mellan universitet, industri och politik. I Uppsala ligger fokus på ”bioteknikens metoder och verktyg”, i Skåne på ”funktionella livsmedel”, i Göteborg på dels ”biomaterial” och dels ”kardiovaskulära och metabola sjukdomar” samt i Linköping på ”individ Anpassade lösningar inom sjukvården”. VINNOVA bidrar med 10 miljoner kronor per år och initiativ under 10 år.

Ytterligare ett intressant exempel på regional profilering är den forskningsmiljö, Umeå Plant Science Centre, som 1999 etablerades gemensamt av Umeå Universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet och som idag hör till de absolut främsta i världen inom sitt område.

Flera initiativ har tagits för att utveckla samverkan inom hela eller delar av den bioregion som omfattar Uppsala, Stockholm, Södertälje och Strängnäs. Här finns bland annat fem universitet med betydande biovetenskaplig forskning. Tillsammans med Handelshögskolan i Stockholm bildade dessa 2004 Universitetsnätverket Stockholm-Uppsala för att inledningsvis inom forskning och forskarutbildning utveckla samverkan mellan universiteten med sikte på att härigenom stärka konkurrenskraften såväl hos respektive lärosäte som för hela nätverket. Av totalt tio områden som vid starten identifierats som kandidater för samarbete avser fyra biovetenskap: bioetik, bioinformatik, funktionsgenomik och försöksdjursverksamhet.

Skåne befinner sig i en unik situation genom sin närhet till Köpenhamnsregionen, där huvuddelen av dansk bioteknisk industri och biovetenskaplig forskning är lokaliserad. Ifråga om biovetenskaplig forskning är Lund-Malmö och Köpenhamn ungefärligen jämspelta. Däremot är den biorelaterade industrin i Köpenhamn med ca 29 000 anställda nästan fem gånger så stor som motsvarande industri i Skåne. Inom agrobioteknisk industri, med drygt 500 anställda i Skåne, dominerar dock den svenska sidan. För att stärka samverkan mellan Skåne och Köpenhamn inom bioteknikområdet, bland annat i internationell marknadsföring, har ett särskilt samarbetsorgan, Medicon Valley Academy, bildats.

Utvecklingen av Skåne som en bioregion i Sverige är starkt beroende av att visionen om Medicon Valley som en integrerad svensk-dansk bioregion

realiseras. Utöver det arbete som pågår på regional nivå förutsätter detta sannolikt också en viss forsknings- och näringspolitisk samordning på nationell nivå i Sverige och Danmark.

MedCoast Scandinavia är ett annat nordiskt samarbetsinitiativ inom bioteknik. Syftet med detta är att utveckla samverkan mellan Göteborgsregionen och Oslo-regionen inom det biomedicinska området. ScanBalt är en nätverksorganisation med uppgift att öka synligheten internationellt av den bioregion som omfattas av länderna i Skandinavien och kring Östersjön.

## 10.2 Internationellt FoU-samarbete

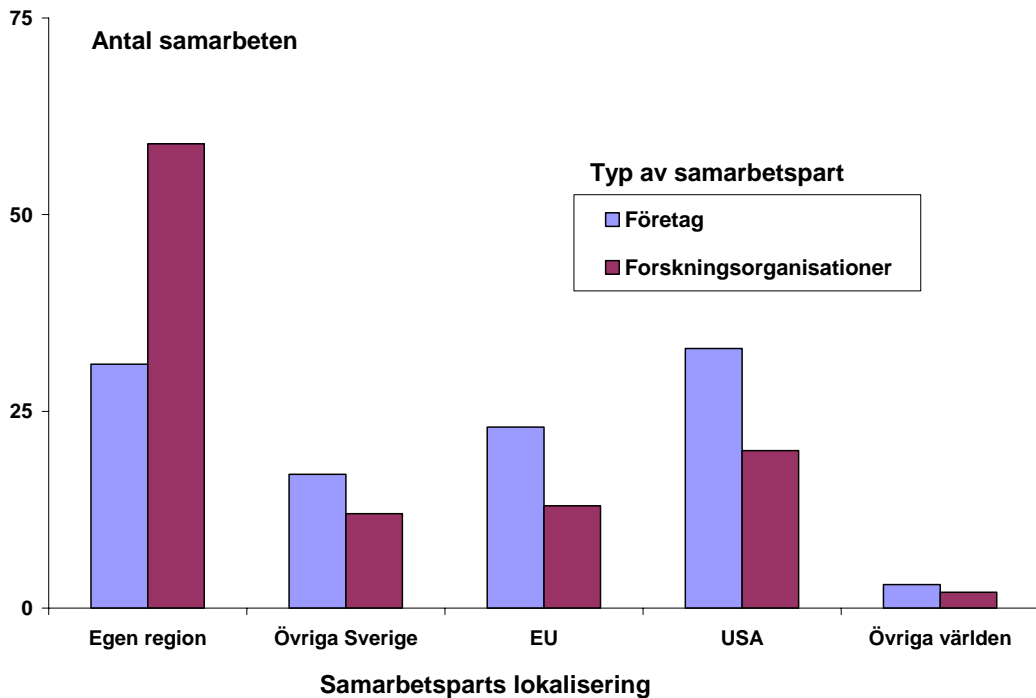
I en nyligen framlagd avhandling redovisas en undersökning av svenska bioteknikföretags formella samarbeten med andra företag och med forskningsorganisationer på olika avstånd.<sup>51</sup> Samarbeten som etablerades någon gång under perioden januari 1993 – maj 2002 har studerats. Totalt omfattar undersökningen 109 företag som alla hade verksamhet både 1999 och 2002, vilket innebär att studien kan antas väl återspegla förhållandena i bioteknikindustrin som helhet med undantag av de allra största företagen. Varken AstraZeneca eller Pharmacia ingår.

Det geografiska mönstret i företagens FoU-samarbeten framgår av Figur 10-3. Utländska företag är något vanligare som samarbetspartner än svenska företag. Däremot sker mer än två tredjedelar av samarbetena med forskningsorganisationer inom landet. Bland samarbetspartners i Sverige är dubbelt så många företag från den egna regionen som från övriga Sverige. Samarbete med forskningsorganisationer är fem gånger så vanligt förekommande i den egna regionen som med övriga landet. Samarbete med USA är ca 50 procent vanligare än samarbete med EU såväl när det gäller företag som forskningsorganisationer. Samarbeten utanför EU och USA förekommer i mycket liten utsträckning. Studien avser som nämnts formella samarbeten. Skulle även informella samarbeten inkluderas är det troligt att den egna regionen skulle framstå som ännu viktigare. Självfallet är inte alla samarbeten lika viktiga men kunskap saknas om eventuella skillnader kopplade till samarbetspartnerns lokalisering.

---

<sup>51</sup> Alm, H. "External Relations in the Product Development Process. A Study of Biotechnology Firms in Sweden", Doktorsavhandling Tema T, Linköpings Universitet, no 295, 2004

**Figur 10-3 Formella FoU-samarbeten etablerade av 109 svenska bioteknikföretag under perioden 1993-2002**



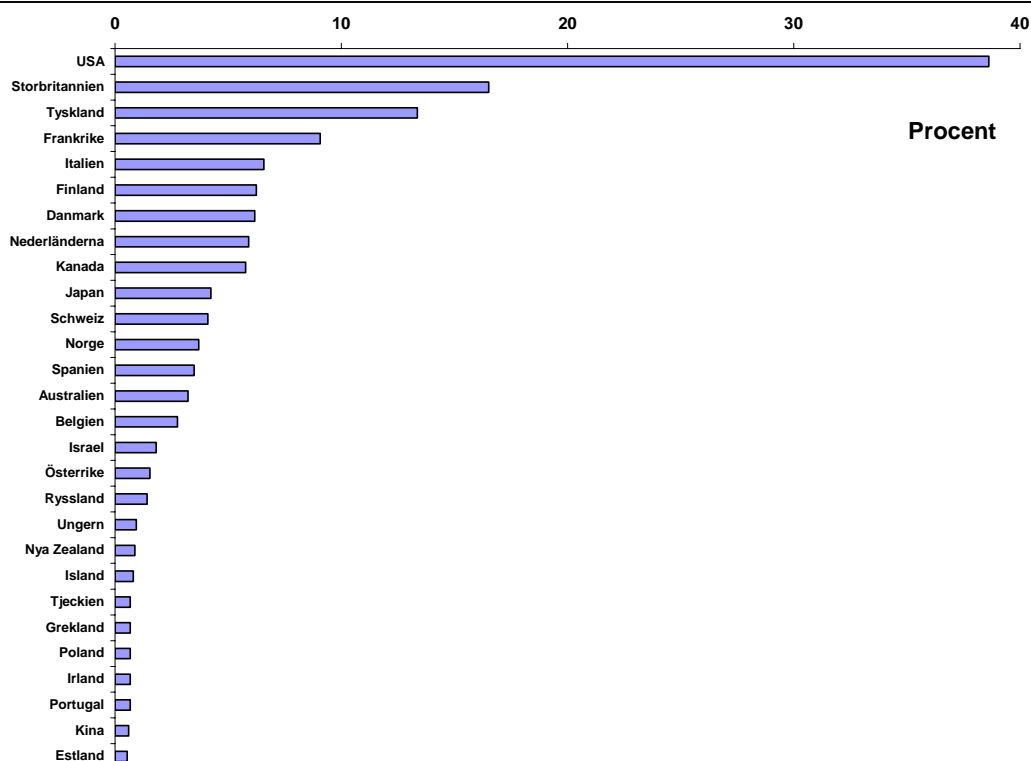
Källa: Alm, H. "External Relations in the Product Development Process. A Study of Biotechnology Firms in Sweden", Doktorsavhandling Tema T, Linköpings Universitet, no 295, 2004

Analys av samförfattarskap kan utnyttjas för att få en bild av mönstret i forskningsorganisationers internationella samarbete. Under perioden 1988-2003 medverkade författare från Sverige i 1489 artiklar i 27 ledande biovetenskapliga tidskrifter. Av dessa hade hela tre fjärdedelar också författare från minst ett annat land. 15 procent av alla artiklar hade författare från minst tre andra länder.

Figur 10.4 visar med vilka andra länder svenska forskare samförfattar vetenskapliga artiklar. Forskare från USA finns med i nästan 40 procent av alla artiklar med svenska författare. Motsvarande andel för Storbritannien och Tyskland som kommer närmast är 17 respektive 13 procent. För Japan och Kina är andelarna 4 respektive 1 procent.

Dessa data visar med all önskvärd tydlighet att ledande svenska forskare inom biovetenskap är mycket starkt integrerade i ett internationellt forskningssystem som domineras av USA.

**Figur 10-4 Andel av artiklar med författare från Sverige i 27 ledande biovetenskapliga tidskrifter 1998-2003 sampublicerade med författare från angivet land**



Källa: VINNOVA bearbetning av data från Science Citation Index

## 10.3 Åtgärdsförslag

### 10.3.1 Proaktivt agerande inför EUs sjunde ramprogram för FoU

Svenska forskare inom biovetenskap uppvisar ett högt deltagande i EUs sjätte ramprogram för FoU. Inom delområdet Life Science har hittills hela 5 procent av tillgängliga medel gått till svenska deltagare, varav huvuddelen forskare vid universitet. Även flera andra delprogram engagerar forskare från biovetenskaperna.

EU-kommissionen har nyligen presenterat ett förslag till ett sjunde ramprogram för FoU. Enligt detta föreslås under perioden 2007-2013 bland annat 8,4 miljarder euro avsättas till delområdet Hälsa, 2,5 miljarder euro till delområdet Livsmedel, Jordbruk och Bioteknik och 11,9 miljarder euro till ett nytt Europeiskt Forskningsråd. Det är rimligt att förvänta sig att en stor del av medlen från Forskningsrådet kommer att avse biovetenskaplig FoU. Sådan FoU kommer även att ingå i en del andra delprogram.

Om sjunde ramprogrammet genomförs enligt Kommissionens förslag och Sverige är lika framgångsrikt som i det sjätte, skulle Sverige genom

ramprogrammet årligen tillförs i storleksordningen 800-1100 miljoner kronor för biovetenskaplig FoU. Det är självfallet av stort vikt att forskare och företag i Sverige kan utnyttja denna finansieringsmöjlighet till att stärka sin FoU och sin position i det europeiska forskningsområdet. Även om ett antal svenska bioteknikföretag deltar i det sjätte ramprogrammet bedöms det finnas en potential för att väsentligt öka dessa företags deltagande. Offentliga stödinsatser med detta syfte avseende informationsinsatser, experthjälp respektive bidrag till utformning av ansökningar är motiverade.

Det regelverk som EU-kommissionen tillämpar för sin finansiering av projekt inom ramprogrammen har skapat problem för forskare vid svenska universitet och forskningsinstitut på grund av att dessa är relativt mer beroende av extern projektfinansiering än vad som är normalt i flertalet andra EU-länder. För forskare vid universitet täcker Kommissionen i princip endast de extra kostnader som är förknippade med det finansierade projektet. Löner för fast anställda forskare och overheadkostnader täcks därmed inte. Detta är dock kostnader som svenska forskare på ett eller annat sätt måste täcka för att kunna genomföra sitt arbete i projekt som finansieras över ramprogrammet. Detta har hittills oftast skett genom det funnits tillräckligt stort överlapp mellan Kommissionens projekt och projekt finansierade av svenska finansiärer så att medel från de senare kunnat utnyttjas för kostnader som Kommissionen inte täcker. Även om svenska forskningsfinansiärer i detta avseende har intagit en välvillig attityd för att underlätta deltagandet i ramprogrammet innebär ordningen betydande påfrestningar för alla parter. En effekt av det rådande systemet är att en stor del av innehållet i den inhemskt finansierade forskningen i praktiken styrs av beslut som fattas i Bryssel. Denna effekt kommer att ytterligare förstärkas i det sjunde ramprogrammet, vilket riskerar att leda till en ohållbar situation. Inför sjunde ramprogrammet framstår det därför som ofrånkomligt att svenska forskningsfinansiärer tydligare än hittills definierar sin roll som medfinansiärer av EU-projekt och principerna och formerna för sådan finansiering.

För att Sverige skall få ett gott utbyte av sitt deltagande i EUs ramprogram är det viktigt att svenska företag och forskare tar på sig rollen som koordinatörer inom områden där Sverige har särskilda styrkefaktorer och förutsättningar att spela en central roll. Forskningsfinansiärerna har en viktig roll att stödja initiativ av detta slag.

Från och med 2006 kommer den verksamhet som för närvarande bedrivs av EU/FoU-rådet att överföras till VINNOVA. Syftet är bland annat att härigenom den områdesspecifika kompetensen skall stärkas och att kopplingen mellan nationella programsatsningar och EUs forskningssamarbete skall förbättras. Det är viktigt att det planerade sekretariatet för planering, information och hjälp kring ramprogrammen har

flera personer med specialistkompetens inom det biovetenskapliga området som kan bistå med information kring och utforma ansökningar till ramprogrammen.

**FÖRSLAG:**

Inför EUs sjunde ramprogram för FoU utarbetar svenska forskningsfinansiärer en explicit policy, principer och villkor för sin medverkan som medfinansiärer av EU-projekt, inklusive eventuell finansiering av utformning av ansökningar.

[Föreslagen aktör: forskningsfinansiärer]

**Små och medelstora företags medverkan i EUs ramprogram**

Inom EUs ramprogram för forskning uppnås idag inte målen när det gäller små och medelstora företags medverkan. Det gäller även Sverige. Inför det sjunde ramprogrammet är det mycket viktigt att denna fråga hanteras.

**FÖRSLAG:**

Nuvarande EU/FoU-rådet bör ha flera personer med specialistkompetens om EU-frågor inom det biovetenskapliga området. Det bör även finnas kompetens om hur ansökningar för små och medelstora företag utformas till de biovetenskapliga delarna av ramprogrammen.

[Föreslagen aktör: EU/FoU-rådet, VINNOVA]

**10.3.2 Finansiering av internationellt samarbete utanför EUs ramprogram**

Både forskning och företagande är inom bioteknik i högre grad än inom de flesta områden globala till sin karaktär.

Som en del av Europa deltar Sverige i den omstrukturering av företagande och forskning som för närvarande sker inom det så kallade Europeiska Forskningsområdet (ERA). EUs ramprogram för FoU bidrar verksamt till att driva på denna omstrukturering.

Samtidigt som det finns all anledning att från svensk sida bejaka ambitionerna att stärka forskning och företagande i Europa, måste det understrykas att Sveriges behov av att utveckla internationellt samarbete går långt utöver deltagande i EUs ramprogram för FoU. Sverige har av hävd haft starka forskningskontakter med USA och behovet av att vidmakthålla och vidareutveckla dessa är fortfarande stort. Japan, Kina och andra länder i Asien spelar också en växande roll både som källor till kunskap och teknik och som marknader inom bioteknik.

Både USA och Japan satsar stora resurser på att bygga tekniska plattformar för storskalig biologi och förfogar idag i flera fall över de mest avancerade



anläggningarna i världen. Några av dessa utnyttjas redan av svenska forskare. Även om i många fall konkurrenskraftiga teknikplattformar kommer att kunna etableras på Europeisk nivå, är det viktigt att svenska forskare ges möjlighet att utveckla samarbete med de främsta miljöerna globalt oavsett var dessa finns.

Det finns flera skäl till att Sverige har anledning att anlägga ett globalt perspektiv snarare än att begränsa synfältet till Europa. Med många globalt aktiva företag och en befolkning som är språkkunnig, vitt berest och idag präglas av stor etnisk mångfald har Sverige både vetenskapligt och industriellt bättre förutsättningar än de flesta länder att agera verkligt globalt. Jämfört med länder centralt i Europa har Sverige däremot i ett europeiskt sammanhang ofrånkomligen en nackdel av att vara en liten ekonomi långt från befolknings- och marknadscentra.

Ett viktigt skäl för Sverige att satsa på att utveckla FoU-samarbete med i synnerhet USA och Japan är att företag i dessa länder kan förväntas svara för en huvuddel av de utländska direktinvesteringarna i Sverige inom bioteknik.

#### **FÖRSLAG:**

Ett program utformas för strategiskt FoU-samarbete med länder utanför EU som t.ex. USA, Japan, Kina. Detta program riktar sig till såväl företag som akademiska forskningsmiljöer

[100 Mkr/år, föreslagen aktör: VINNOVA i samarbete med andra finansiärer]

# 11 Appendix

## 11.1 Uppdraget och tillvägagångssätt

### Uppdraget

Regeringen har i regleringsbrev för budgetår 2004 givit VINNOVA följande uppdrag:

”VINNOVA skall i samverkan med berörda företag och finansiärer utveckla en nationell innovations- och forskningsstrategi för området bioteknik. Strategin skall fokusera på områden som har förutsättningar för hög tillväxt och internationell konkurrenskraft”

### VINNOVAs tolkning av uppdraget

VINNOVA har utarbetat en nationell strategi som utgår från och bygger på de mer eller mindre explicita strategier som olika aktörer i det svenska biotekniska innovationssystemet utvecklat. VINNOVAs utgångspunkt för strategin har varit att försöka identifiera behov som kräver särskild samordning och gemensamt agerande mellan enskilda aktörer och att föreslå åtgärder för att uppnå detta.

### Tillvägagångssätt

VINNOVAs arbete med strategin kan delas in i följande fem huvudmoment:

- 1) Analyser av det svenska innovationssystemet inom bioteknik (mars 2004 - februari 2005)
- 2) Dialog med aktörer regionalt och nationellt för att identifiera centrala frågeställningar för en bioteknikstrategi (maj 2004 - januari 2005).
- 3) Arbetet med precisering och förankring av huvudpunkter i bioteknikstrategi med stöd av en extern referensgrupp till (mars 2005 - maj 2005)
- 4) Bearbetning av utvalda frågeställningar i workshops (april 2004)
- 5) Färdigställande av rapport (februari 2005 - maj 2005)

Arbetet med strategin initierades av tidigare enhetschefer vid VINNOVA, Monika Carlsson Ulin och Lars Wärngård. Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp som har bestått av:

Maria Landgren, handläggare och projektledare för strategiarbetet, enheten för bioteknik

Anna Sandström, analytiker, avdelningen för innovationssystemanalys

Lennart Stenberg, analytiker/rådgivare, avdelningen för innovationssystemanalys.

Katarina Nordqvist, chef för enheten för bioteknik

### **Analys av det svenska biotekniska innovationssystemet**

Inom ramen för strategi arbetet har följande analyser genomförts

- Pipeline analysis of Swedish Biotech Industry. Analys genomförd 2004 av Sweden Bio finansierad av VINNOVA. Analysen har uppdaterats i februari 2005 av Sweden Bio tillsammans med ISA (Bilaga 1)
- "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik". Analysen har genomförts av Anna Sandström och Tage Dolk, Addendi AB tillsammans med och finansierad av svenska bioregioner ISA, NUTEK, AMS och VINNOVA (Bilaga 2)
- "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik. "Kompletterings-PM 0505 med hela Medicon Valley." Analysen har genomförts av Tage Dolk, Addendi AB och Stina Gestrelus, Medicon Valley och finansierats av Region Skåne. (Bilaga 3)
- "Behovsbilden inom svensk bioteknisk industri". Intervjuer med 35 bioteknisk företag. Analysen har genomförts av Per Wretblad, Institutet för Livsmedel och Bioteknik, SIK, finansierad av IRECO och VINNOVA (Bilaga 4)
- Bio(pharma)produktion i Sverige - Lägesbeskrivning februari 2005. Analysen har genomförts av Bo Norrman inom nätverket Biotechvalley.nu finansierad av IRECO och VINNOVA. (Bilaga 5)
- Bibliometrisk analys av utvecklingen av Sveriges position inom biovetenskap och bioteknik. Analysen har genomförts av Vetenskapsrådet och VINNOVA i samverkan. Resultat från arbetets första fas har utnyttjats i föreliggande rapport.

### **Dialog med aktörer i det svenska innovationssystemet för bioteknik**

Denna aktivitet har inneburit genomgång av olika aktörers strategier och dialog med ett stort antal aktörer. Syftet har varit att identifiera uppfattad

problembild för såväl de olika aktörerna som för Sverige i stort. VINNOVA har haft diskussioner med företrädare för Umeå universitet, Uppsala Universitet, KTH, Karolinska Institutet, Sahlgrenska Akademin, Chalmers tekniska högskola, Lunds Universitet och Tekniska högskola. Ytterligare aktörer som medverkat är Umeå Biotech Region, Stockholm and Uppsala Bioregion (STandUP), Göteborg Business Region, Medicon Valley. Diskussioner har också förts med AstraZeneca, Arexis, Bioinvent och Cellartis samt med Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

### **Extern referensgrupp till stöd för precisering och förankring av huvudpunkter i bioteknikstrategin**

För att kunna precisera och förankra strategin har VINNOVA haft stöd av en extern referensgrupp. Denna grupp består av representanter i beslutsfattande ställning från akademi, näringsliv och offentliga aktörer och följande personer har ingått i gruppen.

I referensgruppen har följande personer ingått:

Maria Anvret, Professor, Avd chef, AstraZeneca AB  
Per Belfrage, Professor, Lunds universitet  
Per Bengtsson, VD, Probi AB  
Mats Berggren, Projektledare, SwedenBIO  
Richard Bergström, VD, Läkemedelsindustriföreningen, LIF  
Britt-Marie Bertilsson, Programansvarig Teknik, MISTRA  
Håkan Billig, Huvudsekreterare medicin, Vetenskapsrådet  
Jan Brundell, Vice VD, LightUp Technologies  
Ulf Carlson, Vice President, Corporate R&D SCA  
Karin Forsberg Nilsson, Bitr. Huvudsekreterare medicin, Vetenskapsrådet  
Cristina Glad, Vice VD, BioInvent International AB  
Lena Gustafsson, Prorektor, Chalmers tekniska högskola  
Lars Hagel, Chef Research & Development, GE Healthcare  
Staffan Josephson, Generalsekreterare, Hjärt och Lungfonden  
Jörgen Lönngrén, Avdelningschef Life Science, Industrifonden  
Karin Markides, Vice GD, VINNOVA  
Björn Nilsson, Senior Vice President Biacore/Chairman SwedenBIO  
Maj-Inger Nilsson, VD, Stockholm Bioregion  
Jan Nylander, tf. VD, Innovationsbron  
Staffan Normark, VD, Stiftelsen för Strategisk Forskning, SSF  
Hans Nyctelius, VD, SwedenBIO  
Mats Pettersson, VD, Biovitrum AB  
Ulf Pettersson, Vice rektor, Uppsala universitet  
Akbar Seddigh, VD, Ortivus AB  
Hans Sievertsson, Professor, Ordf. Apotekarsocieteten  
Inge-Bert Täljedal, Rektor, Umeå universitet

Mathias Uhlén, Professor, KTH  
Harriet Wallberg-Henriksson, Rektor, Karolinska institutet  
Ylva Williams, Head of Life Science, Invest in Sweden, ISA  
Bengt Wranne, Dekanus, Hälsouniversitetet, Linköpings universitet

Referensgruppen har haft 2 heldagsmöten i mars respektive april 2005. Mötena har fokuserat på att arbeta med strategins vision, mål och konkreta rekommendationer och åtgärder.

### **Bearbetning av utvalda frågeställningar i workshops**

För att vidare bearbeta resultaten från dialogen med representanter för FoU-finansiärer, företag och regioner har VINNOVA även genomfört fyra workshops inom några viktiga delområden.

I april genomfördes workshops med följande teman;

- Strategi för området Biobaserad tillverkning, 6 april 2005
- Villkoren för kommersialisering av akademisk forskning inom Life Science/Bioteknik, 12 april 2005
- Behövs en ”roadmap” och strategi för området Bioengineering, 20 april 2005

Vid workshoppen med temat Biobaserad tillverkning respektive Bioengineering behandlades följande frågeställningar;

Nuläge i Sverige: styrkor, svagheter, drivkrafter och hinder

Att utifrån nuläge identifiera behov av samverkan och allianser mellan olika forskningsområden inom akademin som mellan akademi och företag och mellan företag. Behov av samverkan och allianser behandlades i såväl det regionala och nationella som i det internationella perspektivet.

Att utifrån diskussion av behov formulera konkreta förslag till åtgärder.

Deltagare var inbjudna representanter från akademi och företag. Vägledande vid sammansättningen var att företrädare från Umeå, Uppsala, Stockholm, Linköping, Göteborg och Lund, fanns representerade. Vidare fanns representanter från universitet, högskolor och institut.

Arbete med workshops med teman Biobaserad tillverkning och Bioengineering koordinerades av VINNOVA med hjälp av Processkonsulter från FBA.

För workshop med temat Villkoren för kommersialisering av akademisk forskning inom Life Science/Bioteknik behandlades följande frågeställningar:

Utifrån utgångspunkten att det för detta område är angeläget att innovationssystemet för kommersialisering utformas så att det är speciellt anpassat till detta områdes karaktär diskuterades:

- Vad som är mest angeläget att åtgärda på relativt kort sikt
- Att komma fram till förslag och handlingsplaner för sådana åtgärder
- Att identifiera på vilket sätt de olika aktörerna i samarbetet kan bidra till att få till stånd ett mer effektivt och kompetent system för kommersialisering
- Att enas om former för fortsatt dialog avseende hur arbetet skall fortskrida och följas upp samt hur en mer långsiktig strategi med åtgärder ska utformas.

Deltagare var inbjudna representanter från Innovationsbron nationellt och regionalt, universitetens holdingbolag, universitetskopplade inkubatorer, företag samt aktörer som förvaltar riskkapital i olika skeden. Vägledande vid sammansättningen var att regionala företrädare för holdingbolag och/eller inkubatorer från Umeå, Uppsala, Stockholm, Linköping, Göteborg, och Lund fanns representerade.

Workshop på temat kommersialisering koordinerades av VINNOVA i samarbetet med Näringsdepartementet med hjälp av professor Hans Sievertsson som var moderator på mötet. Sammanlagt deltog totalt ca 90 personer vid dessa tre workshops

I Bilaga 7 finns inbjudan samt deltagarlista för respektive workshop.

Utöver dessa tre workshops så genomförde också det svenska innovationsforskarnätverket ”Management and Economic of Biotechnology” i samverkan med VINNOVA en workshop på temat En nationell Strategi för svensk Bioteknik i Göteborg den 8 april.

Deltagare på mötet var inbjudna innovationsforskare från Chalmers tekniska högskola, Lunds universitet, Uppsala universitet, Köpenhamns handelshögskola och från ITPS. På mötet deltog också representanter för företagen Cellartis och Artimplant samt från Sahlgrenska Universitetssjukhuset och från Chalmers tekniska högskolas program för Bioengineering. På mötet deltog sammanlagt 18 personer

## Färdigställande av rapport

Vid två tillfällen i processen att sammanställa rapporten har den externa referensgruppen givits tillfälle att lämna synpunkter på texten.

## 11.2 Lista över separata bilagor

1. Pipeline analysis of Swedish Biotech Industry. SwedenBIO Stockholm Februari 2005.
2. Dolk T. & Sandström A., "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik" (kan beställas via VINNOVAs hemsida, [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)) 2004
3. Dolk T. & Gestrelus S., "Nationella och regionala klusterprofiler i Sverige - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik" Kompletterings-PM 05 med hela Medicon Valley
4. Vretblad P., "Behovsbilden inom svensk bioteknisk industri" Rapport till VINNOVA i december 2004
5. Norrman B. & Sewerin K., "Bio(pharma)produktion i Sverige - Lägesbeskrivning februari 2005, Rapport till VINNOVA från biotechvalley.nu och Biotechdevelopment 2005
6. PM – Skatteincitament för FoU-investeringar.
7. Inbjudan samt deltagareförteckning för workshops genomförda i april 2005

## 11.3 Referenser

Alm, H. "External Relations in the Product Development Process. A Study of Biotechnology Firms in Sweden", Doktorsavhandling Tema T, Linköpings Universitet, no 295, 2004

Bachman, R. "Industrial biotech – New value-creation opportunities " – Presentation at the BIO Conference, New-York (McKinsey & Company), 2003

Bergstrand, B. "Människor, kapital och innovationer – Hur Kanada attraherar utlandsinvesteringar inom bioteknik" ISA 2003

Bioteknikkommittén: "Att spränga gränser – Bioteknikens möjligheter och risker" SOU 2000:103

Brändén, H. "Genteknik, kloning och Stamceller", IVA 2002 (reviderad upplaga Vetenskapsrådet 2004)

Department for Trade and Industry, "Government Support To Bioscience"  
UK 2003

Durham, D., "Status for biotech production" 2004

EFPIA, the European Federation of Pharmaceutical Industries and  
Associations, <http://www.efpia.org>

EuropaBIO & ESAB, "A Vision for 2025, Industrial or White  
Biotechnology – A Driver of Sustainable Growth in Europe" input for the  
Industrial Biotechnology section of the European Technology Platform for  
Sustainable Chemistry, EU Kommissionen, [www.suschem.org](http://www.suschem.org)

EU Kommissionen, "Life sciences and biotechnology - A Strategy for  
Europe" 2002

Europeiska kommissionen, "Innovation in the pharmaceutical sector" 2004

Fjæstad B., Olofsson A. & Öhman S. "Svenskarna och gentekniken",  
Rapport från 2002 års Eurobarometer om bioteknik, Institutionen för  
samhällsvetenskap, Mitthögskolan, Östersund 2003

ITPS, "Initiativ och kapitalförsörjning till bioteknikindustrin - En  
kartläggning av Sverige Italien och USA med regionala exempel" 2004

James, C. "Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops:  
2004." ISAAA Briefs No. 32. ISAAA: Ithaca, NY. 2004 ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org))

Kommittén om genetisk integritet, Slutbetänkande, "Genetik, integritet och  
etik" SOU 2004:20

Kommittén om genetisk integritet, Delbetänkande, "Rättslig reglering av  
stamcells forskning" SOU 2002:119

Medicon Valley Academy, "From bioscience to new jobs" 2004

OECD Science, Technology and Industry Outlook 2004

Regeringens proposition: "Forskning för ett bättre liv", 2004/05:80  
Utbildnings- och kulturdepartementet 2005

SCB, "Forskning och utveckling inom företagssektorn 2003", UF 14 SM  
0401, 2004

STandUP-gruppen, "Frukterna av forskningen i livsvetenskaperna - den  
långa vägen till kommersialisering" 2004

SwedenBIO, "Biotechnology in Sweden - A national biotech agenda for  
growth" 2004



Teknisk Framsyn, "Biologiska naturresurser – en svensk styrka för framtiden" 2003

Teknisk Framsyn, "Framtidens hälso- och sjukvård – framsteg och utmaningar" 2003

Vetenskapsrådet, "Medicinsk forskning för hälsa, god sjukvård och ekonomisk tillväxt" 2003

Vetenskapsrådet, "Svensk medicinsk forskning – finansiering och konkurrenskraft" 2003



# VINNOVAs publikationer

Maj 2005

För mer info eller för att se tidigare utgivna publikationer se [www.VINNOVA.se](http://www.VINNOVA.se)

## VINNOVA Analys

### VA 2005:

- 01 Wood Manufacture - the innovation system that beats the system. *Finns endast som PDF. För svensk version se VA 2004:02.*
- 02 Nationella och regionala klusterprofiler - Företag inom bioteknik, läkemedel och medicinsk teknik i Sverige 2004
- 03 Innovation policies in South Korea and Taiwan. *Finns endast som PDF*
- 04 Effektanalys av nackskadeforskningen vid Chalmers - Sammanfattning. *Kortversion av VA 2004:07, för kortversion på engelska se VA 2005:05*
- 05 Impacts of neck injuries research at Chalmers University of Technology - Summary. *Kortversion av VA 2004:07, för kortversion på svenska se VA 2005:04*
- 06 Forskningsverksamhet inom produktframtagning i Sverige - en ögonblicksbild år 2004

### VA 2004:

- 01 The Swedish National Innovation System 1970-2003 - a quantitative international benchmarking analysis
- 02 Trämanufaktur - det systembrytande innovationssystemet. *För engelsk version se VA 2005:01*
- 03 Impacts of the Swedish Competence Centres Programme 1995-2003. *För kortversion på engelska respektive svenska se VA 2004:05 och VA 2004:06*
- 04 Telecom Dynamics - History and State of the Swedish Telecom Sectors and its Innovation System 1970-2003. Final Report. *Finns endast som PDF*
- 05 Impacts of the Swedish Competence Centres Programme 1995-2003 - Summary Report. *Kortversion av VA 2004:03, för kortversion på svenska se VA 2004:06*
- 06 Effekter av det svenska kompetenscentrumprogrammet 1995-2003 - Sammanfattande rapport. *Kortversion av VA 2004:03, för kortversion på engelska se VA 2004:05*
- 07 Effektanalys av nackskadeforskningen vid Chalmers. *För kortversion på svenska och engelska se VA 2005:04 och VA 2005:05*

### VA 2003:

- 01 Innovationssystemanalys inom flygindustri och luftfart. Förstudie
- 02 Swedish Biotechnology - scientific

publications, patenting and industrial development

- 04 Svensk sjöfartsnärings innovationssystem - igår, idag och imorgon

## VINNOVA Forum

### VFI 2004:

- 01 Informationsmiljön - åter till framtiden (*Innovationspolitik i Fokus*)
- 02 Svensk innovationskraft - visionen måste vara starkare än motståndet (*Innovationspolitik i Fokus*)

### VFI 2003:

- 01 Commercialization of Academic Research Results (*Innovationspolitik i Fokus*)

### VFI 2002:

- 01 Betydelsen av innovationssystem: utmaningar för samhället och för politiken (*Innovationspolitik i Fokus*)
- 02 Innovationspolitik för Sverige: mål, skäl, problem och åtgärder (*Innovationspolitik i Fokus*)
- 03 Teknikparkens roll i det svenska innovationssystemet - historien om kommersialisering av forskningsresultat (*Innovationspolitik i Fokus*)

## VINNOVA Information

### VI 2005:

- 01 VINNOVA in brief. *För svensk version se VI 2004:02*
- 02 Årsredovisning 2004

### VI 2004:

- 01 Årsredovisning 2003
- 02 VINNOVA i korthet. *För engelsk version se VI 2005:01*
- 03 VINNOVAs activities within Biotechnology.
- 04 VINN EXCELLENCE CENTER. *För engelsk version se VI 2004:05*
- 05 VINN EXCELLENCE CENTRES. *För svensk version se VI 2004:04*
- 07 Kompetenscentrum i siffror
- 08 The Swedish Competence Centres Programme. Third International Evaluation - Group 2-6 (19 Centres) and Overall Impressions and Programme-wide Issues.

### VI 2003:

- 01 Verksamhet inom Transporter

- 02 Årsredovisning 2002
- 04 The Competence Centres Programme. Third International Evaluation. Group 1 (8 Centres)
- 05 The Concept of Innovation Journalism and a Programme for Developing it. *Finns endast som PDF*
- 06 EUREKA

## VINNOVA Policy

### VP 2005:

- 01 Kunskap för säkerhets skull. Förslag till en nationell strategi för säkerhetsforskning
- 02 Strategi för tillväxt - Bioteknik, en livsviktig industri i Sverige

### VP 2004:

- 01 Nationell strategi för transportrelaterad FUD

### VP 2003:

- 01 VINNFORSK - VINNOVAs förslag till förbättrad kommersialisering och ökad avkastning i tillväxt på forskningsinvesteringar vid högskolor. HUVUDTEXT. *För bilagor se VP 2003:01.1*
  - 01.1 VINNFORSK - VINNOVAs förslag till förbättrad kommersialisering och ökad avkastning i tillväxt på forskningsinvesteringar vid högskolor. BILAGOR. *För huvudtext se VP 2003:01*
  - 02 Behovsmotiverad forskning och effektiva innovationssystem för hållbar tillväxt. VINNOVAs verksamhetsplanering 2003-2007. *För engelsk version se VP 2002:04, för fördjupad svensk version se VP 2002:03*
  - 03 VINNOVAs forskningsstrategi. Strategi för hållbar tillväxt
  - 04 Nationell Innovations- och forskningsstrategi för området Miljödriven teknikutveckling. *Finns endast som PDF*
- ### VP 2002:
- 02 Nationellt inkubatorprogram
  - 03 Behovsmotiverad forskning och effektiva innovationssystem för hållbar tillväxt. En fördjupad version av VINNOVAs verksamhetsplanering 2003-2007. *För kortversion se VP 2003:02, för engelsk kortversion se VP 2002:04*
  - 04 Effective innovation systems and pro-

blem-oriented research for sustainable growth. VINNOVA's strategic plan 2003 - 2007. *För svensk version se VP 2003:02 och VP 2002:03*

- 05 Nationell strategi för FoU inom området tillämpning av informationsteknik.

## VINNOVA Rapport VR 2005:

- 01 Effektivt arbete i processindustrin  
Hur man gör. Från strategi till genomförande
- 02 Teori och metod för val av indikatorer för inkubatorer. *Finns endast som PDF*
- 03 Informations- och kommunikationsteknik i USA. En översiktsstudie om satsningar och trender inom politik, forskning och näringsliv.
- 04 Information and Communications Technology in Japan. A general overview on the current Japanese initiatives and trends in the area of ICT.
- 05 Information and Communications Technology in China. A general overview of the current Chinese initiatives and trends in the area of ICT.
- 06 Hälsa och lärande - frågor för hälso- och sjukvårdssystemet
- 07 Samhandling för innovationsledd tillväxt
- 08 Tekniköverföring från landbaserade fordon till mindre fartyg - fas 1. *Finns endast som PDF*

## VR 2004:

- 01 Nya material och produkter från förnyelsebara råvaror. En framtidsbild och vägen dit. *För kortversion se VR 2004:02*
- 02 Nya material och produkter från förnyelsebara råvaror. *Kortversion av VR 2004:01.*
- 03 Evaluation of the NUTEK-VINNOVA programme in Complex Technical Systems 1997-2001. Utvärdering av ett FoU-program i Komplexa Tekniska System 1997-2001
- 04 Förnuft och känsla - en narrativ studie om äldre kvinnors bilkörning. *Finns endast som PDF*
- 05 Equipment for Rational Securing of Cargo on Railway Wagons. Utrustning för rationell säkring av last på järnvägsvagnar (jvgRASLA). *Finns endast som PDF*
- 06 Innovationspolitik för ITS. En studie av aktörsnätverk kring Intelligent Transport System. *Finns endast som*

*PDF*

- 07 Svensk forskning - rik på upplevelser. *Finns endast som PDF*
- 08 Fånga Vinden! - en klokbok för tillväxt
- 09 Utvärdering av det Nationella Flygtekniska Forskningsprogrammet
- 10 Forskning och Innovation i Småföretag. SBIR - Small Business Innovation Research. Ett amerikanskt program för behovsmotiverad forskning utförd av mindre företag
- 11 Arbetsgivarringar i Sverige - förekomst, funktion och nytta
- 12 Evaluation of the Öresund contracts for cross-border R&D cooperation between Denmark and Sweden
- 13 Det öppna svenska innovationssystemet - en tillgång för Sverige?

## VR 2003:

- 01 Fysisk planering i det digitala samhället. *Telematik 2004*
- 02 Kina störst på mobiltelefoni - konsekvenser för omvärlden. *Telematik 2006*
- 03 Framtidens fordon - mötet mellan två olika världar. *Telematik 2006*
- 04 Efter 11 september 2001: - Kan Storebror hejdas? *Telematik 2006*
- 06 Kunskapskultur och innovation. Innovationssystem kring energirelaterad vägtransportteknologi. Förstudie. *Finns endast som PDF*
- 07 Förändrad finansiering av transportforskningen. *Finns endast som PDF*
- 08 Inledande laboratorieförsök - Projekt AIS 32. Delrapport 1. *Finns endast som PDF*
- 09 Inledande fältförsök - Projekt AIS 32. Delrapport 2. *Finns endast som PDF*
- 10 Hur går det till i verkligheten? Innovationsprocessen utifrån 18 fall
- 11 Returlogistik - Utveckling av logistiksystem för returgodslöden. *Finns endast som PDF*
- 12 Genusperspektiv på innovationssystem - exemplet svensk musikindustri





VINNOVA är en statlig myndighet  
med uppgift att främja hållbar tillväxt  
genom utveckling av effektiva innovationssystem  
och finansiering av behovsmotiverad forskning.

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

---

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56 Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005  
VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se