

Jenny Clevström och Fredrik Lindvall

Amerikansk strategi avseende militärt viktiga teknologier – teknikapplikationer från området detektorer inom B/C- försvar

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Försvarsanalys 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0115--SE	Klassificering Användarrapport
	Forskningsområde 2. Utformning av totalförsvaret	
	Månad, år April 2001	Projektnummer E1406
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde Metod- och utredningsstöd	
Författare/redaktör Jenny Clevström Fredrik Lindvall	Projektledare Fredrik Lindvall	
	Godkänd av Jan-Erik Svensson	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig Fredrik Lindvall	
Rapportens titel Amerikansk strategi avseende militärt viktiga teknologier – teknikapplikationer från området detektorer inom B/C-försvar		
Sammanfattning (högst 200 ord) Rapportens övergripande syften är: att utifrån officiella dokument <i>ge inblick i strukturen och prioriteringarna</i> inom det amerikanska försvarets forskning- och teknikutveckling (FoT) avseende militärt viktiga teknologier; <i>att beskriva ett kritiskt teknologiområde</i> , detektionsteknologier för biologiska och kemiska agens, genom att lyfta fram några av de tekniker och områdesinriktningar som från amerikanskt håll ses som väsentliga och förväntas få stor betydelse för de nationella visionerna; <i>att föra ett resonemang kring de amerikanska ambitionerna och utvecklingen</i> av militär FoT samt <i>deras koppling till den nationella säkerheten</i> . Såväl visionsdokument som implementeringsplaner behandlas. De förra inriktade på strategier för vetenskap samt teknologi och de senare på grundforskning samt avancerad teknologiutveckling. Därutöver behandlas ett centralt teknikinventeringsdokument. Det övergripande syftet med den officiellt uttalade amerikanska strategin är att USA ska bevara sin militära överlägsenhet och ekonomiska ställning samt stärka sin förmåga att hantera icke-militära hot och vapenspridning (proliferation). Rapporten belyser, med utgångspunkt från den diskussion som förts i fackpressen, problematiken kring dessa frågor.		
Nyckelord strategi, säkerhetspolitik, kritiska teknologier, forskning, biotektorer, kemiskt- och biologiskt försvar, försvarsplanering, FoT, FoU, NSS&TS, JV 2010, DS&TS, BRP, DTAP, JWSTP, USA		
Övriga bibliografiska uppgifter Rapporten finns att tillgå i PDF-format hos rapportförfattarna.	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 58 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista Sekretess	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Defence Analysis SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0115--SE	Report type User report
	Research area code 2. Utformning av totalförsvaret	
	Month year April 2001	Project no. E1406
	Customers code 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Sub area code Metod- och utredningsstöd	
Author/s (editor/s) Jenny Clevström Fredrik Lindvall	Project manager Fredrik Lindvall	
	Approved by Jan-Erik Svensson	
	Scientifically and technically responsible Fredrik Lindvall	
Report title (In translation) American Strategy concerning military critical technologies – application within the field of detection technologies for biological and chemical agents		
Abstract (not more than 200 words) The purpose of the report is to <i>present priorities and structure</i> of the officially described federal American S&T program dealing with military critical technologies <i>and to give a glimpse of one part of a field of military critical technology</i> : detection technologies for biological and chemical agents. The report also aims at <i>discussing the American ambitions and the development</i> within S&T and <i>the connection to national security</i> . The officially described structure of the American defense science and technology (S&T) program includes documents of visional character and implementation plans. A document of inventoring character is also treated. The report gives insights into detection technologies for biological and chemical agents, an important technology field, which, according to the American point of view, is critical to reach goals in the national visions NSS&TS and JV 2010. Some of the technologies and priorities regarded as essential from the American point of view are highlighted. At the end of the report some reflections are made about the American possibilities to implement the S&T-strategy. The report looks at these questions starting with views from different writers who discuss the subject.		
Keywords strategy, security policy, technologies, detection technologies, biological and chemical defence, defence planning, S&T, R&D, NSS&TS, JV 2010, DS&TS, BRP, DTAP, JWSTP, U.S.A..		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 58 p.	
	Price acc. to pricelist Security classification	

Innehåll

1	<i>Studiens utformning</i>	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Rapportens syfte och avgränsningar	7
1.3	Disposition och källhänvisningar	10
1.4	Rapportförfattare	11
2	<i>Amerikansk strategi avseende vetenskap och teknologi</i>	13
2.1	Övergripande nationell vision	14
2.2	Försvarets strategi för vetenskap och teknologi (DS&TS)	22
2.3	Områdesprioriteringar inom DTAP och MCTL	29
3	<i>Detektionsteknologi för kemiskt och biologiskt försvar</i>	31
3.1	Val av teknologiområde	31
3.2	Allmänt om kemiskt och biologiskt försvar	32
3.3	Allmänt om sensorer	33
3.4	Vision avseende framtida detektionsmöjligheter	33
3.5	Befintlig teknologi och nya utmaningar	35
3.6	Behov	37
3.7	Miniatyrisering på nanometernivå	38
4	<i>Några reflexioner</i>	39
4.1	Syftet med den amerikanska strategin	40
4.2	USA och dess "ledande position"	41
4.3	Förutsättningar att genomdriva den amerikanska strategin	43
	<i>Bilaga A: Teknisk förklaringslista och beskrivning av några av DTAP:s program</i>	51
	<i>Bilaga B: Akronymförteckning</i>	55
5	<i>Bilaga C: Litteraturförteckning</i>	57

Figurförteckning

Figur 1 Amerikansk FoU år 2000 fördelad på privat, statlig och militär finansiering.....	9
Figur 2 Formell planeringsstruktur för amerikansk militär FoT.....	13
Figur 3 Totala amerikanska federala medel avsatta för grundforskning (FY1997).....	25
Figur 4 DoD:s fördelning av grundforskningsmedel bland utförare.....	26
Figur 5 Strategiska teknologiområden enligt DTAP.....	29
Figur 6 Kritiska teknologiområden enligt MCTL.....	30
Figur 7 Exempel på bruk av biodetektorer och förädlingssteg vid skapande av beslutsunderlag	34
Figur 8 Modell för utvärdering av en stats militära status	39
Figur 9 Exempel på tidsrymd mellan grundforskning och militär tillämpning.....	45

1 Studiens utformning

1.1 Bakgrund

FOI har inom uppdragsfältet HKV OA-verksamhet genomfört en studie avseende amerikansk strategi och långsiktig teknisk utveckling. Studiens fokus har lagts vid visioner inom, samt uppbyggnad av, det amerikanska försvarets teknik- och vetenskapsprogram (FoT-program). En övergripande strävan med arbetet var att koppla teknikpolitiska frågor till nationell säkerhet. Utgångspunkterna för valet av studieinriktning inom detta område är flera. USA har den största ekonomin och är det land som besitter den bredaste teknologiska basen och därigenom har det största inflytandet inom FoT. Därutöver har det amerikanska försvaret ambitionen att vara teknologiskt överlägset. Teknikpolitiska studier kopplade till nationell säkerhet torde därför ha mycket att hämta av att granska såväl prioriteringar som strukturuppbyggnad inom det amerikanska försvarets FoT-program.¹

Studien utgör del av den kompetensuppbyggande verksamheten inom området säkerhets- och teknikpolitik vid institution för säkerhetspolitik och strategi, FOI Försvarsanalys. Fler rapporter som kopplar teknikpolitiska frågor till nationell säkerhet kommer efterhand att genereras inom institutionen.

1.2 Rapportens syfte och avgränsningar

Rapporten har tre övergripande syften, två deskriptiva och ett reflekterande:

- Att redovisa den offentligt beskrivna strukturen och processen inom det amerikanska försvarets FoT-planeringsprogram samt studera de amerikanska strategiska och säkerhetspolitiska motiven för satsningar inom specifika teknologiområden.
- Att visa på en del av ett kritiskt teknologiområde som enligt den amerikanska synen förväntas ha stor framtida betydelse: detektionsteknologier för biologiska och kemiska agens (substanser), vilket är ett delområde inom biologiskt och kemiskt försvar.

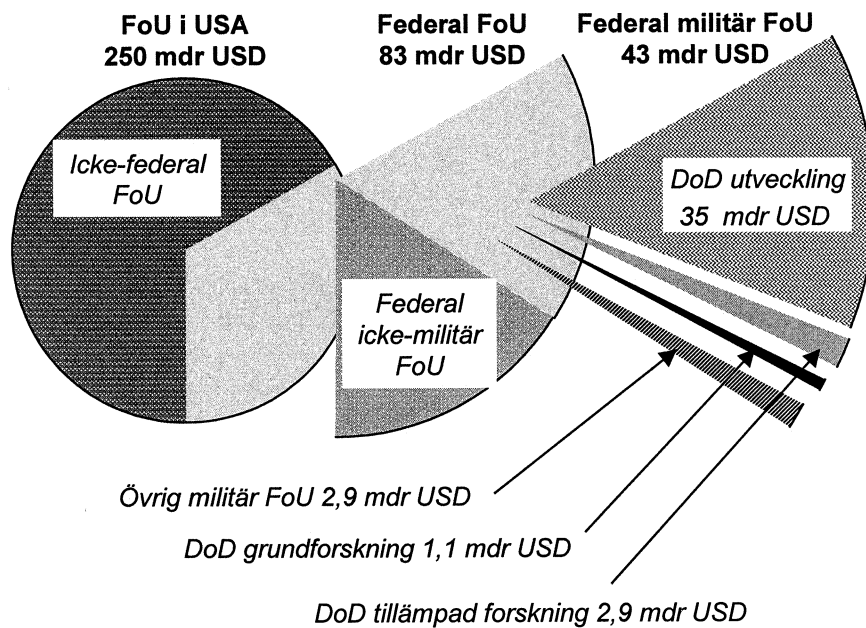
¹ De svenska begreppen FoT och FoU motsvarar de engelska beteckningarna S&T och R&D. Egentligen åsyftar dessa båda begrepp olika saker, men i de studerade dokumenten är användningen inte samstämmig. Det som i budgetsammanhang betecknas FoU (R&D) motsvarar i andra dokument ofta FoT (S&T).

- Att föra ett resonemang kring de offentligt uttryckta ambitionerna och den framtida amerikanska utvecklingen av militär FoT samt att reflektera över eventuella konsekvenser för den nationella säkerheten. Denna studie har små möjligheter att göra en fullödig beskrivning och bedömning av området, ambitionen är därför endast att ta upp några aspekter som förts fram i den allmänna debatten samt ge rapportförfattarnas egna reflektioner.

Studien tar upp en begränsad del av de impulser som kan sägas påverka amerikansk FoT. Självklart finns det många ingångsvärden, i form av tekniska råd m m, till den Pentagonstyrda försvarsteknologiprocessen. I detta arbete studeras de högsta beslutande organens grundläggande dokument. Med tanke på studiens begränsade omfång har detta urval funnits fruktbart (se vidare rubrik 1.3) även om flera andra viktiga instanser därmed valts bort. Exempel på det senare är Defense Science Board (DSB).²

Studien tar upp en volymmässigt begränsad del av amerikansk FoT och redogör för de, genom Pentagon styrda, planer och processer som skall förverkliga det amerikanska försvarets program. Rapporten behandlar därmed exempelvis inte den verksamhet som förekommer inom det amerikanska energidepartementet, där kärnvapenrelaterad FoT sköts. Därtill kommer att det federala militära FoT-programmet endast utgör en mindre del av landets totala verksamhet inom området. Mycket av viktig forskning och teknikutveckling bedrivs på annat håll, vid privata universitet och inom industrin. Detta behandlas inte heller i rapporten.

² DSB upprättades 1956 som ett ständigt utskott till "Assistant Secretary of Defense (R&D)". Utskottets ursprungliga uppgift var att sammanställa de möjligheter som kunskapsutvecklingen kunde erbjuda nya vapensystem. För närvarande har utskottet 32 medlemmar och 6 officiella medlemmar vilka väljs utifrån kompetens inom bl a forskning, teknologiapplikationer inom militära operationer, ingenjörskunskap, tillverkning och anskaffningsprocesser. Utskottet arbetar genom att utföra operativa studier där det förutom utskottsmedlemmar ingår experter på de frågor som skall behandlas. Utskottet rapporterar upptäckter, rekommendationer och förslag på implementeringsplaner direkt till försvarsministern genom "Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics" och arbetar samtidigt i nära samarbete med "Director Defense Research & Engineering" för att utveckla och stärka departementets forsknings- och utvecklingsstrategi för 2000-talet. DSB (2000).



Källor: Kapitel 7 i *Analytical Perspective* och tabell 9.7 i *Historical Tables*, FY2002 Budget of the U.S. Government

Figur 1 Amerikansk FoU år 2000 fördelad på privat, statlig och militär finansiering

Slutligen måste det konstateras att möjligheten att utvärdera huruvida satsade FoU-resurser ger planerat resultat är förknippat med flera problem. Bland annat är syftet inte nödvändigtvis att nå precisa mål, grundforskning har ibland som bakomliggande ambition att öppna vägen för nya och oförutsedda upptäckter. Därutöver är det svårt att relatera monetära medel till uppsatta målsättningar: å ena sidan överskrider utvecklingsprojekt ofta den planerade budgeten, å andra sidan kan nyttan, även ekonomisk sådan, vara större än planerad, t ex i form av civila applikationer. Föreliggande rapport har inte som ambition att utvärdera teknikområden eller enskilda satsningar.

1.3 Disposition och källhänvisningar

Rapporten har fyra kapitel. Kapitel 2 tar avstamp i den nationella säkerhetsstrategin för vetenskap och teknologi (NSS&TS)³ som publicerades 1995 av det nationella vetenskaps- och teknologirådet (NSTC).⁴ Därefter redogörs för innehållet i ett antal dokument som klargör de strukturer och processer tänkta att implementera de önskade målen inom amerikanska försvarets FoT-program. Kapitel 2 är en deskriptiv redogörelse av innehållet i dokumenten: NSS&TS, Joint Vision 2010 (JV 2010)⁵, Försvarets strategi för vetenskap och teknologi (DS&TS)⁶, Planering avseende grundforskning (BRP)⁷, Försvarets teknologiområdesplan (DTAP)⁸ och Försvarsgrenarnas gemensamma vetenskaps- och teknologiplan (JWSTP)⁹. Att denna del skulle anta en deskriptiv karaktär ingick i arbetets utgångspremisser. En organiserad och deskriptiv sammanställning av den komplicerade amerikanska strukturen kan vara av intresse för en vid krets av potentiella avnämare till denna rapport. Då inte annat anges, i form av fotnotsreferens till andra dokument, behandlas under respektive rubrik information från det dokument som framgår av rubriken.

I rapportens kapitel 3 görs en djupare analys inom området bioteknik och det specifika delområdet detektionsteknologier för biologiska och kemiska agens (substanser). Valet av område grundar sig på viljan att lyfta fram ett kritiskt teknologiområde som enligt den amerikanska synen förväntas ha stor betydelse för att nå mål uppsatta inom de övergripande nationella visionerna NSS&TS och JV 2010. Det rör sig bl a om förutsättningar för att nå informationsövertag inom ett givet operationsområde samt möjligheter att reducera egna förluster i strid. Rapporten lyfter fram några av de tekniker, områdesinriktningar och prioriteringar som från amerikanskt håll ses som väsentliga. Det tredje kapitlets redogörelse för den amerikanska synen på tekniska behov/möjligheter samt tidsramar för teknikapplikationer grundar

³ National Security Science and Technology Strategy. OSTP (1995).

⁴ National Science and Technology Council, ett beslutande råd med presidenten som ordförande som koordinerar de olika delarna i den federala vetenskaps- och teknologiforskningen. Detta gäller särskilt aktiviteter som kräver resurser från mer än ett federalt organ. NSTC:s uppgift är att fastställa nationella mål för de federala investeringarna inom vetenskap och teknologi. NUTEK (2000).

⁵ DoD (1996b).

⁶ Defense Science and Technology Strategy. DoD (1996a).

⁷ Basic Research Plan. DoD (1999a).

⁸ Defense Technology Area Plan. DoD (1999b).

⁹ Joint Warfighting Science and Technology Plan.

sig framförallt på dokumenten DTAP, 1999 (Chapter II, *Chemical/Biological Defense*) och Militarily Critical Technologies List, MCTL, (Part III: *Developing Critical Technologies*, Section 3: *Biological Technology*)¹⁰. I de fall som MCTL finns utsatt som litteraturreferens avses andra avsnitt av detta dokument än det ovan nämnda. Framställningen är på intet sätt en heltäckande redogörelse för alla utvecklingsprogram och tekniska möjligheter som detektionsområdet rymmer.

I det fjärde och sista kapitlet görs några reflektioner kring USA:s aktuella läge vad avser politisk ledning och målformulering. Genom att sammanföra detta med ett resonemang kring den aktuella amerikanska ekonomiska, tekniska och militära statusen diskuteras de amerikanska möjligheterna att förverkliga den nationella strategin avseende militärt viktiga teknologier. Strukturen på resonemanget kommer från en modell för bedömande av staters förmåga som tagits fram av RAND.¹¹ Den empiriska utgångspunkten är några nedslag i den diskussion som förts i fackpressen.

1.4 Rapportförfattare

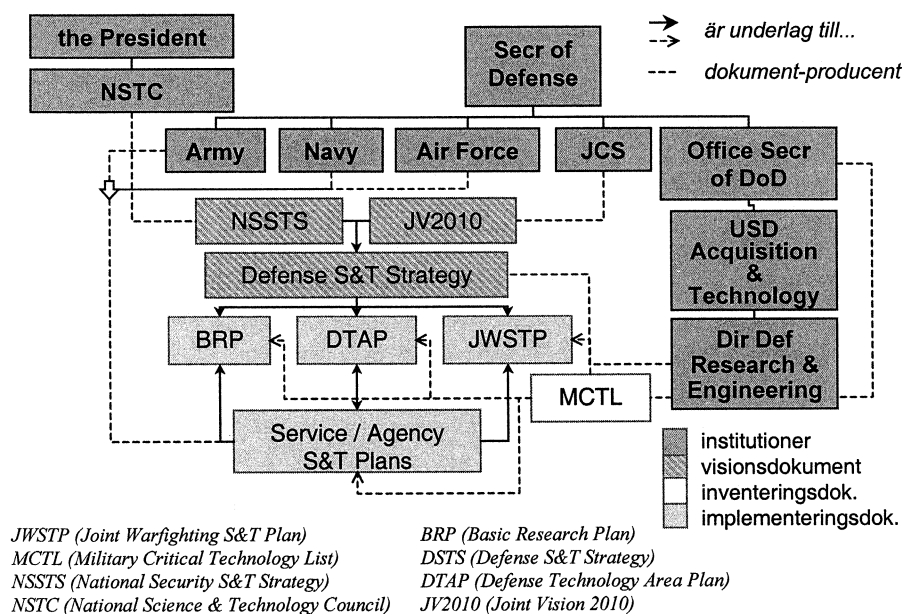
Huvudsakligt arbete och textförfattande har utförts av Jenny Clevström under projektledare Fredrik Lindvalls ledning. För det avslutande kapitlet 4 svarar vi båda tillsammans. Övriga som bidragit med hjälp är Ingemar Dörfer och Mike Winnerstig (FOI Försvarsanalys), Allan Linnarsson (FOI Forskningsstrategi), Gertrud Puu samt Torbjörn Tjärnhage (FOI NBC-Skydd). Rapporten finns även att tillgå i PDF-format hos rapportförfattarna.

¹⁰ DoD / "Office of the Secretary of Defense Critical Technology Program" utvecklar och publicerar med kongressens mandat ett dokument om militärt kritisk teknologi, MCTL. MCTL är en detaljerad sammanställning av teknologier som DoD bedömer vara kritiska för att bibehålla en amerikansk överlägsen militär kapacitet. MCTL behandlar alla slags uppdragsområden med särskild vikt lagd vid icke-spridningsverksamhet. MCTL används som teknisk grund för förslag gällande amerikansk exportkontroll inom t ex Wassenaar Arrangement, för licensgivande samt för underrättelseinhämtning. DoD (2000b).

¹¹ *Measuring National Power in the Postindustrial Age*. Tellis (2001).

2 Amerikansk strategi avseende vetenskap och teknologi

Den statliga amerikanska försvarsstrategin avseende FoT utgår från försvarsdepartementets (DoD:s) avdelning för forskning och teknik (DDR&E)¹². Avdelningen är ansvarig för övergripande inriktning och kvalitet vad gäller DoD:s FoT-program. DS&TS-programmet baseras på arbetet utfört inom BRP, DTAP samt JWSTP. De här dokumenten presenterar DoD:s FoT-vision, strategi och plan för genomförande. Dokumenten är en samarbetsprodukt från försvarsministerns sekretariat, militärledningen, högsta befälhavarna, försvarsgrenarna samt försvarsmyndigheterna.¹³ Strategin och planerna svarar mot NSTC:s nationella säkerhetsstrategi, NSS&TS, samt mot högsta militärledningens doktrin JV 2010.¹⁴ Strategin och planerna samt försvarsgrenarnas och försvarsorganisationernas individuella FoT-planer styr den årliga förberedelsen av försvarsprogrammet och budgeten.



Figur 2 Formell planeringsstruktur för amerikansk militär FoT

¹² Director, Defense Research and Engineering.

¹³ De översättningar som använts är: Försvarsministerns sekretariat (Office of Secretary of Defense, OSD); Högsta militärledningens stab (Joint Staff); Högsta befälhavarna (Commanders in Chief, CINC); Försvarsgrenarna (Military services); samt Försvarsmyndigheterna (Defense agencies).

¹⁴ Följande översättning har använts: Högsta militärledningen (Joint Chiefs of Staff).

2.1 Övergripande nationell vision

2.1.1 Nationell säkerhetsstrategi för vetenskap och teknologi (NSS&TS)

National Security Science and Technology Strategy, NSS&TS, beskrivs vara ett svar på f d president Clintons beslut 1995 om en översyn av vad som gjorts från amerikanska statens sida för att ställa FoT i den nationella säkerhetens och globala stabilitetens tjänst. Dokumentet säger sig lyfta fram de FoT-inriktningar och initiativ som hade till uppgift att stödja f d president Clintons tre primära nationella säkerhetsperspektiv: militär kapacitet och beredskapsförmåga; förmåga att förhindra konflikters uppkomst genom samarbete med andra nationer; samt verka för välstånd på hemmaplan.

Kalla krigets slut tillsammans med det snabba informations-, kapital-, och teknologiflödet beskrivs ha lett till en ny säkerhetspolitisk verklighet. NSS&TS:s säkerhetskoncept sägs därför grunda sig på de alltmer diversifierade och komplexa utmaningar som den nya situationen medfört. Ökad spridningsrisk av avancerade vapen och massförstörelsevapen till bl a "states of concern" lyfts fram som en av huvudfrågorna i denna nya kontext. Därutöver betonas regionala konflikter, miljöförstöring och resursutarmning som andra områden som kan komma att kräva diplomatisk verksamhet, militär beredskapsförmåga och ekonomiskt engagemang.

NSS&TS inriktar sig på att utröna FoT:s roll inom fyra områden:

1. Bibehållen militär styrka medelst vetenskap och teknologi
2. Icke-spridningsarbete (avseende avancerad militär teknik, s k proliferation)
3. Den breddade hotbilden - Utmaningen från de globala hoten
4. Stärka den ekonomiska säkerheten

2.1.1.1 Bibehållen militär styrka medelst vetenskap och teknologi

NSS&TS betonar att framtidens amerikanska militära styrkor måste förberedas för att möta en mer varierad hotbild än tidigare. Samtidigt beskrivs 2000-talets försvar innebära nedbantning och omstrukturering. FoT-utvecklingen inom bl a informationsteknik, sensorutveckling och simuleringsverktyg beskrivs kunna bidra till att lösa denna ekvation. Amerikanska styrkor skall genom teknikutvecklingen få en förbättrad lägesuppfattning vilket i sin tur skall möjliggöra realtidsagerande gentemot fienden utifrån realtids-

kunskap.¹⁵ FoT beskrivs även ligga till grund för att lyckas inom högprioriterade områden som att i en krigssituation hålla antalet sårade och dödade lågt, kunna mobilisera försvarsgrenarna snabbt och i koordinerade operationer, samt agera samfällt med andra nationer för att nå gemensamma säkerhetsmål. FoT framställs därutöver som viktigt för att kunna bekämpa terrorism, ett område som beskrivs som svårt att möta med konventionella styrkor.

De FoT-program som stöder USA:s militära styrkor leds framförallt av försvarsdepartementet, energidepartementet¹⁶ samt underrättelsetjänsten. Riktlinjer för övergripande investeringar sägs styras av att: upprätthålla teknisk överlägsenhet inom militär utrustning; säkra tekniska lösningar som från högsta militärledningen angivits som kritiska inför framtiden; balansera grundforskning och tillämpad teknologi för att nå tekniska framsteg; samt inkorporera kostnadseffektivitet som parameter i planeringsarbetet.

NSS&TS pekar på att det inom en rad viktiga teknologiområden inte längre är försvarsindustrin och försvarsforskningen som har övertag över civil FoT. Efterkrigstidens teknikflöden kännetecknades av att civila teknologier i stort sett var "spin-off"-produkter från militär utveckling. Dagens militära teknologiapplikationer är snarare "spin-on" varianter av civil FoT. NSS&TS betonar därför att många militärt viktiga teknologier drivs av snabbväxande och föränderliga civila applikationskrav.¹⁷ Omvänt finns det också teknologiapplikationer inom vilka DoD har specifik förmåga att ta ledning. Inom ytterligare andra teknologiområden är det pga att kommersiella intressen saknas nödvändigt att DoD bevarar sin egen FoT-förmåga.¹⁸ Kompetens behövs även inom försvaret avseende civil FoT för att skapa förståelse för den sammantagna teknikutvecklingen.

¹⁵ Tekniker som skall möjliggöra detta beskrivs bl a vara: radarsensorer för detektion av markmål; akustiska-, magnetiska- och laserdetektorer för lokalisering av ubåtar och minor; sensorer som lokaliserar inrättningar för produktion av kärnvapenmaterial; sensorer för detektion av BC-agens; bredbandsradar, multispektrala elektro-optiska sensorer och laserradar för att detektera uppskjutning av ballistiska robotar; digitalisering av slagfältet genom: data kompression, satellitbaserad kommunikation, datafusion, trådlös kommunikation, mikroelektronik m m.

¹⁶ Energidepartementets FoT-program prioriterar bl a studier av åldersrelaterade förändringar hos stridsdelar samt säkerheten inom kärnvapenlagring.

¹⁷ Gäller framförallt inom sektorer som mjukvara, datorer, elektronik, telekommunikation, avancerade material- och tillverkningsteknologier, bioteknik m m. DoD (1996a), s31.

¹⁸ DoD har exempelvis specifik förmåga att ta ledning inom icke-spridningsteknik, flygteknik och behandling av infektionssjukdomar. Det anges även vara nödvändigt för DoD att bevara sin egen kompetens inom t ex havsakustik och hydrodynamik. DoD (1996a), s32-34.

Ett flertal program har inrättats för att riva gränserna mellan försvarsindustrin och den civila dito. Bland vidtagna åtgärder nämns i NSS&TS "Defense Acquisition Reform" från 1994. Reformen beskrivs bl a ha införts för att förenkla uppköp av civila komponenter, produkter och tjänster för försvarsdepartementet och andra federala myndigheter. Därutöver nämns "The Dual-Use technology policy" som fastställer att USA inte har råd att upprätthålla två skilda industribaser. Riktlinjerna avseende denna dubbelanvändningspolicy stöds av "The Technology Reinvestment Project" (TRP) som beskrivs uppmuntra civila företag att ge försvarsdepartementet tidig tillgång till dubbelanvändningsteknologi. Inom TRP:s ramar skall även nya marknader med civil användningspotential för existerande försvarsteknologi sökas. På så sätt är det tänkt att kostnader skall kunna sänkas och teknologier kunna bevaras som annars skulle kunna försvinna p g a otillräcklig efterfrågan. "The Advanced Concept Technology Demonstration" (ACTD) är ett teknologiförsörjningsprogram som skall verka för en nära samverkan mellan aktiva styrkor och teknologiexperter. Genom ett sådant förfarande skall användaren kunna påverka utvecklingsprocessen i ett tidigt skede och försörjningsproceduren på så sätt hållas mer informationsstyrd.

NSS&TS lyfter fram att internationellt samarbete inom försvarsteknologi, genom standardisering och interoperabilitet, kan öka den ömsesidiga försvarskapaciteten länder emellan. Ett sådant samarbete beskrivs vidare kunna medföra en spridning av den finansiella bördan samt att tillgång till utländsk teknologi och innovationer främjas. Det poängteras emellertid även i dokumentet att internationellt samarbete inom försvarsteknologi kan innebära risker. NSS&TS betonar därför att ett land har att väga de fördelar som spridning av teknologi innebär gentemot de nackdelar som kan uppstå p g a att spjutspetsteknologi inte skyddas.

2.1.1.2 Icke-spridningsarbete

Vapenkontroll och verksamhet för att hindra spridning av massförstörelsevapen beskrivs i NSS&TS som en viktig del av USA:s säkerhetsstrategi för att reducera existerande militära hot och hindra nya från att uppstå.¹⁹ En

¹⁹ FoT-programmet för vapenkontroll och icke-spridning är en verksamhet som involverar flera federala myndigheter: "State Department" (inklusive "the Arms Control and Disarmament Agency"); energidepartementet; försvarsdepartementet och underrättelsetjänsten. Eftersom ingen av de enskilda myndigheterna har ett helhetsgrepp över både behov och FoT-resurser så har NSTC upprättats för att koordinera myndigheternas verksamhet. 1994 etablerade fd president Clinton "the Nonproliferation and Arms Control

sådan verksamhet sägs kräva en dynamisk blandning av politik, teknologi och diplomati.²⁰ Stora nedrustningar beskrivs ha utförts inom kärnvapenområdet tillsammans med Ryssland. Men uppkomst av nya kärnvapenstater (t ex Indien och Pakistan) och det faktum att andra länder befaras gå samma väg (t ex Nordkorea, Iran, Irak) gör att USA fortfarande ser kärnvapen som ett reellt säkerhetsshot. Den primära tekniska barriären som hindrar att kärnvapen sprids beskrivs vara begränsad tillgång till plutonium eller höganrikat uran, som båda är tekniskt krävande att producera. Att hindra smuggling ses därför som en vital angelägenhet.

NSS&TS tar upp det faktum att kemiska och biologiska vapen finns inom räckhåll för många länder, befolkningsgrupper och terrorister. Tillverkning av dessa båda typer av vapen kräver mindre sofistikerad teknisk utrustning än vad som är fallet vid kärnvapenframställning.²¹ Kontrollen av kemiska och biologiska massförstörelsevapen försvåras av den dubbelanvändningspotential som ryms inom framställningsteknologin.

Vapenkontroll och icke-spridningsansträngningar inkluderar förtroendeskapande åtgärder i form av vapenreducerande avtal och förhandlingar. Därtill kommer exportkontroll för att försvåra tillgång till kritiska teknologier och material för vapentillverkning samt nationell kontroll världen över för att hindra otillåten vapenöverföring. NSS&TS lyfter fram att FoT har en viktig roll att spela för att upprätthålla ett robust teknikprogram som kan bistå internationella icke-spridningsregimer med förbättrade teknologier och metoder. Djupgående teknisk kunskap beskrivs vara av stor vikt för att exportkontroll och verifikationsbestämmelser skall kunna utformas och implementeras.²² Detektions-, övervaknings- och verifieringskapacitet beskrivs vara i kontinuerligt behov av att förbättras för att hotande vapenaktivitet skall kunna upptäckas.

Technology Working Group” för att koordinera vapenkontroll och icke-spridningsrelaterad forskning.

²⁰ Som en kommentar till detta kan nämnas att FoU i sig inte är det viktiga för icke-spridningsarbetet. Snarare handlar det om implementering av detektionstekniker etc samt policyarbete.

²¹ Framsteg inom gentekniken har medfört att det idag finns stora möjligheter att relativt enkelt framställa farliga mikroorganismer och toxiner.

²² Privata företag har, genom att bidra med teknisk assistans, spelat en viktig roll i icke-spridningsarbetet. Exempelvis har ”Chemical Manufacturers Association” (CMA) bistått den amerikanska regeringens förhandlingsdelegation vid kemvapenkonventionsförhandlingarna med teknisk expertis under 15 år.

Tekniska framsteg inom det civila samhället kan utnyttjas för illegal framställning av avancerade vapen. En fin balansgång råder mellan att förhindra spridning av kritiska teknologier (restriktiv exportlagstiftning) och att kunna skörda ekonomisk vinst från tekniska framgångar (generös exportlagstiftning). NSS&TS betonar vikten av exportkontroll som ett redskap i icke-spridningsarbetet och USA:s exportkontrollsystem sägs inkludera hela skalan av vapenrelaterade teknologier.²³ Det internationella systemet för exportkontroll är endast så starkt som dess svagaste länk och USA säger sig därför intresserad av att "assistera" andra länder i utveckling av deras exportkontroll. USA är därför medlem av alla icke-spridningsrelaterade multilaterala exportkontrollregimer.²⁴ Samtidigt poängteras vikten av att minska exportkontrollsystemets negativa inverkan på den amerikanska ekonomin. Mer liberala exportlagstiftningsregler avseende exempelvis telekommunikationssutrustning har antagits.

De amerikanska säkerhetsåtgärderna kring avancerade vapen och vapenrelaterade teknologier beskrivs vara omfattande. NSS&TS nämner att energidepartementet spenderar runt \$ 800 miljoner varje år på säkerhetsåtgärder inom det amerikanska kärnvapenkomplexet. USA beskrivs även stödja en rad samarbetsprogram världen över för att stävja otillåten överföring. Speciellt framträdande säger man sig vara inom ansträngningar att stoppa kärnvapensmuggling samt vid att försäkra att lager av klyvbart material hålls under strikt kontroll. Under Clinton-administrationen har bl a ansträngningar gjorts från USA:s och Rysslands sida för att kontrollera de lager av plutonium och höganrikat uran (HEU) som är användbara för vapentillverkning.²⁵

²³ "State Department" reglerar, i enlighet med bestämmelserna i "Arms Export Control Act", exporten av vapen inkluderande hela vapensystem, robotar och för dessa specialutformade komponenter. Handelsdepartementet reglerar exporten av dual-use föremål, enligt "the Export Administration Act". Kärnvapenrelaterad export kontrolleras av "the Nuclear Regulatory Commission", energidepartementet och handelsdepartementet i enlighet med "Atomic Energy Act" samt i koordination med "State Department", försvarsdepartementet och "the Arms Control and Disarmament Agency".

²⁴ Exportkontrollregimer: "The Missile Technology Control Regime" (informellt arrangemang mellan 32 nationer avseende exportkontroll av robotar för massförstörelsevapen), "The Australia Group" (informellt konsultativt forum av stater med mål att begränsa överföring av material relaterat till kemiska och biologiska vapen), "The Nuclear Suppliers Group" (grupp av 34 länder som bidrar med riktlinjer för export vad gäller kärnvapen och dual-use utrustning) och "The Zangger Committee" (informell grupp av länder för icke-spridning av kärnvapen, har sitt ursprung i NPT). En kontrollregim som inte nämns i dokumentet är Wassenaar Arrangement. ACA (2000), Sipri (2000), Sipri (1999). http://projects.sipri.se/expcon/infcirc_539_1.htm

²⁵ Detta beskrivs ha skett i form av att säkra kärnvapenmaterial för stöldrisk, skapa förtroendeuppbyggande åtgärder genom datautbyte och ömsesidiga inspektioner, avstanna lagring av överskottsplutonium för vapenbruk samt omvandla överskottsplutonium och HEU till former som ej längre innebär ett säkerhetshot.

I NSS&TS beskrivs teknologier för övervakning, detektering och verifiering vara nyckelfaktorer inom icke-spridningsverksamhet. Bland annat nämns detektionsteknologier för inspektioner ”på plats” vara av stor vikt inom t ex Icke-spridningsavtalet (Non Proliferation Treaty, NPT), kemvapenkonventionen och andra kontrollregimer. Utrustningen behöver vara enkel, pålitlig och manipulationssäker och dokumentet talar om att bättre och billigare teknologi kan medverka till att inspektioner ”på plats” kan göras mindre inkräktande. Detta beskrivs i sin tur kunna underlätta implementering av nya avtal. Dagens snabba teknologispredning tas i NSS&TS inte enbart upp som ett fundamentalt hot mot icke-spridningsverksamhet. Samma FoT-utveckling anges kunna medföra nya teknologier med stor kapacitet att förbättra vapenkontroll och hindra spridning.

Enligt NSS&TS är det alltför snävt att begränsa icke-spridningsverksamhet till att enbart kontrollera och reducera massförstörelsevapen och konventionella vapen. Arbetet måste, anser man, också bestå i att verka för att stater upplever ett minskat behov av vapnen. Både USA och fd Sovjetunionen står inför uppgiften att omdirigera tusentals vapenforskare till nya uppgifter.

Internationellt vetenskaps- och teknologisamarbete beskrivs i detta sammanhang vara av stor vikt då det skulle kunna leda till reformsinnade vetenskaps- och teknologisamfund samt erbjuda nya civila möjligheter för tidigare vapenexperter.²⁶

2.1.1.3 Den breddade hotbilden – Utmaningen från de globala hoten

NSS&TS nämner en rad globala hot som man anser att USA inte kan isolera sig ifrån. Clinton-administrationen säger sig ha mött hoten genom att verka för hållbar utveckling samt föra preventiv diplomati. Några av de aktuella hot som nämns är sjukdomar som sprids över landgränser; miljöförstöring med globala konsekvenser; resursutarmning; klimatförändring och befolkningsexplosion. Vidare betonas naturkatastrofer och ekonomiska, sociala eller politiska faktorer som leder till flyktingströmmar och instabili-

²⁶ ”Cooperative Threat Reduction Program” (CTR) uppstod i kölvattnet av Sovjetunionens fall då hoten växte om uppkomst av nya kärnvapennationer och oron ökade kring den lösa kärnvapenkontrollen och risken av spridning av expertiskunskap till ”states of concern”. Tanken var att hjälpa de nyupprättade fd sovjetiska staterna att nedmontera och stärka säkerheten kring vapnen genom att omdirigera vapenforskare till civil forskning, konvertera militära produkter till civila varor, bistå med miljömässigt sunda destruktionsmetoder m m. FoT är en nyckelfaktor i CTR:s arbete och det samma gäller inom ”brain drain”-programmen ISTC, CRDF och IPP.

tet. Faktorer som i sin tur beskrivs öka risken för etniska och regionala konflikter. Förlorad biologisk diversifiering, kronisk hunger, analfabetism och sexuellt överförbara sjukdomar är andra potentiella hot som tas upp.

Som exempel på FoT:s roll i dessa sammanhang nämner NSS&TS övervakningsprogram för infektionssjukdomar vilka kan medföra att ovanliga sjukdomskluster kan spåras i tid och leda till att epidemier förhindras.²⁷ Teknologi för jordobservationer tas upp som en annan viktig komponent för att öka den prediktiva kapaciteten inom forskning rörande miljö och naturresurser.

2.1.1.4 Stärka den ekonomiska säkerheten

Ett centralt mål i den amerikanska nationella säkerhetsstrategin beskrivs vara att verka för amerikanskt välstånd genom ansträngningar på såväl hemmaplan som utomlands. NSS&TS skriver att den amerikanska ekonomin svarade för över en tredjedel av världsekonomin för trettio år sedan. Samma bidrag beskrivs ha fallit till en femtedel 1994. NSS&TS tar upp globaliseringen och den snabba teknologiutvecklingen som faktorer som bidragit till att sätta amerikansk industri under hård press. Dokumentet pekar ut teknologiskt ledarskap som konceptet för framgång inom den globala ekonomin och fd president Clintons administrationen säger sig ha satt FoT som grundstenar i strategin för ekonomisk säkerhet.²⁸

NSS&TS anger att en nyckelkomponent i den amerikanska strategin avseende ekonomisk säkerhet ligger i att världens nationer skall integreras ekonomiskt. Snabb ekonomisk tillväxt i andra länder sägs öka USA:s möjlighet till handel med dessa och man verkar för att ta bort handelsbarriärer och ge sitt starka stöd till WTO. Tanken är att en ökad ekonomisk integration för USA:s del skall öppna dörrar till nya marknader för inhemska produkter samt ge USA tillgång till utländsk kapacitet. Därutöver leder

²⁷ USA hade i många år ett system för att övervaka tuberkulos (TB). Under 80-talet sjönk dock de lokala och federala satsningarna på kontroll av infektionssjukdomar och 1986 upphörde övervakningen av multiresistent TB. När multiresistent TB sedan uppstod i slutet av 80-talet så uteblev varningssignalerna. Denna brist på "early warning" beskrivs otvivelaktigt ha bidragit till de direkta kostnader på \$ 700 miljoner som TB-behandling förde med sig.

²⁸ Åtgärderna sägs bl a omfatta att skapa ett klimat som gynnar innovationer och kommersialisering inom den privata sektorn, att skapa statliga partnerskapsprogram för långsiktig industriledd teknologiutveckling (industrin identifierar de behov de på längre sikt vill se utvecklade och delar tillsammans med staten risken i genomförandet av detta), att förenkla snabbt ibruktage av civila tekniker inom hela industrin, att upprätthålla starkt stöd för grundforskning samt att öka utnyttjandet av dubbelanvändningsteknologi.

detta, enligt den amerikanska synen, till att länder uppmuntras att adaptera frihandelsnormer vilket sägs minska internationella spänningar, stärka internationell tillväxt och politisk stabilitet. Samarbete inom FoT och framförallt då med länder som ses som framtida högprioriterade marknader ses från amerikanskt håll som en viktig länk i att stärka den ekonomiska och politiska integrationen.²⁹

2.1.2 Joint Vision 2010

Joint Vision 2010, JV 2010, beskrivs vara den begreppsmall som skall hjälpa försvarsgrenarna att utveckla sina unika kapaciteter inom ett förenat ramverk av doktriner och program. Till de operativa koncepten inom JV 2010 hör: flerdimensionell manöverförmåga; precisionsinsats; heltäckande skyddsförmåga; skräddarsydd logistik och informationsöverlägsenhet.³⁰ Tanken är att överlägsenhet inom alla operationsspektra (full spectrum dominance) skall uppnås genom synergieffekter uppkomna ur interaktion mellan koncepten. Begreppet avser kapacitet att dominera över fienden genom hela spektrat av militära operationer och lyfts fram som 2000-talets nyckelkoncept för de amerikanska styrkorna.

JV 2010 uttalar en rad teknologiers betydelse för de amerikanska väpnade styrkorna. Anpassning till, och utnyttjande av, nya teknologier beskrivs vara avgörande för att målen inom ovanstående koncept skall kunna uppnås.

JV 2010 ligger till grund för Joint Vision 2020 (JV 2020)³¹ som drar upp fortsatta riktlinjer för styrkorna. Fokus inom JV 2020 ligger, liksom inom JV 2010, vid att de amerikanska styrkorna skall vara överlägsna inom alla operationsspektra (övertygande i fred, avgörande i krig och de mest framstående i varje typ av konflikt).³² Strategiska koncept som avgörande

²⁹ The White House Office of Science and Technology Policy (OSTP) är ett centralt organ inom presidentens kansli som bl a utvecklar strategiska prioriteringar för FoT-samarbete med andra länder. Prioritet läggs vid nyckelstater, avseende stabilitet i sin region, som har en tillräcklig stark FoT-bas för att attrahera långtidsinvesteringar samt är en "marknad på uppgång" för amerikanska varor och tjänster.

³⁰ De översättningar som använts är: flerdimensionell manöverförmåga (dominant maneuver); precisionsinsats (precision engagement); heltäckande skyddsförmåga (full dimensional protection); skräddarsydd logistik (focused logistics) och informationsöverlägsenhet (information superiority).

³¹ DoD (2000a).

³² De översättningar som använts är: persuasive in peace (övertygande i fred), decisive in war (avgörande i krig), och preeminent in any form of conflict (mest framstående i varje typ av konflikt).

slagkraft, styrkeprojicering, utlandsnärvaro och strategisk snabbhet skall styra ansträngningarna inför att möta framtidens utmaningar.³³ Man framför att det är av stor vikt att fortsätta investeringen i ny militär kapacitet, men då JV 2010 identifierade teknologisk innovation som en vital komponent för att förändra samverkande styrkor, poängterar JV 2020 att det är viktigt att bredda fokus bortom teknologi och även fånga betydelsen av organisatorisk och konceptuell innovation.

JV 2020 menar att samverkande styrkor utgör nyckeln till framtida operativa framgångar. Även här trycker man på det faktum att det är viktigt att inter-operabiliteten inte bara är av teknisk art utan även består av procedurmässiga och organisatoriska element. De operativa koncept man vill uppnå är fortfarande flerdimensionell manöverförmåga; precisionsinsats; heltäckande skyddsförmåga och skräddarsydd logistik. Därtill tillkommer två koncept informationsoperationer och gemensam ledning.³⁴

2.2 Försvarets strategi för vetenskap och teknologi (DS&TS)

Director Defense Research and Engineering, DDR&E, är ansvarig för övergripande ledning, kvalitet och innehåll i DoD:s FoT-program Defense Science and Technology Strategy, DS&TS. Riktlinjerna fås bl a från presidentens nationella säkerhetsstrategi och de behov som identifierats från de militära förvaltningsorganen, högsta militärledningen och cheferna för de förenade kommandona.³⁵

Strävan efter teknologisk överlägsenhet beskrivs vara en självklarhet inom det amerikanska FoT-programmet. DS&TS pekar emellertid på att det idag krävs att detta uppnås genom en balanserad teknologi- och produktutveckling. Framförallt fyra övergripande investeringsprioriteringar beskrivs styra DoD:s FoT-program: kostnadseffektivitet; dubbelutnyttjande av försvarsindustri och civil dito; snabb teknologiöverföring från tidiga FoT-koncept till användning inom operativa styrkor; samt upprätthållande av en stark teknologibas.

³³ De översättningar som använts är: decisive force (avgörande slagkraft), power projection (styrkeprojicering), overseas presence (utlandsnärvaro) och strategic agility (strategisk snabbhet).

³⁴ De översättningar som använts är: informationsoperationer (information operations) och gemensam ledning (joint command and control).

³⁵ De översättningar som använts är: militära förvaltningsorgan (military departments) och cheferna för de förenade kommandona (the unified commanders).

Ur kostnadseffektivitetssynpunkt beskrivs möjligheten att uppgradera teknologier i system som redan är i tjänst vara av stor vikt. Framförallt anges detta vara möjligt inom områden som mjukvara, elektronik och inbyggda delsystem. Kostnader för användning, upprätthållande och uppgradering är för de flesta system högre än anskaffningskostnader. Därför talar NSS&TS om att hänsyn måste tas till ett systems fulla livscykelkostnad och att detta måste ske tidigt under pågående teknologiutveckling. DoD:s FoT-program anges ge hög prioritet till teknologier som utvecklas för att tjäna samverkande styrkor i syfte att få ett effektivt resursutnyttjande. Informationsteknologi beskrivs möjliggöra en tätare integrering och ett mer effektivt utnyttjande av en samlad styrkas ingående komponenter. En önskan uttrycks därför om att sensorer, vapen, kommunikationssystem, situationsdisplayer och navigeringssystem bör kunna fungera integrerat mellan de olika försvarsgrenarna.

För att få snabb teknologiöverföring från tidiga FoT-koncept till implementering inom operativa styrkor använder sig DoD:s FoT-program av "Advanced Technology Demonstrations" (ATDs) och ACTDs. ATDs är tänkta att identifiera nyckelteknologier redo för överföring samt att demonstrera deras kapacitet. ACTDs är till för att låta användaren utvärdera långt framskridna teknologier i fält över en längre tid för att uppskatta den militära nyttan. På så sätt involveras militärer i undersökandet av en teknologi då denna fortfarande befinner sig på utforskarstadiet vad gäller applikation. En iterativ förändring både av systemkonstruktion och användarkoncept beskrivs sålunda kunna ske utan att normala hinder och kostnader vid formell anskaffning behöver uppstå. Utmaningen för dagens amerikanska FoT-program anges vara att kunna överföra kostnadsöverkomlig teknologi till militär kapacitet snabbare än vad denna levereras till den internationella marknaden.

FoT-planeringsprogrammet utgår dels från att kartlägga operativa koncept och funktioner som behövs för att i framtiden kunna operera på önskat sätt. För att realisera funktionerna lanseras FoT-projekt som levererar teknologierna. En andra planeringsgren har istället sin utgångspunkt i föreliggande tekniska möjligheter från vilka möjliga applikationer projekteras.

Kongressen beviljar medel till försvars-FoT inom tre budgetkategorier: grundforskning; tillämpad forskning; och avancerad teknologiutveckling. De prioriteringar och riktlinjer som uttakas i DS&TS används för att modulera FoT-planeringen så att val görs inom budgetens begränsning samt för

att försäkra att såväl DoD:s övergripande prioriteringar som prioriteringar på komponentnivå tas i akt. Resultaten är en serie årligen utkommande dokument som implementerar denna FoT-strategi. DoD:s totala FoT-ansträngningar dokumenteras i JWSTP, DTAP och BRP.

På uppdrag av DDR&E har DUSD(S&T)³⁶ etablerat en planeringsprocess, försvarets vetenskaps- och teknologirådgivande grupp (DSTAG)³⁷, ansvarig för översyn av det arbete som pågår inom de paneler tillsatta att ta fram BRP, DTAP och JWSTP. Publicerade dokument genomgår en granskningsprocess, (TARA)³⁸, m a p de olika teknologiområdena där det kontrolleras att för planerna utsatta riktlinjer följs. Minst två tredjedelar av TARA-gruppens medlemmar beskrivs vara hämtade utanför DoD.³⁹ Efter granskningsgenomgången är det TARA:s uppgift att informera DSTAG om de rekommendationer som framkommit avseende nödvändiga förändringar för att FoT-programmet bättre skall överensstämma med uppsatta riktlinjer.

2.2.1 Planering avseende grundforskning (BRP)

Planering avseende grundforskning finns i Basic Research Plan (BRP).

Nyckelfaktorer inom BRP beskrivs vara att

- Arbeta efter framtidsvisionerna NSS&TS, DS&TS och JV 2010
- Inneha en flexibel och balanserad investeringsportfölj
- Besitta ett överlägset, konkurrenskraftigt, multidisciplinärt forskningsprogram
- Upprätthålla nödvändig utbildning och forskningsinfrastruktur
- Bedöma kvalitet och fokus

Försvarsgrundforskning sägs i DS&TS ha som mål att: upptäcka ny kunskap inom militärt relevanta områden; undvika att utsättas för teknologiska överraskningar; skapa teknologi som kan verka överraskande för motståndaren; upprätthålla ett vetenskapssamfund som utnyttjar ny kunskap för att söka ny

³⁶ Deputy Undersecretary of Defense (Science and Technology).

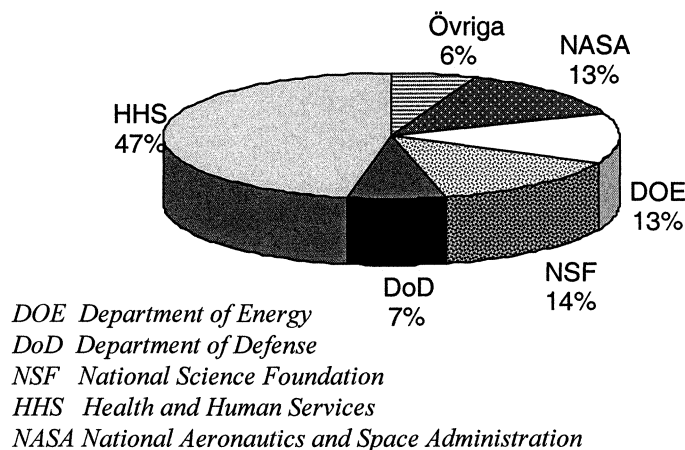
³⁷ Defense Science and Technology Advisory Group.

³⁸ Technology Area Review and Assessment.

³⁹ De flesta experterna anges komma från "The National Academy of Sciences", "The National Academy of Engineering", "The Institute of Medicine", DSB, de vetenskapsrådgivande råden inom de militära förvaltningsorganen, industrin samt den akademiska världen. DoD (1999b), s xviii-xix.

militär kapacitet; samt träna nästkommande generations forskare och ingenjörer inom områden kritiska för nationens säkerhet.⁴⁰

För tidsperioden 1 okt 1998 till 30 sept 1999 (FY1999) nämns i BRP att \$ 1.1 miljarder har avsatts till DoD:s grundforskning. Detta kan jämföras med den nationella försvarsbudgeten som totalt avsatte \$ 38.3 miljarder till RDT&E (Research, Development, Technology and Engineering) FY1999.⁴¹ DoD:s forskning var 1999 organiserad inom tolv discipliner av betydelse för den nationella säkerheten.⁴² DoD:s investering inom dessa områden står för endast 7% av de totala federala medlen avsatta för grundforskning (se figur 3 nedan). Eftersom DoD-stödet fokuseras till ett antal kritiska områden kan DoD ändå stå som huvudfinansiär inom dessa.



Källa: DoD (1999), *BRP*, figure II-1 och II-3

Figur 3 Totala amerikanska federala medel avsatta för grundforskning (FY1997).

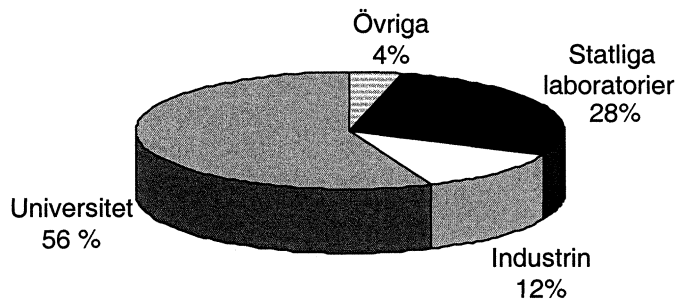
Universiteten är DoD:s nyckelutförare av grundforskning. (se figur 4 nedan). Speciellt viktiga ämnesområden bedöms matematik, datavetenskap,

⁴⁰ DoD (1996a), s35.

⁴¹ DoD (2000c).

⁴² Disciplinerna var fysik, kemi, matematik, datavetenskap, elektronik, materialvetenskap, mekanik, "terrestrial sciences", "ocean sciences", atmosfär- och rymdvetenskap, biologisk vetenskap samt kognitiv och neural vetenskap.

elektrisk och mekanisk ingenjörsvetenskap, optik, materialkunskap och oceanografi vara. Forskning utförs även vid DoD-laboratorier, inom andra federala laboratorier samt inom industrin. Forskningsområden som i 1999 års BRP ansågs vara av stor betydelse för den nationella säkerheten var bioefterliknande processer, nanovetenskap, smarta strukturer, mobil trådlös kommunikation, intelligenta system och kompakta energiförsörjare.⁴³



Källa: DoD (1999), *BRP*, figure II-2 och II-5.

Figur 4 DoD:s fördelning av grundforskningsmedel bland utförare.

Grundforskning har bäring på både den militära och civila sektorn. DoD:s grundforskningsprogram beskrivs sålunda stödja såväl den ekonomiska som den nationella säkerheten. Upptäckter och innovationer som resultat av grundforskning är emellertid inte en linjär process. DoD säger sig sprida detta risktagande genom interdisciplinär forskning och återkopplingsprocesser. Operativa krav och nya forskningsresultat beskrivs genom det senare kunna föras in i programmet kontinuerligt så att BRP kan hållas inriktat mot teknologier som kan möjliggöra att framtida militära visioner realiseras. DoD säger sig ha som grundtanke att forskning inte skall vara något som pågår separat från andra verksamhetsområden. Samtidigt betonas att for-

⁴³ De översättningar som använts refererar till följande begrepp: biomimetics (framställning av nya material, processer och sensorer som efterliknar system i naturen); nanoscience (utveckling av kontrollerbara struktur-, material- och komponentegenskaper i nanometerskala); smart structures (långt framskriden kapacitet för att modellera, förutspå, kontrollera och optimera dynamiska svar från komplexa system inom land-, havs- och flygfarkoster); mobile wireless communications (skall möjliggöra snabb och säker transmission av stora kvantiteter multimedia information över bl a nätverk med C⁴ISR system); intelligent systems (utveckling av långt framskridna system som kan känna av, analysera, lära och anpassa sig samt fungera effektivt i en osäker, föränderlig miljö) och compact power sources (kompakta energiförsörjare).

skningen skall kunna utvidga den militära visionen genom att introducera vad vetenskapen nyligen gjort möjligt.

Försvarsgrenarna och försvarsmyndigheterna utvecklar sina egna investeringsplaner inom de tolv disciplinerna. Genom en process kallad reliance sker en TARA-granskning som kontrollerar såväl den aktuellt rådande forsknings- och teknologinivån som interaktionen mellan DoD:s olika enheter.⁴⁴ Granskningen startar på projektnivå inom de individuella forskningsorganisationerna (Army Research Office, Office of Naval Research och Air Force Office of Scientific Research). Sedan följer en granskning på programnivå av de samverkande forskningsorganisationerna och BRP tas fram.

2.2.2 Försvarets teknologiområdesplan (DTAP)

Defense Technology Area Plan, DTAP, dokumenterar tillsammans med Joint Warfighting Science and Technology Plan, JWSTP, fokus, innehåll och principiella mål för DoD:s övergripande teknologiansträngningar inom budgetkategorierna tillämpad forskning och avancerad teknologiutveckling. DTAP beskrivs ta ett horisontellt perspektiv över enheternas och försvarsorganisationernas ansträngningar och drar upp riktlinjer för den totala DoD investeringen inom en given teknologi. Planen sägs vara strukturerad för att svara mot FoT-programmets betoning av snabb teknologiöverföring till operativa styrkor och skall utgöra en adekvat basis för anskaffningsbeslut. 1999 års DTAP belyser elva ämnesområden som centrala för det amerikanska försvaret.⁴⁵ DTAP:s tekniska specialister, inom de paneler som svarar för de olika teknologiområdena, kommer från försvarsgrenarna och försvarsmyndigheterna.

FoT-investeringarna fokuseras och styrs genom Defense Technology Objectives (DTOs).⁴⁶ Varje DTO identifierar ett specifikt teknologiframsteg som skall utvecklas eller demonstreras. Datum anges då avsedd teknologi

⁴⁴ TARA-processen beskrivs i avsnitt 2.2.

⁴⁵ Ämnesområdena är: luftfarkoster; kemiskt och biologiskt försvar; informationssystemsteknologi;

mark- och sjöfarkoster; material/processer; biomedicin; sensorer, elektronik och lägesuppfattning inom operationsområdet; rymdfarkoster; hjälpmedel på individnivå för fysiska påfrestningar; vapensystem; nukleär teknologi.

⁴⁶ DTO presenteras i en separat volym bestående av två delar, en för DTAP och en för JWSTP. 1999 års DTAP innehåller beskrivningar av 347 DTOs. Omkring 70% av dessa stöder DTAP, resterande stöder JWSTP.

skall finnas tillgänglig, specifika fördelar som utveckling av den nya kapaciteten förväntas ge upphov till, samt resurser som krävs för att nå önskad kapacitet. DTO behandlar inte enbart fördelar som rör operativ kapacitet utan tar även hänsyn till parametrar som kostnadseffektivitet och dubbelanvändningsmöjlighet.

DTAP anger att totala anslagna medel till DTAP-verksamhet för FY2000 var \$ 6.3 miljarder. Detta kan jämföras med den nationella försvarsbudgeten som för FY2000 totalt avsatte \$ 38.4 miljarder till RDT&E (Research, Development, Technology and Engineering).⁴⁷

2.2.3 Försvarsgrenarnas gemensamma vetenskaps- och teknologiplan (JWSTP)

Joint Warfighting Science and Technology Plan, JWSTP, beskrivs liksom DTAP ta ett helhetsperspektiv över planerna för tillämpad forskning och långt framskriden teknologiutveckling inom de militära styrkorna och försvarsmyndigheterna. Detta för att försäkra att erforderliga teknologier och koncept för vapengrensöverskridande verksamhet och internationella insatser stöds. Planen skall försäkra att militärens behov balanseras och stöds korrekt i DoD:s FoT-planering, budgetering, och utförande på kort, medellång och lång sikt. JWSTP fokuseras kring Joint Warfighting Capability Objectives (JWCOs) som bl a stöder de fyra operativa koncepten inom JV 2010. Ett grundläggande drag inom JWSTP beskrivs vara att identifiera mekanismer som tillåter att teknologiöverföring till militärer i fält sker i tid innan tekniken blir obsolet eller faller i motståndarens händer.

⁴⁷ DoD (2000c).

2.3 Områdesprioriteringar inom DTAP och MCTL

Defense Technology Area Plan, DTAP, är den områdesplan som skall ”guida” DoD:s investeringsbeslut inom budgetkategorierna tillämpad forskning och avancerad teknologiutveckling. DTAP kan beskrivas vara en implementeringsplan. Följande 11 strategiska systemområden tas upp i 1999 års DTAP:

Mark- och sjöfarkoster	Vapensystem	Biomedicin	Material & processer
Luftfarkoster	Informations-systemsteknologi	Nukleär teknologi	Hjälpmedel på individnivå för fys påfrestningar
Rymdfarkoster	Sensorer, elektronik & lägesuppfattning	Kemiskt och biologiskt försvar	

Figur 5 Strategiska teknologiområden enligt DTAP

DoD ”Office of the Secretary of Defense Critical Technology Program” utvecklar och publicerar med kongressens mandat ett dokument om militärt kritiska teknologier, Military Critical Technology List (MCTL). Dokumentet är en detaljerad sammanställning av teknologier som DoD bedömer vara kritiska för att bibehålla en amerikansk överlägsen militär kapacitet. I MCTL behandlas alla slags uppdragsområden med särskild vikt lagd vid icke-spridningsverksamhet. MCTL används bl a som teknisk grund för förslag gällande amerikansk exportkontroll inom t ex Wassenaar Arrangement, för licensgivande samt för underrättelseinhämtning. MCTL kan betecknas som ett kunskapsinventerande dokument. Dokumentet ligger utlagd på nätet och uppdateras kontinuerligt. Den aktuella versionen (april 2001) urskiljer 20 kritiska teknologiområden:

Flygteknologi	Biomedicinsk teknologi	Energisystems-teknologi	Informations-systems-teknologi
Vapen och energetiska material	Kemiteknologi	Elektronik-teknologi	Optik och laserteknologi
Bioteknologi	Riktad och kinetisk energiteknologi	Markfordons-teknologi	Tillverknings och monterings-teknologi
Marinteknologi	Material och processteknologi	Nukleär teknologi	Positionerings-, navigering och tids-mätningsteknologi
Vapeneffekts-teknologi	Rymdsystem-teknologi	Signatur-anpassnings-teknologi	Sensorteknologi

Figur 6 Kritiska teknologiområden enligt MCTL

Utifrån dessa båda skärningar, och i syfte att belysa ett av de teknologiområden som är tänkt att bidra till att stärka det amerikanska försvaret, går rapporten vidare med en närmre granskning av området kemiskt och biologiskt försvar. DTAP delar in det kemiska och biologiska försvarsområdet i: detektion, protektion, medicinskt kemiskt försvar, medicinskt biologiskt försvar, dekontaminering, modulering och simulering. I MCTL delas bioteknologiområdet upp i delarna: ökad mänsklig prestation, biologiska sensorer, biomaterial och nanofabrikation samt skydd på individuell- och gruppnivå. Rapporten valde att studera ett specifikt delområde, detektionsteknologier för kemiskt och biologiskt försvar, utifrån en belysning av några av de applikationsmöjligheter som fältet förväntas alstra samt genom en beskrivning av den offentliga amerikanska strategin inom området, som den framställs i dokumentet DTAP.

Vid valet av studerat teknologiområde togs, förutom hänsyn till de militära fördelar som bioteknikområdet förväntas alstra, även med i beräkning den potential som bioteknologin besitter genom områdets snabba civila utveckling.

3 Detektionsteknologi för kemiskt och biologiskt försvar

3.1 Val av teknologiområde

JV 2010 definierar överlägsenhet inom alla operationsspektra som de amerikanska styrkornas nyckelbehov inför 2000-talet. Enligt DTAP måste framtidens amerikanska styrkor vara förberedda på att konflikter kan komma att utspelas i kemiskt och/eller biologiskt kontaminerade miljöer. En förutsättning för att nå övertag i en sådan miljö, hävdar man, är att kemiskt och biologiskt skydd kan garanteras. DTAP ser därför försvarsteknologiska B- och C-skyddsprogram som betydelsefulla. Man säger att ett effektivt amerikanskt skyddsprogram skall göra kemisk och biologisk krigsföring till ett högrisksalternativ med små möjligheter för angriparen att nå framgång.

I syfte att belysa ett av de utvecklingsfält som skall bidra till att bygga upp det amerikanska skyddsprogrammet görs här en kortfattad studie av detektionsteknologier för kemiska och biologiska agens. Framställningen är på intet sätt en heltäckande redogörelse för alla utvecklingsprogram och tekniska möjligheter som området rymmer. Tanken är att genom framförallt information från MCTL och DTAP belysa några av de framtida tekniska möjligheter som fältet rymmer. Därutöver skall läsaren ges inblick i hur man inom DTAP anser att teknologiprogrammet bäst skall utformas för att komma de amerikanska styrkorna till gagn. Rapporten har även för avsikt att se vilken koppling som föreligger mellan tekniska planer och mer övergripande dito som NSS&TS och JV 2010.

Ämnesområdet detektionsteknologier för kemiska och biologiska agens valdes utifrån ett flertal aspekter. Området anses först och främst vara av stor betydelse ur säkerhetssynpunkt vad gäller amerikanska styrkors möjlighet att verka inom B- och C-kontaminerade miljöer. För att förverkliga visioner om att undvika förluster i strid, inneha heltäckande skyddsförmåga och nå överlägsenhet inom alla operationsspektra så anses en utveckling av dessa teknologier behövas.⁴⁸ DTAP, som belyser teknikområden av central betydelse för det amerikanska försvaret, lyfter därför fram kemiskt och biologiskt försvar som ett av elva högaktuella utvecklingsfält. Fältet konstitueras i DTAP av sex underområden varav ett utgörs av detektionstekniker för kemiska och biologiska agens. Vidare betonar MCTL bioteknik, bl a i form av

⁴⁸ Det begrepp som översatts är: undvika förluster i strid (zero casualties).

sensorer och biomaterial, som ett område som tillhör framtidens viktiga teknologier.

Detektionstekniker för biologiska och kemiska substanser beskrivs i DTAP även vara ett intressant teknologiområde *per se*. Detektion av kemiska och biologiska substanser för militär skyddsforskning utgör ett mindre delområde av ett mycket större miljö, hälso- och skyddsområde. Möjligheten att detektera, identifiera, kartlägga, övervaka, kvantifiera och spåra industriella riskämnen och medicinskt infektiöst material anses högst angeläget inom den civila sektorn. MCTL talar om att tillväxttakten inom biosensorområdet är hög mycket tack vare korsbefruktnings med andra snabbväxande teknikområden som elektronik, optik och databehandling.

3.2 Allmänt om kemiskt och biologiskt försvar

Det kemiska och biologiska försvarsteknologiområdet innehåller ett flertal olika aspekter. DTAP talar om att amerikanska styrkor måste kunna upptäcka, skydda sig mot, dekontaminera och neutralisera B- och C-agens med minimal underhållstjänst under det att operativ effektivitet upprätthålls. Skyddsåtgärder för personal inkluderar, förutom skydd av fysisk karaktär, medicinskt kemiskt och biologiskt skydd i form av förebyggande behandling, diagnostik och terapi.

Tidiga detektions- och varningsmöjligheter är det första försvaret gentemot kemiska och biologiska agens. DTAP betonar vikten av att varningssystem integreras med ledningssystem för att skapa god beredskap. På så sätt, hävdar man, skall detektion och identifiering av agens möjliggöra att åtgärder kan vidtas för att undvika kontaminering. Vidare beskrivs detta medföra att korrekt förebyggande vård och terapi kan initieras samt att adekvat skydd inför fortsatta åtgärder möjliggörs. Detta skall medföra att operativa begränsningar kan undvikas.

1999 års DTAP framställer att målet för det kemiska och biologiska försvarsteknologiområdet är att integrera teknologier från sex underområden (detektion, protektion, medicinskt kemiskt försvar, medicinskt biologiskt försvar, dekontaminering samt modulering och simulering) i ett system av system som kan implementeras genom hela spektrat av strid- och supportsystem. Detektions- och varningsmöjligheter förväntas tillsammans med informationsteknologi i form av simuleringsverktyg skapa en sammanhängan-

de bild av operationsområdet så att befälhavare får den lägesuppfattning som behövs för beslutsfattande.

DTAP anger att anslagna medel till kemiskt och biologiskt försvar för FY 2000 var \$ 274 miljoner. Detta kan jämföras med medel avsatta för DTAP:s totala verksamhet FY 2000 som var \$ 6,3 miljarder.

3.3 Allmänt om sensorer

En sensor är ett instrument som kan detektera tillståndet hos en föränderlig miljö i realtid, en apparat som omvandlar ett kvantifierbart stimulus till en elektrisk signal. En biosensor kännetecknas av att ett mätbart stimulus reagerar med en igenkänningsmolekyl⁴⁹ av biologiskt ursprung fäst till en stödjande yta. Interaktionen mellan biomolekyl och stimulus omvandlas av en signalomvandlare till en mätbar signal.⁵⁰ Framförallt genombrott på signalomvandlarsidan har gjort att biosensorer fått ett rejält uppsving under de senaste åren. Integration av framsteg inom bl a optik⁵¹, elektronik, mikrofabrikationsteknologi och molekylär biokemi gör att biosensorteknologi är ett område med snabb teknologisk tillväxt.

MCTL anger att ett flertal länder har signifikant kapacitet inom sensorteknologi för detektion och identifiering av biologiska agens.⁵²

3.4 Vision avseende framtida detektionsmöjligheter

⁴⁹ Igenkänningsmolekylen är generellt en stor molekyl (antikropp, receptor eller en komplementär DNA-sekvens till det genetiska material man vill detektera) som selektivt binder sitt målagens.

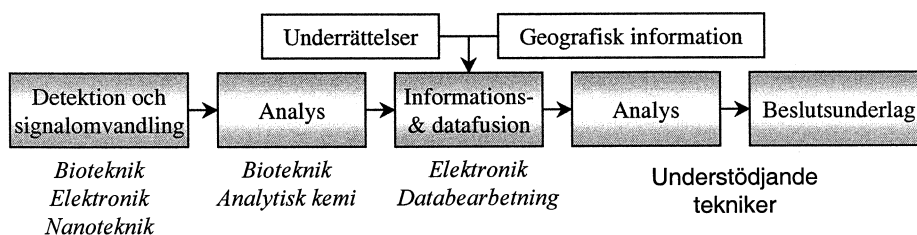
⁵⁰ Puu (1998), s5.

⁵¹ Optiska mätprinciper har blivit vanligt vid detektion av biologiska substanser. Inom t ex surface plasmon resonance (optisk princip som kan utnyttjas för att analysera kemiska förlopp på en elektriskt ledande yta) mäts förändringar i brytningsindex vid inbindning av det ämne som skall detekteras. Själva provytan, vars material oftast är av guld, är i chipsformat och till denna inbinds den avkännande molekyl man önskar använda. Provet injiceras i det flödessystem där chipset sitter och om provet binder till ytan så trängs motsvarande volym omgivande vätska bort. Provet och vätskan har olika brytningsindex vilket kan mätas. Puu (1998), s8.

⁵² Länder som, enligt MCTL, har signifikant kapacitet inom sensorteknologi är Frankrike, Japan, Kanada, Nederländerna, Schweiz, Sverige, Storbritannien, Tyskland och USA. Även Ryssland och Israel beskrivs ha kommit långt inom dessa teknologier.

MCTL beskriver att den tänkta gången inom biosensorutvecklingen är att framsteg inom syntes och screeningsmetoder skall leda till framtagning av små, lättvikts- och energieffektiva biosensorer kapabla att simultananalysera multipla substanser. Sensorerna skall inkorporera molekylära detektionskomponenter och optiska eller elektrokemiska avkänningsselement i en array (matris) i mikroskala. MCTL anger vidare att separations- och identifieringsteknologier, i form av mikroflödesteknik och databearbetning, skall inbäddas i arrayen. Datafusion⁵³ skall möjliggöra att informationen från simultananalysen av de multipla substanserna sammanställs. Hela processen skall ske i en helautomatiserad chipsutformad enhet och resultatet av den slutliga analysen visas på en display.

Därutöver, anger MCTL, är det tänkt att biosensorer skall kunna opereras in i en svit av sensorer. En sådan svit skulle, förutom sensorer för detektion och identifiering av toxiska partiklar, kunna inkludera sensorer för meteorologiska faktorer, underrättelser och navigationssystem (t ex global positioning system, GPS). Genom datafusion tänker man sig att en uppskattning baserad på ett flertal olika faktorer skall kunna avlämnas. Detta förväntas kunna bidra till ökad kontroll inom operationsområdet.⁵⁴



Källa: Sammanställning av uppgifter från MCTL

Figur 7 Exempel på bruk av biodetektorer och förädlingssteg vid skapande av beslutsunderlag

⁵³ Datafusion innebär att data från multipla sensorer korreleras till en digital slutprodukt.

⁵⁴ MCTL talar om att en sensorsvit för medicinsk diagnostik skulle kunna fungera på liknande sätt genom att integrera sensorer för temperatur, blodtryck, pH, CO₂, infektiösa agens, nyckelenzym m m. Vid en sådan "on-line" övervakning skulle chipset kunna matas med blod eller kroppsvätska och provet bearbetas och levereras till analysstället antingen genom kapilläraktion eller mikropump. Genom nanofabrikationsteknologi skulle en sådan sensorsvit kunna göras tillräckligt liten och exempelvis kunna implanteras under huden.

MCTL förmodar att sådana sensorsviter inom 10-30 år kommer att kunna agera som ”smarta enheter” som utför korrekt analys på komponentnivå och som efter en sammantagen databedömning utlöser adekvat respons. Exempelvis beskrivs att en sensor som inkorporeras i en smart kemisk- och biologisk stridsdräkt skulle kunna stänga dräktens porer som svar på ett kemiskt agens och aktivera skyddsmasken som svar på ett biologiskt dito. Efter identifikation av agens tänker man sig att injektion av korrekt botemedel skulle kunna triggas.

3.5 Befintlig teknologi och nya utmaningar

Biodektionssystem med begränsade varnings och identifieringsfunktioner existerar men det handlar om system som insamlar prov för senare laboratorieanalys. Inget realtids ”på-plats” detektionssystem finns idag tillgängligt. Detektorer för biologiska agens måste ha kort responstid och utlösa få falskalarm. MCTL beskriver två typer av detektorer, ”standoff” detektorer och punktdetektorer.⁵⁵ ”Standoff” detektorer är avståndsindikerare som på ett tidigt stadium varnar för biologisk attack. Monitorerna är spektroskopibase-
rade och detekterar material som innehåller nukleinsyra och protein med ljusabsorbans i det ultravioletta området.⁵⁶ Punktdetektorer suger in luft på den plats där de står och använder sig av antikroppar eller komplementära gensekvenser mot de agens som skall detekteras.

BC-området omfattar ett antal olika detektionsteknologier, exempelvis analytiska tekniker i form av spektroskopi samt biokemiska analysmetoder. DTAP anger att de tekniska utmaningarna inom de olika metoderna består i att skapa ökad sensitivitet och selektivitet. Dessutom vill man kunna höja antalet detekterbara B och C agens, minska responstiden samt ge ökad diskriminering mot naturligt förekommande bakgrundsmaterial. Man säger sig även vara i behov av att kunna reducera storlek och vikt på apparatur,

⁵⁵ MCTL (1999) Part II, II-3-19.

⁵⁶ Tekniker för Standoff detektion och identifiering av biologiska agens har bl a varit centrerade vid spektroskopitekniker baserade på ”light detection and ranging” (LIDAR) metoder. Metoderna har fokuserat på situationer där suspekta aerosolmoln måste detekteras på stora avstånd (10-tals kilometer) och klassificeras som skadliga eller inte för att ge varning åt trupp. Som exempel kan nämnas att UV-LIDARn exciterar (ger energitillskott) aerosolens molekyler genom att sända ut pulser av ultraviolett ljus och sedan registrera autofluorescensen från exempelvis proteiner inom den biologiska substansen. Stephens (1998), s78.

lösa strömförsörjning och integrera sensorsystem i C⁴I-system⁵⁷, samt få en ökad dator- och kommunikationskapacitet.

Utmaningarna möts, enligt DTAP, bl a genom utveckling av DNA eller genetiska prober, infraröd och ultraviolett (IR/UV) laser samt masspektrometriska teknologier för såväl biologiska som kemiska substanser. Därtill beskrivs redan tidigare utvecklade teknologier som exempelvis SAW (Surface Acoustic-Wave Technology)⁵⁸, optiska mätprinciper, kombinatorisk kemi⁵⁹ och immunoförsök kunna förbättras. Vidare studeras mikromekaniska flödesteknologier för provbearbetning samt inbäddning av separations- och identifieringsteknologier i chipsformat.

Bland metoderna för att konstruera omvandlingssignaler syns typiska exempel på korsbefruktnings mellan fälten för biologi, optik och elektronik. Metoderna bygger exempelvis på registrering av förändring i brytningsindex vid inbindning av analyt⁶⁰ eller registrering av förändring i resonansfrekvens orsakat av massförändring hos piezoelektriskt aktiva ytor⁶¹.

Ingen enskild sensor finns för att detektera alla agens av intresse.⁶² Arrayer för att detektera bl a antigen och nukleinsyror finns tillgängliga på chips.⁶³ MCTL pekar på att man från militärt håll är intresserad av att skapa arrayer som detekterar både bakterier och bakteriella toxiner eftersom det är tekniskt möjligt att införa en gen för ett toxin i en icke-skadlig organism. Man säger att en array som innehåller antikroppar gentemot skadliga organismer samt receptorer och genprober mot de aktiva toxinen förmår känna igen hot tidigare än en singelkomponent sensor. MCTL beskriver också att detek-

⁵⁷ Command, control, communications, computers, and intelligence.

⁵⁸ För en utförligare beskrivning av SAW se Bilaga A.

⁵⁹ Kombinatorisk kemi innebär automatiserad produktion och screening av tusentals substanser.

⁶⁰ Puu (1998), s8.

⁶¹ För en utförligare beskrivning av piezoelektrisk kvartskrystallmikrobalansvåg (QCM) se Bilaga A.

⁶² MCTL (1999) Part II, II-3-19.

⁶³ MCTL nämner att vissa regioner i det genetiska materialet, så kallade patogenic islands (PAIs), kan vara gemensamma bland organismer patogena för människan. Sådana regioner kan komma att användas, i DNA/RNA-detektionssystem, för att detektera skadliga substanser. Kritiska parametrar för att skapa detektionssystemen beskrivs vara att hitta komplementära gensekvenser till PAIs och man nämner ett behov av databaser över PAI-sekvenser.

tionsarrayer som med hög hastighet kan bestämma virusförekomst och mutationer genom genomisk sekvensering⁶⁴ håller på att tas fram.

3.6 Behov

De militära behoven inom B- och C-detektionsområdet sägs i DTAP bestå av ett realtidsnätverk av sensorer som kan detektera, identifiera, kvantifiera och kartlägga hot inom ett givet operationsområde. Man säger att sensorerna, som beskrivs kunna finnas integrerade i exempelvis skyddsdräkter eller autonoma igenkänningssystem, behöver vara länkade till C⁴I-system som bearbetar och integrerar sensordata tillsammans med geografisk och meteorologisk information samt underrättelser. DTAP lyfter fram att en enorm mängd data måste kunna hanteras i nätverket och man säger att nuvarande dator- och kommunikationskapacitet ligger långt från detta mål. För att nå framsteg på dessa områden krävs en utveckling av mjukvarualgoritmer för mönsterigenkänning, signalbehandling, artificiell intelligens, virtuella tredimensionella simuleringar m m hävdar DTAP.

DTAP beskriver att på kortare sikt (2 år) så skall de militära behoven inom detektionsområdet uppfyllas genom programmet ”The Joint Biological Point Detection System”, JBPDS⁶⁵. Programmet beskrivs vara utformat för att skapa ett integrerat detektionssystem för alla försvarsgrenar. DTAP nämner även programmet Joint Biological Remote Early Warning System, JBREWS,⁶⁶ inom vilket bl a ett detektionssystem för kontinuerliga avståndsmätningar skall utvecklas.

På lite längre sikt (3-5 år) ser man inom DTAP ett behov av ett samordnat system för detektion av kemiska och biologiska agens i vattensystem. Därutöver talar man om behovet av en mellan enheterna samordnad kemisk varnings och identifikations LIDAR-detektor⁶⁷ och ett Chemical Imaging System (CIS)⁶⁸.

⁶⁴ Genernas bassekvens bestäms.

⁶⁵ För en utförligare beskrivning av JBPDS-programmet se Bilaga A.

⁶⁶ För en utförligare beskrivning av JBREWS ACTD se Bilaga A.

⁶⁷ För beskrivning av LIDAR, se fotnot 51.

⁶⁸ För en utförligare beskrivning av CIS se Bilaga A.

3.7 Miniaturisering på nanometernivå

Som viktiga delområden för 2000-talets biosensorframställning listar MCTL bl a bioefterliknande⁶⁹ framställning av foton och elektronöverföringsmaterial och självorganiserande (self assembling) system.

System baserade på biopolymerer är ofta självorganiserande. Sådana system lyfts i MCTL fram som förebild för att skapa sensorytor på nanometernivå. Systemen sägs skapa möjligheter inom bl a tillverkning av artificiella näthinnor, mikrosensorchips och elektron/foton-omkopplande enheter. Miniaturisering på nanometernivå innebär förenklad högdensitetsinformationslagring och informationsbearbetning. MCTL beskriver att biomaterialbaserade kretsar och omkopplingselement, som möjliggör snabb respons på föränderliga krav, kommer att vara användbart för applikation inom militära system.

MCTL betonar att kvalitetskontroll på molekylär nivå har betydande implikation för att teknologierna skall kunna användas på ett trovärdigt sätt inom militära system. Vad gäller produktion av sensorer så används interaktionen mellan sensoryta och bindande molekyl för att skapa en sådan kvalitetskontroll. Tekniker som kan användas för detta är bl a scannande probmikroskop som t ex Atomic Force Microscopy (AFM)⁷⁰ och Near Field Scanning Optical Microscopy (NSOM)⁷¹, Optiska pincetter (Optical Tweezers)⁷² samt manipulering av magnetiska pärlor genom magnetiska kraftfält⁷³.

⁶⁹ Bioefterliknande framställning (biomimetics) av nya material och processer innebär att modeller som efterliknar system i naturen används. MCTL beskriver exempelvis att en artificiell näthinna i prototypform har tagits fram. Som ljuskänsligt material används det bakteriella proteinet rhodopsin. Proteinets beskrivs ha potential för informationslagring och återställning på molekylär nivå och sägs kunna fungera som en snabb omkopplare. Sålunda, hävdar MCTL, skulle en artificiell näthinna med rhodopsin som ljuskänsligt material kunna implanteras i ögat och kopplas elektriskt till optiska nerven.

⁷⁰ För en utförligare beskrivning av AFM se Bilaga A.

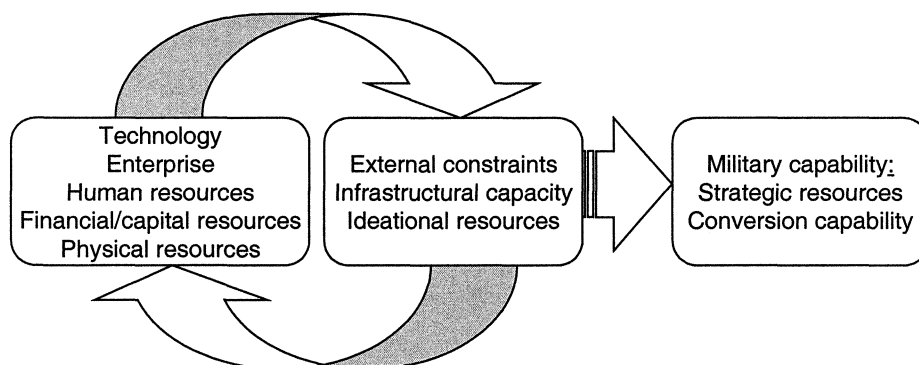
⁷¹ För en utförligare beskrivning av NSOM se Bilaga A.

⁷² För en utförligare beskrivning av Optiska pincetter se Bilaga A.

⁷³ För en utförligare beskrivning av Magnetiska kraftfält för manipulering av magnetiska pärlor se Bilaga A.

4 Några reflexioner

I det följande förs ett resonemang kring de offentligt uttryckta amerikanska ambitionerna avseende militär FoT samt den möjliga framtida amerikanska utvecklingen inom området och konsekvenser för den nationella säkerheten. Strukturen på resonemanget kommer från en modell för bedömande av en stats förmåga som tagits fram av RAND (figur 8 nedan).⁷⁴ Anledningen till att modellen används är att den sammanför de aspekter som tagits upp i denna rapportens tidigare kapitel och relaterar dessa till just nationell förmåga.”



Källa: Modellen är hämtad från rapporten *Measuring National Power in the Postindustrial Age*. Tellis (2001).

Figur 8 Modell för utvärdering av en stats militära status

En fullständig bedömning av den amerikanska förmågan skulle kräva ett omfattande empiriskt underlag, där modellens alla variabler beaktas. Detta arbete begränsar sig till att diskutera *ideational resources* (den amerikanska ledningen, processer och målformuleringar) och relaterar dessa till *technology*, *financial/capital resources* samt (military) *strategic resources*. Aktuella frågeställningar blir då:

- Vad är syftet med den officiellt uttalade strategin?

⁷⁴ Modell tecknas i rapporten *Measuring National Power in the Postindustrial Age*, Tellis (2001).

- Vilken är den amerikanska ekonomiska, tekniska och militära statusen i dag?
- Kan USA påverka den teknologiska utvecklingen?
- Hur väl fungerar processen och hur kommer utvecklingen att se ut i framtiden?

De följande avsnitten gör ej anspråk på att slutgiltigt besvara ovanstående frågor utan syftar snarare till att ge intressanta uppslag inom respektive område. Frågorna diskuteras på en övergripande nivå och försöker avstå från att gå in på detaljer.

4.1 Syftet med den amerikanska strategin

På en övergripande nivå kan den officiella amerikanska strategin sägas ha två huvudinriktningar (jämför avsnitt 2.1.1):

att bevara amerikansk militär överlägsenhet och ekonomisk ställning samt, att stärka förmågan att hantera icke-militära hot och vapenspridning (proliferation).

För det amerikanska försvaret går strategin ut på att nå teknologisk överlägsenhet och kostnadseffektivitet, att utnyttja både civil industri och försvarsindustri, att nå snabb överföring av teknologi från forskningsstadiet till operativa system samt att upprätthålla en stark teknologibas.

De dokument som studerats inom arbetet är inte enbart deskriptiva redogörelser för de amerikanska ambitionerna inom försvarsteknologiområdet. Dokumenten torde även fylla en funktion som en signal till omvärlden angående vilka kompetensområden det amerikanska försvaret besitter. Beskrivningen av de amerikanska satsningarna ger en inblick i, inte bara de hot som USA förväntar sig behöva möta, utan även de hotmedel man vill avskräcka potentiella användare från att utnyttja samt de områden man vill uppmuntra eventuella allierade att bygga upp en styrkekapacitet inom. Med andra ord kan dokumenten användas både som avskräckning och för att leda allierade åt ”rätt håll”.

En annan aspekt på de officiella dokumenten är att de hemliga projekten inte behandlas. De s k svarta projekten (”black projects”) som omges av olika sekretessnivåer omsätter stora pengar. I amerikanska flygvapnets budget för år 2001 planerade man avsätta 4,96 miljarder dollar för dylika program.

Även om dessa projekt ofta inte avser grundforskning, så kan betydande resurser läggas ned på områden som inte redovisas öppet.⁷⁵ Därutöver kan det ifrågasättas huruvida de formella dokumenten från den amerikanska administrationen återspeglar de reella prioriteringarna och den strategi som USA de facto tillämpar. Exempelvis ligger den ekonomiska makten i huvudsak hos den amerikanska kongressen och implementering samt genomförande av FoT sker i huvudsak utanför federala institutioner.

4.2 USA och dess "ledande position"

År 1941, mitt under det andra världskriget, utropade tidsskriften *Life* att "the American century" hade inletts. USA gick ut ur andra världskriget som segrare och sågs som den stat som naturligt skulle ärva Storbritanniens roll som världsledare. Kring 1970 stod USA inför en kris avseende nationens avtagande överlägsenhet och under 80-talet gick man från en position som världens största kreditgivare till att bli netto gäldenär. USA:s del av världsproduktionen sjönk från 33% 1950 till 23% 1980. En debatt angående en avtagande amerikansk överlägsenhet startade och en stor del av den amerikanska befolkningen uppfattade det som att USA hade spelat ut sin ledande roll vid slutet av 80-talet.⁷⁶ Ironiskt nog kom denna debatt att sammanfalla med kalla krigets slut 1989 vilket om något innebar en uppenbar "seger" för USA och dess allierade med påföljd att USA stod som ensam supermakt.⁷⁷

Harvardprofessorn Joseph Nye avfärdar i sin bok "Bound to lead" argumenten om en amerikansk tillbakagång och hävdar istället att det förändrade internationella ramverket ändrat förutsättningarna för ett land att nå övertag. Att inta en överlägsen position i en värld där länders ömsesidiga beroende är det tongivande skiljer sig från kalla krigets förhållanden, menar Nye. Han anser inte att det råder någon oenighet kring det faktum att USA idag är mindre ekonomiskt starkt än vid seklets mitt, men hävdar att det under internationaliseringens nya förhållanden är orimligt att förvänta att USA för alltid skall kunna stå för den dominerande delen av världsproduktionen. Hans bedömning är att inget annat land står i färd med att utmana det ameri-

⁷⁵ Se vidare Sweetman (2000) "In the search of the Pentagon's billion dollar hidden budgets" i IDR.

⁷⁶ Nye (1990) *Bound to lead – The changing nature of american power*, s1-2.

⁷⁷ Dörfer (1991) *After the cold war: American choices*.

kanska ledarskapet trots att den amerikanska ekonomin nu utgör en minskande del av världsekonomin.⁷⁸

Om man ser till amerikanska underrättelseväsendets bedömningar, så kommer den amerikanska andelen av världsproduktionen att bestå åtminstone fram till år 2015. Detta även om hänsyn tas till köpkraft och inte bara växelkurser.⁷⁹ En jämförelse med andra ekonomiska enheter ger vid handen att Japans relativa vikt minskar, så även Västeuropas, medan Asien, främst Kina och Indien, kan få större relativ vikt.

Den amerikanska FoT-strategin syftar till att ge USA världsledning inom forsknings- och teknikutvecklingsfronten för att möjliggöra en bevarad amerikansk militär överlägsenhet. Dagens amerikanska militära övertag beskrivs, i en artikel i *Foreign Affairs*, av professor Ashton B. Carter vid Harvard University's Kennedy School of Government, vara resultatet av en stor budget tillsammans med betydande organisatoriska förändringar under åren.⁸⁰ Som exempel nämns beslut från kalla kriget att satsa på en distinkt amerikansk tillgång – innovationsteknologi – för att överträffa Warszawa-paktens numerära överlägsenhet. Strategin var av stor vikt för att garantera att Amerika höll sig på teknologisk framkant.

Att USA under 90-talet framstod som det land som förfogade över överlägset störst potential för militär kraftsamling och som en världsledare vad gäller internationella insatser, det hävdar James P. Thomas i *The Military Challenges of Transatlantic Coalitions*, Adelphi Paper 333. Thomas skriver att skillnader i kapacitet mellan de allierade och USA blev uppenbara i samband med insatserna under Gulf-kriget, i Bosnien Herzegovina och i Kosovo och att bedömare alltmer har kommit att prata om ett växande teknologigap.⁸¹ I *National Security Science and Technology Strategy* talas i positiva ordalag om internationellt samarbete avseende försvarsteknologi. Där sägs USA och Europa genom standardisering och interoperabilitet kunna öka den ömsesidiga försvarskapaciteten länderna emellan.⁸² Men i själva verket finns det idag många som är kritiska till möjligheterna inom nuvarande samarbete.

⁷⁸ Nye (1990), s5, 11, 170.

⁷⁹ Se studien *Global Trends 2015* (DCI 2001).

⁸⁰ Carter (2001) *Keeping America's Military Edge*.

⁸¹ Gapet beskrivs av Thomas framförallt utgöra europeiska brister inom strategisk underrättelsekapacitet, övervakning och igenkänning; precisionsinsats; transportmedel; samt skydd av trupp. Thomas (2000), *The military challenges of transatlantic coalitions*, s36-37. Se även Yost (2000) *The NATO capabilities gap and the European Union*.

⁸² OSTP (1995) *National Security Science and Technology Strategy*, s23.

Det upplevda teknologigapet beskrivs av Thomas kunna komma att erodera såväl den amerikanska som den europeiska politiska viljan att genomföra gemensamma operationer.

Sammantaget kan det sägas att USA i de flesta kvantitativa avseenden intar en särställning framför andra aktörer: den amerikanska ekonomin är världens största (BNP), USA är teknologiskt framträdande inom alla områden (jämför t ex teknikområdesgraderingarna i MCTL) och har i de flesta jämförbara militära parametrar ett stort försprång gentemot andra aktörer. För att nå önskad överlägsenhet krävs emellertid förmåga att använda de olika resurserna för att nå eftersträfvade mål. USA:s maktpotential ligger inte enbart i olika kvantifierbara faktorer utan även i mer ”mjuka” egenskaper som förmågan att kommunicera, visa ledarskap i internationella fora och skapa allianser etc som gynnar egna intressen.⁸³

4.3 Förutsättningar att genomdriva den amerikanska strategin

4.3.1 Några allmänna aspekter

Försvarsplaner, och planer avseende militära teknologier med anknytning till dessa, behöver av naturliga skäl vara långsiktiga. Det ligger emellertid stor osäkerhet i att från dagens forskning och teknikutveckling urskilja komponenter som förväntas få stort framtida genomslag. I utformandet av visionsplaner som sträcker sig tiotals år framåt i tiden är det oundvikligt att några av extrapoleringarna vad gäller framtida teknikapplikationer kommer att landa fel. Särskilt när man är beroende av civil teknik och dess landvinningar.

I en rapport från NUTEK, *Internationella innovationspolitiska tendenser*, behandlas faktorer som påverkar innovationspolitiska företeelser. Många av företeelserna kan emellertid vidgas till att gälla teknikutveckling i allmänhet. Rapporten talar om vikten av koordinering mellan de många områden som rör teknikpolitik för att skapa goda villkor för innovation och tillväxt.⁸⁴

⁸³ Jämför resonemanget om ”soft power” hos Nye (1990).

⁸⁴ NUTEK tar upp samordning av följande områden som viktigt för att skapa en effektiv innovationspolitik: forskningspolitik, teknikpolitik, handelspolitik, ekonomisk politik, lagar och regleringar, nationell säkerhetspolitik, utrikespolitik, regionalpolitik, utbildningspolitik, skattepolitik, arbetsmarknadspolitik, socialpolitik, kulturpolitik, energi- och miljöpolitik och konkurrenspolitik. NUTEK (2000) *Internationella innovationspolitiska tendenser*, s7.

Utbildningssystemet, rörligheten inom forskarkåren, allmänhetens förståelse för betydelsen av FoU, främjandet av kluster och regionalisering samt samarbete mellan aktörerna inom innovationssystemet är faktorer som enligt NUTEK har betydelse för det nationella innovationssystemet. Därtill tar man upp utländska direktinvesteringar, lag- och regelmiljö, riskkapital, små och medelstora företags möjlighet att ta till sig ny teknologi och ”know how” samt teknisk framsyn för att upplysa företagen och det allmänna samhället om forskningsfronten.

NUTEK pekar sålunda på att offentligt finansierade forskningssystem långt ifrån är enda källan till tekniska framsteg. Dessa uppstår ” [...] såväl ur utveckling, marknadsföring och användning av produkter som ur forskning, och i synnerhet i växelverkan mellan dessa”. Effektiviteten i det nationella systemet avseende teknikutveckling avgörs alltså, menar man, i hög grad av interaktionen mellan universitet, företag, forskningsorganisationer, finansierar med flera.⁸⁵

4.3.2 Specifika amerikanska förutsättningar

Den amerikanska försvarsteknologiplaneringen är i stor utsträckning detaljstyrd. FoT-investeringarna fokuseras och styrs genom DTOs (Defense Technology Objectives) som identifierar ett specifikt teknologiframsteg som skall utvecklas eller demonstreras. Detaljinformation ges avseende datum då avsedd teknologi skall finnas tillgänglig samt specifika fördelar som utveckling av den nya kapaciteten förväntas ge upphov till. En fråga man kan ställa sig är om en sådan typ av styrning är rationell för att alstra teknikgenombrott?

Den amerikanska urvalsstrategin för att satsa på ett visst teknologiområde är bl a att ett genombrott förväntas inom området; att andra länder satsar inom området och USA vill hänga med i utvecklingen; att andra länder inte satsar inom området och USA vill bli först med att exploatera fältet; eller att privata industrin inte satsar och man vill hålla området vid liv.

BRP menar att det genom en historisk tillbakablick tydligt går att peka på betydelsen av grundforskning och teknologiutveckling för militära applikationer. I en studie avseende försvarets vetenskaps- och teknologibas inför

⁸⁵ NUTEK (2000) s2.

2000-talet undersökte DSB problemet med att investera för framtiden och inkluderade i sitt arbete en tabell som beskriver militär kritisk teknologiutveckling under de senaste 90 åren.⁸⁶

	Utveckling	Grund forskning	Första demonstration	Första väsentliga militära tillämpning
Teknologi				
Radio			1901	1914
Flygplan		1846/1853	1903	1916
Radar		1903	1925	1939
Digital dator		1832/1937	1943	1945
Kärnvapen		1896	1945	1945
Transistor		1926	1948	1957
Självständig navigering		1940	1950	1955
Atomdrift		1896	1950	1960
Integrerade Kretsar		1926/1954	1960	1970
Laser		1953	1961	1967
Stealth		1903	1970	1990
Moderna UAVs		1940-talet	1980	1990

Källa BRP (1999) IV-1, 1999

Figur 9 Exempel på tidsrymd mellan grundforskning och militär tillämpning

Få ifrågasätter väl egentligen grundforsknings betydelse för framtida teknologiförmåga. En intressantare fråga är hur effektivt det amerikanska federala försvarsforskningsprogrammet är, dvs vilken förmåga det har att påverka teknikutvecklingen. Historiskt har amerikanska centralt drivna försvarsteknologiprojekt haft stor inverkan på det försvarstekniska området. Med början i andra världskrigets kärnvapeninriktade Manhattanprojekt, via efterföljande robot- och satellitteknikutveckling till de senare årens stealth-teknik och IT-projekt så går det att säga USA de senaste femtio åren inom flera områden målmedvetet drivit den tekniska utvecklingen.

⁸⁶ Den DSB-studie som åsyftas är ”Task Force Report on the Defense Science and Technology Base for the 21st Century”. Tabellen är en modifierad version av en tabell hämtad från Basic Research Plan (BRP), IV-1, 1999, vilken i sin tur grundar sig på DSB-tabellen. Kolumnen över grundforskning är ett tillägg inom BRP och beskrivs vara öppen för tolkning eftersom alla dessa teknologier har multipla grunder inom grundforskning.

I rapporten har redogjorts för de amerikanska federala planer och program som skall förverkliga försvarets FoT-program. Det planerna och programmen beskriver är den ambition som finns uppsatt. Trots att det inom programmet poängteras att stor vikt läggs vid att samordna verksamheten mellan planerande och verkställande instanser så går långtifrån allt att planera och styra inom en sådan omfattande verksamhet. Flera korrigerande faktorer tillkommer, som exempelvis att mycket av viktig forskning och utveckling styrs icke-statligt vid privata universitet och inom industrin.

NUTEK-rapporten beskriver amerikansk forsknings- och innovationspolitik som svår att överblicka och komplicerad att koordinera. Detta är delvis ett resultat av den höga decentraliseringen, men svårigheterna beskrivs finnas både mellan olika federala organ och mellan federal och delstatlig nivå. Rapporten anger att det pluralistiska amerikanska systemet skapar stor flexibilitet och stora möjligheter. En centraliserad politik, anger rapporten, skulle ha problem att hantera de behov som finns i olika sektorer.⁸⁷

Ashton B. Carter skriver, i ovan nämnda artikel, att det amerikanska försvarets övertag är ett faktum idag men att det nationella säkerhetsetablissemanget inte står rustat att möta morgondagens hot.⁸⁸ Han menar att det är nödvändigt att omdirigera det nationella säkerhetsetablissemanget så att inte enbart verksamhetens mål definieras utan att även regler utstakas avseende medlen. De amerikanska militära styrkorna beskrivs av Carter utföra sitt jobb mycket bättre än understödjande och kompletterande myndigheter inom vilka byråkratiskt förfall beskrivs råda.

Washington ägnar, menar Carter, alltför lite uppmärksamhet åt organisationen och styrningen av det nationella säkerhetssystemet med följd att man får problem att implementera den politik man beslutar om. Som orsaker nämns, utöver svårigheter med att överkomma systemets tröghet, fast förankrade intressen och att många av de högre beslutsfattarna inte är tillsatta i egenskap av sin ledarskapsförmåga etc. Många tjänstemän ser dessutom sin tjänstetid som alltför kort och osäker för att ägna tid åt strukturella förbättringar.

Som exempel på de organisatoriska bristerna anger artikeln att många säkerhetsuppdrag som rör anti-terrorism idag är institutionellt hemlösa. Utmaningarna beskrivs mötas på ad-hoc vis genom otympliga kombinationer

⁸⁷ NUTEK (2000), s131.

⁸⁸ Carter (2001).

av insatser från olika departement och organ p g a att auktoritet, resurser och granskning inte finns samlade under ett ledarskap. Uppdragen rör försvar av hemlandet, förmåga att hindra spridning av massförstörelsevapen, IT-krigföring m m. Uppgifternas karaktär har det gemensamt att de tangerar flera departements verksamhetsområden och kräver koordinerad handling av flera instanser. Att som i det amerikanska säkerhetsetablissemanget skilja på utrikes- och inrikeshot, militära och ekonomiska åtgärder, tillstånd av fred eller krig beskrivs av Carter vara ett förlegat synsätt som endast reflekterar hur världen såg ut efter andra världskriget när de nationella säkerhetsetablissemangen skapades.

Risken att svaret p g a otydlig ansvarsfördelning kan falla mellan stolarna i Washingtons byråkrati har lett till krav på ett nytt departement för försvar av hemlandet. Clinton-administrationen undvek, enligt Carter, ett sådant förslag och förlitade sig istället på National Security Council:s (NSC:s) koordinerande roll. Men artikeln låter påskina att de flesta myndigheter som tilldelats centrala roller från NSC inte har kapacitet att utföra sina mandat. Detta betyder, menar Carter, att även om direktiven är klara och koordinerade så finns inget sammanhängande program för att utföra uppdragen.

Carter ser ett flertal strukturell fel inom det amerikanska försvaret. Exempelvis menar han att DoD:s gamla vanor rörande FoU och vapenanskaffning gör att det amerikanska försvaret inte utnyttjar informationsrevolutionen. Vad gäller bioteknologi så sägs DoD knappt ens vara med i spelet. Ytterligare ett stort problem, menar artikeln, är att Wall Street ser försvarsindustrin som en del av den ”gamla ekonomin”. Försvarsindustrin förlorar många av sina ingenjörer och ledare till andra marknader och många storföretag har lämnat försvarsmarknaden.⁸⁹ DoD måste, hävdar Carter, anpassa sig efter rådande marknadskrafter och därför inte, argumenterar han, stödja svaga försvarsindustrier.

Artikeln pekar slutligen på att Pentagon måste öka sin FoU-satsning för att bli bättre och snabbare än motståndaren på att integrera kommersiell teknologi i försvarssystem. Man behöver hålla sig i nivå med den teknologi som utvecklas och för detta krävs bl a att man anställer expertis som är

⁸⁹ Samma problem tycks råda inom kärnvapensektorn. Experter från ”Center for Counterproliferation Research” vid ”National Defense University” och ”Center for Global Security Research” vid ”Lawrence Livermore National Laboratory” lyfter, i en rapport som rör amerikansk kärnvapenstrategi inför 2000-talet, fram svårigheten med att upprätthålla personell kompetens inom kärnvapensektorn. Problemet sätts in i ett sammanhang av allmän avsaknad av moderniserande program för att hålla infrastrukturen kring kärnvapenarsenalen levande. Center for Counterproliferation Research, avsnitt 1.30.

bekant med civila teknologier och vanor. Carter tar upp National Science Foundation:s (NSF:s) siffror där DoD:s andel av västs FoU sjunkit från 1/6 år 1980 till 1/12 år 1999.

4.3.3 Konklusion och utblick

Relaterat till den beskrivna RAND-modellen så tycks USA, utifrån vad som tagits upp i detta kapitel, kunna sägas ligga långt fram inom *technology*, *financial/capital resources* samt (military) *strategic resources* och har visat prov på både tydlighet och effektivitet vad avser *ideational resources*. Nedan görs en sammanfattning av resonemangen kring de amerikanska offentligt uttryckta ambitionerna och den framtida amerikanska utvecklingen av militär FoT med koppling till nationell säkerhet. Utgångspunkten är frågorna i början av kapitlet.

- Det övergripande syftet med den officiellt uttalade strategin är att USA ska bevara sin militära överlägsenhet och ekonomiska ställning samt därutöver stärka förmågan att hantera icke-militära hot och vapenspridning (proliferation), d v s utifrån sin nuvarande dominerande ställning bibehålla sin handlingsfrihet, även gentemot nya och framtida hot.
- Den ekonomiska, tekniska och militära situationen präglas idag av stor amerikansk dominans visavi andra aktörer. Denna dominans är dock inte självklar. Trots att de stora kvantifierbara amerikanska resurserna bedöms bestå, så krävs det ett aktivt ledarskap och en vilja för att nå inflytande.
- Frågan om huruvida USA påverkar den teknologiska utvecklingen är mer svårfångad: Inom flera områden har beslutsamma nationella amerikanska satsningar tydligt drivit utvecklingen framåt, men USA kan inte sägas styra utvecklingen i stort. Därutöver finns det, som Carter ovan visat på, utrymme för reformer så att processen förbättras och utvecklas.

Hur väl den amerikanska processen kan anses fungera och hur den kan komma att utvecklas framöver torde hänga samman med utvecklingen inom den ekonomiska och militärtekniska basen, effektiviteten inom förvaltning och styrning samt rådande strategi och politisk vilja.

Ekonomisk och militärteknologisk bas: USA står idag för den största ekonomin samt den största och bredaste teknologiska basen i världen - ett förhållande som förväntas bestå länge. Detta ger amerikanerna bäst förutsättningar att fortsätta ligga främst när det gäller militär teknologi. Hitintills har det gått åt stora resurser för USA att ligga främst och det

kommer så att göra även i framtiden. Med en ökad hastighet på utvecklingen av systemgenerationer och en ökad påverkan från den civila sektorn minskar möjligheten att lägga tid på och förutse kommande viktiga områden. Dessutom riskerar en dyr teknikutveckling att snabbt bli obsolet eller att eventuella försprång snabbt bli intagna av konkurrenter. Exempelvis har det ifrågasatts hur kostnadseffektivt B-2 systemet är - stealth bombflygplanet som utvecklades för att komma igenom ett sovjetiskt luftförsvarssystem som aldrig byggdes - respektive poängterats att risken är stor för att ett billigt motmedel mot stealth-egenskaperna utvecklas. Likaså kan mödosamt framtagna teknik som innebär stora försteg, t ex de mycket tysta ubåtspropellrar som väst utvecklade under slutet av kalla kriget, snabbt bli "i kapp hunnet" av motståndare om kunskapen förs vidare. Ofta kan det vara enklare att hitta ett mer kostnadseffektivt sätt att komma i kapp än att själv leda. Sammanfattningsvis kan anföras att USA måste sägas ha de största möjligheterna att fortsätta leda den militärteknologiska utvecklingen, men det kommer vara svårt att förutse framtidens viktiga teknologiområden. På motsvarande sätt torde de relativa kostnaderna som krävs för att ligga främst öka liksom risken att satsa fel.

En effektiv förvaltning och styrning: En fråga med stark koppling till stycket närmast ovan är hur man försäkras sig om en kostnadseffektiv styrning av de amerikanska satsningarna. En vanlig åtgärd för att få ned kostnader är att söka efter skalfördelar, d v s via större produktionsenheter och sammanslagning av liknande kompetenser reducera kostnader. Risken man då löper är att konkurrerande lösningar och idéer stryps, att både innovationsförmåga och under konkurrens framtagna billiga lösningar försvinner. Den begränsade översynen från denna studie tycks peka på att USA hittills lyckats bra i avvägningen mellan innovationer och frihet respektive styrning. Modellen tycks vara att ha många producenter och många beställare. Ett problem med ett sådant system kan vara samordningen av de olika delarna. NUTEK säger att det amerikanska systemet är "svåröverblickbart", men det kanske är ofrånkomligt om systemet ska kunna ge stora möjligheter till initiativ för privata företag och andra. Det finns emellertid en tydlig trend även i USA, som redan slagit igenom i många andra stater i Väst: försvarsgrenarnas inflytande minskar till förmån för försvarsgrensöverskridande och operativa funktioner. Även om inriktningen har skiftat med den politiska viljan så har inflytandet ökat för den högsta militärledningen (JCS) och de olika strategiska kommandona (CINC). Detta tillsammans med behoven att öka den operativa samverkan mellan förband och vapensystem ger potential för en mer enhetlig beställarfunktion. En annan trend som varit mycket framträdande i hela den västliga försvarsindustrin är konsolidering och samman-

slagningar. Även USA börjar nu riskera att bli hänvisad till ett mindre antal leverantörer för viktiga vapensystem. Emellertid kan det nog konstateras att USA genom sin storlek kommer att vara den enda aktören i världen som har möjlighet att inom de flesta områden köpa upp vapensystem och kompetens i konkurrens. De relativt stora och många amerikanska beställningarna kommer även fortsatt att ge utrymme för flera leverantörer inom många områden. Det diskuteras även att samordna upphandling med andra utanför USA för att nå tillräcklig beställningsvolym och därmed behålla diversifieringen.

Strategin och den politiska viljan: Den övergripande amerikanska målsättningen att ligga längst fram inom militär teknologiutveckling för att förbli militärt och ekonomiskt dominerande torde kvarstå. Frågan är hur den amerikanska ledningen söker operationalisera och motivera denna målsättning. Sedan kalla krigets slut har man delvis lyft fram att satsningar på militär FoT ofta ger möjligheter till dual-use, både civila och militära tillämpningsmöjligheter, och civila spin-off effekter. Resonemanget är logiskt när potentiella utmanare ligger långt efter inom många militära teknikområden. Men det är också en dylik argumentation som andra varit rädda för - att det upplevda hotet ej är starkt och medför att USA "slappnar av" och riskerar att hamna på efterkälken om världen åter blir mer hotfull. Hotargumenten har emellertid alltid fortsatt att vara de viktiga - det är militära behov och oroande omvärldsutveckling som framförts som de viktiga skälen för amerikanska satsningar. Det lilla som hittills kommit fram avseende den nya administrationens prioriteringar och argument visar på en fortsatt tydlig vilja att satsa på det militära och en än mer teknikvänlig linje. Oavsett utfall i kommande försvarsöversyner, vårens arbete av Marshall och höstens Quadrennial Defense Review (QDR) 2001, så har Bushadministrationen i sin första budget utlovat 200 miljarder USD mellan 2002 och 2006 för militär FoT. De områden som lyfts fram som prioriterade är massförstörelsevapen, ickespridning och terrorhot samt nya lovande teknologier (20% av de 200 mdr USD ska öronmärkas för "nya lovande" områden). En trolig skillnad gentemot den tidigare administrationen är att Bush antagligen kommer att tona ned de "nya globala hoten", d v s återgå till en mer traditionell hotbild och därmed satsa på försvarsteknik som hanterar dessa. Sammanfattningsvis kan det konstateras att USA fortsätter att motivera sina satsningar utifrån militära hot, att den nya administrationen kommer att öka medlen för militär FoT och att den amerikanska militära forskningen därmed fortsatt kommer att få de största reella monetära medlen.

Bilaga A: Teknisk förklaringslista och beskrivning av några av DTAP:s program

Atomic Force Microscopy (AFM) Beskrivs i MCTL kunna användas för att mäta individuella molekylers interaktion.⁹⁰ AFM-probens yta kläs med ett substrat som är komplementärt till den yta man vill studera.⁹¹ Avidin och biotin är två molekyler som binder till varandra och därför ofta används tillsammans i bindingsstudier. Sålunda kan avidin adsorberat till ytan på en AFM-prob användas för att undersöka en biotinkladd yta.⁹² Associationen mellan avidin och biotin kan observeras när de två ytorna är i nära kontakt med varandra och kraftfluktuationerna mellan molekylerna mäts.⁹³ Detta gör att AFM-systemet kan upptäcka strukturella defekter i tunna filmer på Ångströmsnivå (10^{-10} m).

Chemical Imaging System (CIS): Målet beskrivs vara att utveckla ett detektionssystem (CIS) som tillåter utvärdering av kemiska agens över stora ytor och ger en detaljerad positionsinformation.⁹⁴ Nuvarande systems detektionsfält anges vara alltför begränsat och sägs inte kunna göra en avscanning i de hastigheter (360 scanningar per sekund) som behövs i fråga om höghastighetsapplikationer (helikoptrar och flygplan).⁹⁵ Kommersiellt tillgängliga interferometrar (mätinstrument för längdmätning) beskrivs operera med ett par scanningar per sekund. Bland potentiella användningsområden nämns fixa posteringar, markfordon, UAVs, helikoptrar, hög och lågflygande flygplan samt satelliter i låg omloppsbana. Den största utmaningen beskrivs ligga i att utveckla hård- och mjukvara för signalbearbetning, höghastighets interferometrar samt högdensitets detektionssystem (Focal Plane Array). En CIS med möjlighet att operera med 360 Hz och en 256x256 FPA sägs kräva

⁹⁰ Med molekylers interaktion avses molekylers samspel.

⁹¹ Prob: en liten tillsats till ett elektriskt mätinstrument med vars hjälp man kan införa en signal från ett mätobjekt till instrumentet. Proben är vanligen så konstruerad att den belastar mätobjektet så litet som möjligt. Termen används även inom andra områden om anordningar som hämtar information från ett mätobjekt. Komplementärt substrat: i det här fallet en substans som binder till den yta man vill studera.

⁹² Adsorbera: ('sluka', 'suga upp') Ämnet har upptagits och bundits.

⁹³ Association: association mellan ett ämnes molekyler sägs föreligga när dessa i gasfas eller i lösning genom intermolekylära krafter verkan inte uppträder som diskreta partiklar utan som dimerer eller större molekyllkomplex. Med kraftfluktuation avses att kraften varierar.

⁹⁴ Agens: verksamt eller utlösande faktor. Här: smittämne (infektiöst agens).

⁹⁵ Scanning: (eng., av scan 'granska', 'avsöka', 'svepa över') Detsamma som avsökare.

en datorkraft som, om man extrapolerar dagens utveckling inom höghastighetsdatorer till framtida signalbearbetningsmöjligheter, endast skulle kunna finnas tillgänglig om 5 år. DoD (1999c), CB.19.

JBREWS ACTD beskrivs ha till uppgift att utvärdera den militära nyttan av ett system som tidigt varnar om avlägsna B-agens. ACTDn är tänkt att lyfta fram långt framskridna biologiska detektionstekniker. Det beskrivs att flera olika plattformar med teknik för avlägsna mätningar och tidig varningsskapacitet skall demonstreras. Bland annat en standoff sensor (spektroskopibaserad detektor för avståndsindikering som detekterar material som innehåller nukleinsyra och protein med ljusabsorbans i det ultraviolette området), the Short Range Biological Standoff Detection System, som automatiskt scannar, detekterar och diskriminerar aerosoler som biologiska eller icke-biologiska.⁹⁶ Detektorerna skall vara anslutna till ett varnings och rapporteringssystem. DoD (1999c), I.02, JPO-BD (2000b).

JBPDS-programmet: Tanken beskrivs vara att ta fram ett gemensamt integrerat biologiskt punktdetektionssystem för användning inom alla försvarsgrenar. Man säger att tio biologiska agens kommer att kunna detekteras och identifieras (bakterier, toxiner, virus och rickettsia) inom loppet av tjugo minuter. JBPDS är tänkt att användas för att skydda flygbaser, hamnar, fartyg och styrkor. Tanken är att systemet skall fungera som en första snabb varnande enhet för befälhavare som vill integrera JBPDS-data med annan information som t ex underrättelser och meteorologisk information. Systemet är tänkt att kunna transporteras till land, havs och per luft. Anskaffningsstrategin inom JBPDS beskrivs bestå av blockuppgraderingar. Det anges att block I bl a skall fokusera på att utöka antalet B-agens från åtta till tio. Inom block II beskrivs ambitionen vara att öka antalet identifierbara agens från tio till tjugosex. Utformningen av block I sägs vara klar och planeras tas i bruk budgetåret 2002. Block II planeras tas i bruk budgetåret 2006. JPO-BD (2000a).

Kvartskristallmikrobalansvåg (QCM) är en piezoelektrisk ("tryckelektrisk") kvartskristall som oscillerar när en spänning läggs på.⁹⁷ Kristallen svänger med en bestämd frekvens vilket mäts med elektroder.⁹⁸ När material läggs på

⁹⁶ Aerosol: (av grek. *ae'r* 'luft' och lat. *solu'tio* 'lösning', ytterst av *so'lvo* 'upplösa'), suspension av fasta eller flytande partiklar i gas, vanligen luft. Damm, rök, dimma, sprej och moln är vardagliga exempel på aerosoler.

⁹⁷ Oscillera: (nylat., av lat. *osci'llo* 'gunga', 'dallra'), ett system som svänger.

⁹⁸ Elektrod: ett elektriskt ledande föremål i kontakt med en elektrolyt (benämning dels på ämne eller blandning som innehåller rörliga joner och därför kan leda elektrisk ström,

ytan förändras denna frekvens vilket uppmäts med elektroderna och frekvensskiftet är direkt proportionellt mot den mängd som tillkommit. Det piezoelektriska fenomenet har ett flertal applikationer. Exempelvis är nålen i en skivspelare kopplad till en piezoelektrisk kristall. De oscilleringar som genereras av skivans vinylspår omvandlas till elektriska signaler som i sin tur amplifieras.⁹⁹ Puu (1998), Tjärnhage (1996).

Magnetiska krafter kan användas som redskap för att manipulera enskilda molekyler genom atomkraftsmikroskop (AFM). Enskilda biomolekyler kan bindas till kemiskt preparerade magnetiska pärlor bestående av järnoxid. I närvaro av ett externt magnetiskt fält magnetiseras såväl pärlorna som den magnetiserbara AFM-spetsen.¹⁰⁰ Kraften som verkar mellan spetsen och pärlan skall möjliggöra att pärlan (med önskad molekyl bunden till sig) kan plockas upp så länge som magnetfältet är påslaget. Om den attraktiva kraften mellan pärlan och ytan är större än kraften som verkar mellan pärlan och AFM-spetsen kommer den magnetiska pärlan sammankopplad med biomolekylen att repelleras till ytan igen så snart det externa magnetfältet slås av.¹⁰¹ Lübben (1990).

Near Field Scanning Optical Microscopy (NSOM) En ljuskälla används för att scanna en yta på en höjd av några få nanometer (10^{-9} m) och optiska bilder med en upplösning på 50 nm kan fås. NIST (2000).

Optiska pincetter (Optical tweezers) är en metod för att föra samman molekyler och studera krafter som styr interaktion i biologiska system. De skapas genom att en laserstråle fokuseras och utnyttjar optiska gradientkrafter för att manipulera partiklar i mikrometerstorlek (10^{-6} m). Optiska pincetter beskrivs som användbara verktyg vad gäller fysikaliska studier av makromolekyler och biologiska system.¹⁰² Forskare har exempelvis kunnat kartlägga krafter vid membraninteraktion.¹⁰³ Komplexa system av optiska

dels på ämne som helt eller delvis uppträder i form av joner i en lösning (elektrolytlösning).

⁹⁹ Amplifiera: förstärka, utvidga.

¹⁰⁰ Magnetiskt fält: förmedlar magnetisk kraftverkan och kan representeras av sammanhängande linjer, som t.ex. går från en magnets nordpol över till dess sydpol; ju tätare linjer desto starkare magnetfält. Fältet påverkar elektriskt laddade partiklar och får en kompassnål att rikta in sig i dess riktning.

¹⁰¹ Repellera: Stöta bort, tillbaka.

¹⁰² Makromolekyl: jättemolekyl vanligen innehållande tusentals atomer. Proteiner och nukleinsyror är exempel på biologiskt viktiga makromolekyler.

¹⁰³ Membran: tunn skiljevägg, hinna m.m. Hos den levande cellen den struktur som avgränsar cytoplasman från cellens yttre miljö samt avgränsar olika rum i en cell från var-

pincetter förväntas få ytterligare applikation för att klargöra fenomen inom biologiska system och komplexa lösningar samt för att organisera mjuk materia till strukturerat kompositmaterial.¹⁰⁴ Dufresne (1998).

Surface Acoustic-Wave Technology (SAW) är en variant på QCM (kvartskristallmikrobalansvåg), se ovan. Inom SAW-teknologi används en kvartssensor av piezoelektriskt material. Ytvågor genereras av elektroder med ett elektriskt växelfält.¹⁰⁵ Vågorna propagerar en viss sträcka innan de detekteras av ett andra par elektroder.¹⁰⁶ Sensorns kvartsyta är klädd med ett tunt lager av kemiskt selektivt absorberande material.¹⁰⁷ Absorption av specifika kemiska molekyler till lagret påverkar (dämpar) vågorna och förändringen registreras av det andra elektrodpåret. SAW-teknik kan utnyttjas i en array (matris) bestående av ett flertal sensorer där varje enskild sensor har en distinkt kemisk klädnad. Sensorerna kommer på så sätt att ge olika svar inför en och samma kemikalie och data från sensorerna kan föras som indata till dataprogram innehållande neurala nätverksalgoritmer eller annan typ av multivariat dataanalys som kan diskriminera mellan olika kemikalier.¹⁰⁸ Sandia National Laboratory (2001).

andra. Membranets funktion är att fungera som barriär, att reglera transport av ämnen mellan de två rum som membranet avgränsar, att förmedla information mellan dessa rum och att vara säte för enzymreaktioner. Membraner består av ett dubbelt skikt lipidmolekyler med proteiner.

¹⁰⁴ Kompositmaterial: klass av material som innehåller två eller flera komponenter och som har egenskaper som väsentligen skiljer sig från de ingående komponenternas egenskaper.

¹⁰⁵ Elektriskt växelfält: ett område i vilket en elektrisk laddning utsätts för en kraft.

¹⁰⁶ Propagera: utbreda sig.

¹⁰⁷ Absorption: process som innebär att gas, vätska eller en energiform tränger in i och upptas av ett ämne.

¹⁰⁸ Neurala nätverksalgoritmer: algoritm (systematisk procedur som i ett ändligt antal steg anger hur man utför en beräkning eller löser ett givet problem) som använder sig av en nätverksprincip som bygger på strukturen för hjärnans minneshantering. Multivariat dataanalys: samlingsnamn på en brokig flora av statistiska metoder för beskrivning, inte sällan grafisk, och analys av mångdimensionella datamängder.

Bilaga B: Akronymförteckning

ACTD	Advanced Concept Technology Demonstration
AFM	Atomic Force Microscopy
ATD	Advanced Technology Demonstration
B-agens	Biologiskt agens
BNP	Bruttonationalprodukt
BRP	Basic Research Plan
BC	Biological and Chemical (weapons etc) Biologiska och kemiska (vapen etc)
BW	Biological Warfare
CIA	Central Intelligence Agency
CINC	Commander in Chief
CIS	Chemical Imaging System
CMA	Chemical Manufacturers Association
CO ₂	Koldioxid
CRDF	Civilian Research and Development Foundation
CTR	Cooperative Threat Reduction
C4I	Command, Control, Communications, Computers and Intelligence
C4ISR	Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance
DCI	Director of Central Intelligence
DDR&E	Director Defense Research & Engineering
DNA	Deoxyribonukleinsyra
DoD	Department of Defense
DOE	Department of Energy
DSB	Defense Science Board
DSTAG	Defense Science and Technology Advisory Group
DS&TS	Defense Science and Technology Strategy
DTAP	Defense Technology Area Plan
DTO	Defense Technology Objectives
DUSD(S&T)	Deputy Undersecretary of Defense (Science and Technology)
FOI	Totalförsvarets Forskningsinstitut
FoU	Forskning och Utveckling
FoT	Forskning och Teknikutveckling eller Forskning och Teknologi
FPA	Focal Plane Array
FY	Fiscal Year
GPS	Global Positioning Systems
HEU	Highly Enriched Uranium
HHS	Health and Human Services
HKV-OA	Högkvarterets operationsanalys
IDR	International Defense Review
IISS	International Institute for Strategic Studies
IPP	Initiatives for Proliferation Prevention
IR	Infrared

ISTC	International Science and Technology Center
IT	Informationsteknologi
JBPDs	Joint Biological Point Detection System
JBREWS	Joint Biological Remote Early Warning System
JCS	Joint Chiefs of Staff
JPO-BD	Joint Program Office for Biological Defense
JV 2010	Joint Vision 2010
JV 2020	Joint Vision 2020
JWCO	Joint Warfighting Capability Objectives
JWSTP	Joint Warfighting Science and Technology Plan
LIDAR	Light Detection and Ranging
MCT	Militarily Critical Technologies
MCTL	Militarily Critical Technologies List
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NBC	Nuclear, Biological and Chemical (weapons etc)
NPT	Non Proliferation Treaty
NSC	National Security Council
NSF	National Science Foundation
NSOM	Near Field Scanning Optical Microscopy
NSS&TS	National Security Science and Technology Strategy
NSTC	National Science and Technology Council
NUTEK	Närings- och teknikutvecklingsverket
OSD	Office of Secretary of Defense
OSTP	Office of Science and Technology Policy
PAI	Patogenic Island
pH	Vätejonskoncentration (kemisk surhetsgrad)
QCM	Quartz Crystal Microbalance
QDR	Quadrennial Defense Review
RNA	Ribonucleic Acid
RDT&E	Research, Development, Technology and Engineering
R&D	Research and Development
SAW	Surface Acoustic-Wave
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute
S&T	Science and Technology
TARA	Technology Area Review and Assessment
TB	Tuberculous
TRP	Technology Reinvestment Project
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USD	United States Dollar
USD	Undersecretary of Defense
UV	Ultraviolet
WTO	World Trade Organization

5 Bilaga C: Litteraturförteckning

- ACA (Arms Control Association) (2000) "The Missile Technology Control Regime" *Fact Sheet*, <http://www.armscontrol.org/FACTS/mtrc.html> Internet 17/11 2000 uppdaterad 19/10 2000.
- Carter Ashton B (2001) "Keeping America's Military Edge" *Foreign Affairs* januari/februari 2001.
- Center for Counterproliferation Research – National Defense University, Center for Global Security Research – Lawrence Livermore National Laboratory. *U.S Nuclear Policy in the 21st Century. A Fresh Look at National Strategy and Requirements. Final Report*.
- DCI (Director of Central Intelligence) (2001) *Global Trends 2015*.
- DoD (2000a) *Joint Vision 2020 (JV 2020)*.
- DoD (2000b) *Department of Defense response*, Defense Link, U.S. Department of Defense, <http://www.defenselink.mil/pubs/prolif97/secii.html> Internet 15/11 2000 uppdaterad 3/11 2000.
- DoD (2000c), *Office of the Under Secretary of Defense (Comptroller)*. <http://www.dtic.mil/comptroller/fy2001budget/> Internet 9/4 2001 uppdaterad 31/3 2000.
- DoD (1999a) *Basic Research Plan (BRP)*, Department of Defense, Deputy Under Secretary of Defense Science and Technology.
- DoD (1999b) *Defense Technology Area Plan (DTAP)*, Department of Defense, Deputy Under Secretary of Defense Science and Technology.
- DoD (1999c) *Defense Technology Objectives for the Joint Warfighting Science and Technology Plan and the Defense Technology Area Plan*, Department of Defense, Deputy Under Secretary of Defense Science and Technology.
- DoD (1996a) *Defense Science and Technology Strategy (DS&TS)*, Department of Defense, Director, Defense Research and Engineering.
- DoD (1996b) *Joint Vision 2010 (JV 2010)*.
- DSB (Defense Science Board) (2000), <http://www.acq.osd.mil/dsb/history.htm> Internet 30/1 2001 uppdaterad 26/10 2000.
- Dufresne Eric R. and Grier David G. (1998) *Optical Tweezer Arrays and Optical Substrates Created with Diffractive Optics – Introduction*. 30/1 1998. James Franck Institute, University of Chicago. <http://griergroup.uchicago.edu/~grier/hexa6b/node1.html> Internet 24/10 2000 uppdaterad 30/8 2000.
- Dörfer Ingemar (1991) "After the cold war - American choices", *Insikt och Beslut - Studier tillägnade Leif Leifland*, Kristianstad, Militärhistoriska förlaget.
- JPO-BD (Joint Program Office for Biological Defense) (2000 a) *Joint Biological Point Detection System (JBPDs Block I)* <http://www.jpobd.net/jbpds01.htm> Internet 18/10 2000 uppdaterad 12/12 2000.
- JPO-BD (Joint Program Office for Biological Defense) (2000 b) *Joint Biological Remote Early Warning (JBREWS) Advanced Concept Technology Demonstration (ACTD)*. http://www.jpobd.net/jbrew_fs.htm Internet 23/10 2000 uppdaterad 5/10 2000.
- Lübben Jörn F., van der Werf Kees, de Grooth Bart G., Greve Jan. (1990) *Manipulation of single biomolecules by means of an AFM*. Faculteit Technische Natuurkunde,

- Universiteit Twente. http://www.tn.utwente.nl/bft/smd/jorn_info.htm, Internet 24/10 2000 uppdaterad 1/1 1990.
- MCTL (Militarily Critical Technologies List) (1999) Part II: Weapons of Mass Destruction Technologies, Section 3.3: *Detection, warning and identification*. Part III: Developing Critical Technologies, Section 3.2: *Biological Sensors*.
<http://www.dtic.mil/mctl/mctlp2.html> Internet september 2000 uppdaterad juni 1999.
<http://www.dtic.mil/mctl/mctlp3.html> Internet september 2000 uppdaterad juli 1999.
- NIST (National Institute of Standards and Technology) (2000) *Near-field Scanning Optical Microscopy (NSOM)*.
<http://physics.nist.gov/Divisions/Div844/facilities/nsom/nsom.html> Internet 24/10 2000 uppdaterad 15/11 2000.
- NUTEK (Närings- och teknikutvecklingsverket) (2000) *Internationella innovationspolitiska tendenser*. R 2000:7
- Nye, Jr., Joseph S. (1990) *Bound to lead – The changing nature of american power*. (Basic Books, Inc., Publishers).
- OSTP (Office of Science and Technology Policy) (1995) Executive office of the president, *National Security Science and Technology Strategy, NSS&TS*.
- Puu, Gertrud (1998) *Biosensorer för totalförsvaret. En översikt*. FOA-R--98-00936-864—SE.
- Sandia National Laboratory. (2001) *Sandia's portable chemical vapor detection system being prepared for 'big' test*.
<http://www.sandia.gov/media/NewsRel/NR2000/sawsensor.htm> Internet 15/11 2000 uppdaterad 2/1 2001.
- Sipri (2000) "Australia Group" *CBW (non) Proliferation Educational Module*
<http://cbw.sipri.se/cbw/101020520.html> Internet 17/11 2000 uppdaterad 18/4 2000.
- Sipri (1999) *The Nuclear Suppliers Group: Its origins, role and activities*.
http://projects.sipri.se/expcon/infirc_539_1.htm Internet 17/11 2000 uppdaterad 28/10 1999.
- Stephens, John R. (1998) "Identification of BW agent simulants on building surfaces by infrared reflectance spectroscopy." In *Proceedings of the sixth international symposium on protection against chemical and biological warfare agents*. Stockholm, Sweden, 10-15 May 1998. FOA-R- -98-00749-862- -SE. May 1998. ISSN 1104-9154.
- Sweetman Bill (2000) "In search of the Pentagon's billion dollar hidden budgets", *International Defense Review (IDR)*, Jane's Defence Information Group.
- Tellis, Ashley J. Bially, Janice. Layne, Christopher. McPherson, Melissa (2001) *Measuring National Power in the Postindustrial Age*
<http://www.rand.org/publications/MR/MR1110> Internet mars. RAND MR-1110-A. 23/2-01.
- Thomas, James P. (2000) *The Military Challenges of Transatlantic Coalitions*. Adelphi Paper 333. (Oxford University Press for The International Institute for Strategic Studies)
- Tjärnhage, Torbjörn (1996) *Thin Polymer and Phospholipid Films for Biosensors Characterisation with Gravimetric, Electrochemical and Optical Methods*. FOA-R-96-00224-4.6-SE.
- Yost David (2000) "The NATO Capabilities Gap and the European Union", *Survival* vol 42 nr 4, IISS.

