

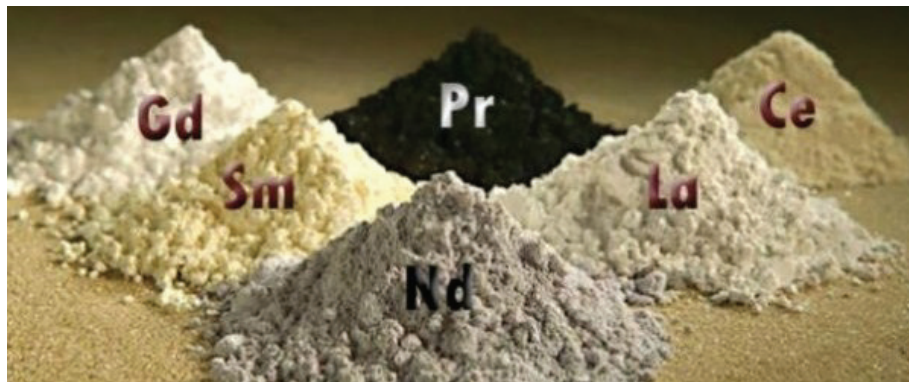
MALEK KHAN, MARTIN LUNDMARK OCH JERKER HELLSTRÖM



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Malek Khan, Martin Lundmark och Jerker
Hellström

Sällsynta jordartsmetaller – betydelse för det försvars- och säkerhetspolitiska området



Bild/Cover: (Wikimedia Commons/Peggy Greb)

Titel	Sällsynta jordartsmetaller – betydelse för det försvars- och säkerhetspolitiska området
Title	Rare earth elements – implications for defence and security policy
Rapportnr/Report no	FOI-R--3604--SE
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2012
Antal sidor/Pages	45 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	Försvarsdepartementet
Projektnr/Project no	A18008
Godkänd av/Approved by	Maria Lignell Jakobsson
Ansvarig avdelning	Försvarsanalys

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk.
All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729).
Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

Sällsynta jordartsmetaller (REE) har unika egenskaper och de har en stor och ökande betydelse både för militära och civila högteknologiska tillämpningar. 95 % av REE-produktionen kommer från gruvor i Kina. Ur ett försvarsperspektiv ser många stater det som en oönskad osäkerhet att Kina har en så stark kontroll över denna viktiga tillgång.

I rapporten kartläggs systematiskt vilka försvarsförmågor och industrier som är beroende av tillgång till sällsynta jordartsmetaller. Vidare identifieras vilka resurser Europa för närvarande saknar för att kunna säkra tillgången till REE. Dessa inkluderar gruvor för kommersiell brytning av REE; återvinning av REE i kommersiell skala; en kemisk processindustri för att hantera kommersiella mängder REE och tillverkning av komponenter med REE.

För att hantera dessa saknade resurser och i slutändan beroendet av REE föreslår vi i rapporten följande strategier.

Minska beroendet av REE – För att minska beroendet kan åtgärder implementeras för att utveckla forskning om alternativ till REE och även forskning om hur man tar fram effektiva produktionsmetoder i syfte att undvika spill vid tillverkning.

Utveckla kommersiell brytning av REE i Europa – I syfte att identifiera fler lämpliga fyndigheter av REE kan en geologisk inventering genomföras i Europa. Världsmarknadspriset för REE fluktuerar kraftigt och influeras starkt av den dominerande aktören Kina. Att utveckla fyndigheter till kommersiellt livskraftiga gruvor är därför riskabla och kapitalintensiva projekt och det är av intresse att utreda hur dessa projekt kan stödjas.

Utveckla forskning och kommersialisering av återvinning – Det finns många hinder innan det kan bli kommersiellt lönsamt att ta hand om REE från

återvunnet material som elektroniskrot och gruvavfall. Den föreslagna forskningen involverar allt från kemisk separationsteknik till logistik kring insamlandet av elektroniskrot.

Utredning och utveckling av den europeiska processindustrin för uppabetning av REE – Bearbetning av REE är för närvarande koncentrerad till Kina och det är oklart om det finns tillräcklig kompetens och kapacitet i Europa som kan ta hand om råmaterial från eventuella europeiska källor.

Utveckling av komponenttillverkning kring REE – Frågan om hur tillgången på komponenter, som innehåller REE, kan garanteras kan adresseras på många nivåer. Här ingår program för att stärka en europeisk tillverkningsindustri och forskning kring hur försvarsindustrin kan försäkra sig om tillgång till säkra komponenter i ett långt tidsperspektiv.

Ur beroendesynpunkt är det viktigt att inte bara säkra tillgång till REE-råvaran (eller legeringar av REE) utan i slutändan även till de komponenter som innehåller REE. Strategierna ovan är alla del i ett balanserat åtgärds paket som säkrar tillgång till REE från råvara till färdiga komponenter så att den europeiska försvarsindustrin kan upprätthålla hög internationell prestanda på sina slutprodukter.

När det gäller råvaror allmänt och REE specifikt är det omöjligt för försvarssektorn att själv driva program för att säkra önskad tillgång. Försvarssektorn kan däremot vara drivande för att få den civila sektorn att inse områdets strategiska vikt (både civilt och militärt) och initiera program för att hantera beroendet av REE.

Nyckelord: Sällsynta jordartsmetaller, försvarsindustri, Kina, industriellt beroende, försvarspolitik, återvinning

Summary

Rare earth elements (REE) have unique properties and they have a great and growing importance for both military and civilian high-tech applications. 95 % of produced REE comes from mines in China. From a defence perspective, many states consider it as an undesirable uncertainty that China has such a strong control over this important asset.

This report systematically identifies the defence capabilities and industries that rely on access to REE and also the resources Europe currently lacks in order to ensure supply of REE. The latter include commercial mining of REE; recycling of REE on a commercial scale, a chemical process to manage commercial quantities of REE and manufacturing of components with REE.

To manage concerns relating to these missing resources and ultimately the dependence on REE, we propose in this report the following strategies.

Reduce dependence on REE – Measures can be implemented to develop research on alternatives to REE and also research on how to develop efficient production methods in order to avoid waste in manufacturing.

Develop commercial mining of REE in Europe – In order to identify more suitable deposits of REE, a geological survey should be carried out in Europe. The world market price for REE fluctuates greatly and is strongly influenced by the dominant player China. Consequently, developing commercially viable mines is risky and expensive and it is of interest to investigate how these projects can be supported.

Develop research and commercialization of recycling – The idea is to source REE from recycled materials as electronic waste and tailings. This is not commercially viable yet. The proposed research involves everything from chemical separation technology to logistics of collecting electronic waste.

Investigation and development of the European process industry for processing of REE – Processing of REE is currently concentrated to China and it is unclear whether there is sufficient competence and capacity in Europe that can take care of future raw materials from European sources.

Development of component manufacturing on REE – It is important to secure supply of components containing REE. This can be addressed on many levels, e.g. by implementing programs to strengthen European manufacturing and research into how the defence industry can otherwise ensure access to safe components in a long-term perspective.

From a dependence perspective, it is important not only to ensure access to REE minerals (or alloys of REE), but in the end, to the components that contain REE. The strategies above are all part of a balanced package of actions that ensure access to REE from raw materials to finished components so that the European defence industry can maintain high international quality for their end products.

For commodities in general and REE specifically, it is impossible for the defence sector alone to manage the proposed programs that can secure supply of REE. The defence sector might, however, lead the civilian sector to realize the area's strategic importance (both civilian and military) and initiate programs to address the dependence of REE.

Keywords: Rare earth metals, defence industry, China, industrial dependence, defence policy, recycling

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Syfte och avgränsning.....	10
1.2	Disposition.....	10
1.3	Metod.....	11
2	Varför är REE viktiga?	12
2.1	REE har många civila och försvarsindustriella tillämpningar	12
2.2	Produktion av sällsynta jordartsmetaller är koncentrerad till ett land.....	14
2.3	Kinas kontroll över den globala REE-produktionen har säkerhetspolitiska konsekvenser	16
2.3.1	Utbud och efterfrågan i Kina	17
2.3.2	Kinas vitbok för REE	19
2.4	Diskussion	20
3	Analys av beroenden av REE	23
3.1	En kort genomgång av EDTID-metoden	23
3.2	EDTID-metoden applicerad på REE	24
3.2.1	En teknologi/förmåge-karta för sällsynta jordartsmetaller.....	24
3.2.2	Tillgångar som behövs för att producera REE och tillhörande beroendeproblematik.....	26
3.3	Svenska försvarsföretag – beroenderisker kring REE?	28
3.4	Förädlingskedjan för REE inom försvarsområdet	29
3.5	Erfarenheter från andra länder	30
3.5.1	USA	31
3.5.2	Ryssland.....	32
3.5.3	EU	32
3.5.4	Storbritannien	33
3.5.5	Tyskland	34
3.5.6	Frankrike	34
3.5.7	Japan.....	35
3.5.8	Slutsatser av REE-initiativ i andra länder.....	35

4	Strategier för att hantera beroendet av REE	37
4.1	Handlingsalternativ härledda från beroendeanalysen	37
4.2	Policyrekommendationer	40
4.3	REE och försvarsområdet i framtiden	41
5	Litteraturförteckning	42

1 Inledning

Sällsynta jordartsmetaller¹ (här använder vi förkortningen REE efter det engelska namnet Rare Earth Elements) är ett samlingsnamn på 17 olika metaller - de fjorton lantaniderna samt skandium, yttrium och lantan, se Tabell 1.

Den europeiska industrin behöver generellt tillgång till en mängd grundämnen och mineraler för sin produktion. Brister och beroenden rörande tillgång till dessa metaller är något som stater vill undvika. Anledningen till intresset för REE är att de har unika egenskaper vilket utnyttjas i exempelvis vindkraftverk, elbilar, datorer och mobiltelefoner (Haxel, et al., 2002) (Venton, 2012). REE-funktionalitet har mest betydelse för tillverkning av elektronikkomponenter och magneter med särskilt hög prestanda som används inom många olika industrier (se mer detaljerad lista s. 10, Tabell 1). Det kan t.ex. gälla vissa specialiserade magneter, lasrar och batterier. Även för försvarsindustrin ökar betydelsen av REE inom bland annat målsökning, högpresterande elektriska motorer, sensorer och elektronisk krigföring (GAO, 2010).

En viktig distinktion mellan REE och andra metaller och insatsvaror är att de andra insatsvarorna kan beskrivas som *viktiga* och REE som *strategiska*. Viktiga ämnen kan t.ex. vara koppar, järn och aluminium, som hanteras i stora volymer till industrin men som i sig inte skapar unika förmågor. REE kan benämnas strategiska, eftersom de är viktiga för militära förmågor; försvarsmaterielens design är utformad kring de optimerade egenskaper och prestanda som endast kan uppnås med hjälp av REE-inslag. Utbudet av REE kommer till mer än 95% från Kina² (US DoE, 2011), där också flera viktiga komponenter till försvarssystem tillverkas. Ur ett försvarsperspektiv ser många stater det som en oönskad osäkerhet att Kina har en så stark kontroll över REE (Hargreaves, 2012). Av denna anledning är frågan om REE av intresse för Försvarsdepartementet.

Frågan om REE sätts i denna rapport i relation till försvarsändamål. Beroende på vem som uttalar sig, bedöms frågan olika. Enligt ett synsätt är Kinas dominans över REE-utbudet klart bekymrande ur ett försvarsperspektiv (GAO, 2010) (Grasso, 2012) (EDA, 2012). En annan bedömning, som bl.a. Pentagon har gjort, är att den kinesiska dominansen dock inte är fullt så allvarlig som källorna ovan. Det finns också de som anser att farhågorna kring Kinas dominans är kraftigt överdrivna; marknadskrafter kommer att balansera utbud och efterfrågan, och nya tillämpningar och teknologier kommer att skapas som löser eventuella brister (Eriksson, 2012). Det som också ökar intresset för frågan är att den ses i ljuset av

¹ Som kuriositet kan nämnas att flera av dessa metaller först upptäcktes i Ytterby på Ljusterö i Stockholms skärgård därav namnen yttrium, terbium, holmium (efter Stockholm), erbium och ytterbium.

² Siffran varierar mellan 90 och 98 % beroende på år och källa. Här använder vi oss av 95% som är en uppskattning från US Department of Energy 2011 (US DoE, 2011).

Kinas mycket ambitiösa militära upprustning under de senaste 15 åren (Bitzinger, 2010) (Bitzinger, 2011), vilket hos vissa skapar oro över om Kinas REE-dominans kan äventyra tillgång till viktiga industriella produkter vars funktionalitet styrs av REE.

1.1 Syfte och avgränsning

Denna rapport utgör ett underlag till Försvarsdepartementet och syftar till att lyfta upp problematiken kring beroendet av en enda, stor producent av sällsynta jordartsmetaller. Syftet med denna rapport är att analysera följande frågor:

- Vilka resurser saknas i Europa för att försvarsindustrin ska garanteras tillgång till REE?
- Hur ska detta hanteras ur Sveriges och Europas perspektiv?

Rapportens avgränsning är att vi diskuterar de två ovanstående frågorna, baserat på den bakgrund som ges i kapitel 2 och 3. Diskussionen struktureras utifrån en analys med hjälp av EDTID-metodiken som beskrivs i avsnitt 3.1. Den problembild som vi beskriver i kapitel 2 och 3 är så pass bred och får ett väldigt stort utfallsrum, och kan väcka så många nya frågor att det är svårt att fastslå vilka aspekter och frågor som vi *inte* besvarar eller diskuterar. Rapporten är ett underlag för vidare arbete.

1.2 Disposition

Rapporten inleds i kapitel 2 med en redogörelse av skälen till den stora efterfrågan på REE. Denna inledning inkluderar en lägesrapport om Kinas unika position gällande de olika förädlingsstegen av REE.

I kapitel 3 tillämnar vi därefter EDA:s³ EDTID⁴-metodik (EDA, 2012) för att beskriva strategiska beroenden av REE för europeisk försvarsförmåga och försvarsindustri. Metoden föreskriver ett strukturerat sätt att kartlägga vilka försvarsförmågor och industrier som är beroende av REE. EDTID-metodiken ger också svar på vilken industriell kapacitet och teknisk kompetens som behövs för att utveckla en egen produktion av REE i Europa.

Rapporten avslutas i kapitel 4 med rekommenderade handlingsalternativ för beslutsfattare som står inför frågan hur man säkrar europeisk tillgång till sällsynta jordartsmetaller. I detta kapitel återknyter vi till frågorna i syftet ovan.

³ EDA – European Defence Agency

⁴ EDTID – Addressing key European Defence Technology and Industrial Dependencies

1.3 Metod

Som utgångspunkt för analysen har vi utgått från den metod som presenterades i den av FOI ledda studien till EDA om EDTID (EDA, 2012). Empiri och bakgrundsdata har insamlats från vetenskapliga artiklar, tidningsartiklar, elektroniska databaser, öppna källor på internet, föredrag, intervjuer och enkäter⁵. Referenser till dessa ges i aktuellt stycke men som en översikt listar vi här de källor som inte återfinns i den öppna litteraturen:

- Fem svenska försvarsföretag har tillfrågats via en e-post-enkät om hur de ser på REE-frågans betydelse för deras verksamhet.
- Information har inhämtats på konferensen GeoArena i Uppsala i november 2012 där bland annat REE avhandlats i sessionen "Metal shortage and short metals". Där fanns talare från Tasmets som äger rättigheterna till Norra Kärr⁶, från SGU⁷ och från Technology Metals Research som har specialiserat sig på analys av REE.
- Vi har intervjuat ämnesspecialister på FOI, SGU, Raw Materials Group och Linköpings universitet. Två personer har intervjuats i Ryssland.

Dessa olika informationskällor har bidragit till den helhet som utgör denna rapport.

⁵ Vi har studerat källor på svenska, engelska, franska och kinesiska.

⁶ Norra Kärr är en fyndighet nära Gränna som är i prospekteringsfasen. Resultaten hittills tyder på att det finns god tillgång på framförallt dysprosium.

⁷ Sveriges geologiska undersökning

2 Varför är REE viktiga?

2.1 REE har många civila och försvarsindustriella tillämpningar

REE har unika egenskaper inom så vitt skilda områden som katalys, kemi, elektronik, metallurgi, optik och magnetism. De används i vanligt förekommande tillämpningar som katalytisk förbränning i bilar, tändare, färg i glas och keramik och putsmedel samt även inom högt specialiserade produkter som supraleddare, lasrar och extremt starka magneter. Tabell 1 listar vanliga användningsområden för de olika sällsynta jordartsmetallerna.

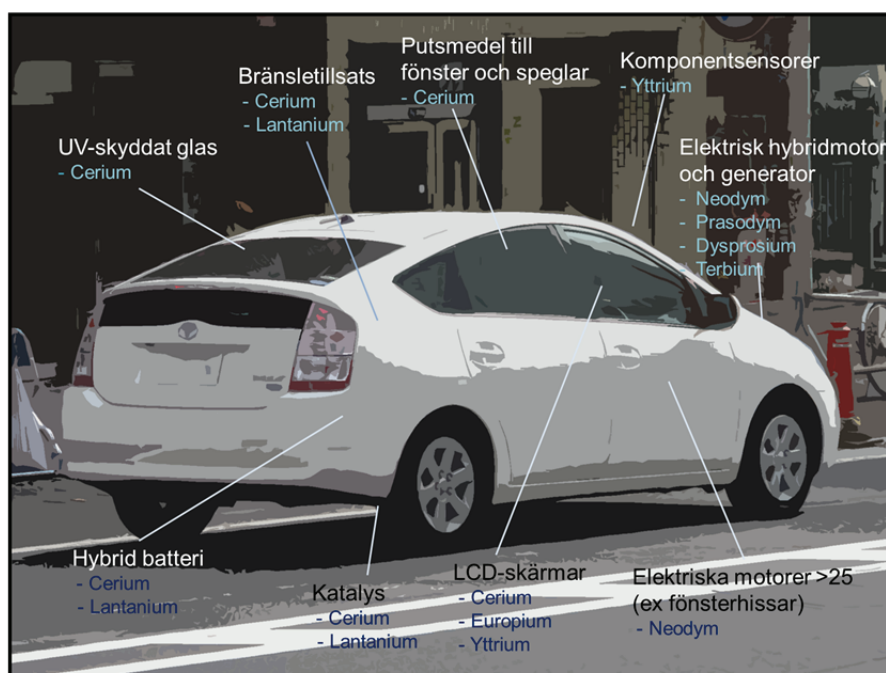
I Tabell 1 kan man utläsa att REE kan användas både som bulkvaror i t.ex. magneter, batterier och motorer, och som dopämnen i komponenter, optik och legeringar. Beroende på hur stora magneterna är används kvantiteter från gram till många kilo. När REE används som dopämnen förekommer de i mycket små kvantiteter.

Fastän alla REE ofta klumpas ihop så är det bara en del av dem som det potentiellt finns en beroendeproblematik kring. USA:s Department of Energy bedömer att det finns en beroendeproblematik kring dysprosium, neodym, terbium, europium och yttrium (US DoE, 2011). Av dessa fem så används neodym och dysprosium i magneter. Terbium, europium och yttrium används främst som dopämnen.

Användningen av REE fick sitt genombrott på 1980-talet inom bilindustrin där man då påbörjade en process för att minska bilarnas vikt i syfte att spara bränsle. Elektriska motorer som är frekvent förekommande i en bil, t.ex. för att driva fönsterhissar, var gjorda med en teknologi baserad på järn och var därför tunga. I sökandet efter lättare komponenter utvecklades alternativ baserade på REE vilket inte bara medförde lättare elektriska motorer, utan även att man gjorde bilskrovet lättare eftersom det inte behövde bära lika tunga komponenter. Den tunna bildörren föddes. Användningen av REE har utvecklats sedan dess, främst vid tillverkning av speciella motorer och magneter, se Tabell 1 och Figur 1. I en Toyota Prius används 10-15 kg lantan i nickelmetallhydridbatterier och 1-2 kg neodym i permanenta magneter (MarketWatch, 2009).

Tabell 1: De 17 olika sällsynta jordartsmetallerna och deras användningsområden. 5 metaller har märkts med * för att de är problematiska ur en beroendesynpunkt.

Namn	Användningsområde
Skandium (Sc)	Lätta aluminiumlegeringar (aerospace)
Yttrium (Y)*	Lasrar, supraledare, katalysator, dopämne i legeringar
Lantan (La)	Batterier, optik, katalysatorer
Cerium (Ce)	Katalysatorer, putsmedel
Praseodym (Pr)	Magneter, lasrar
Neodym (Nd)*	Magneter för t.ex. bilar & vindkraftverk, lasrar, färg
Prometium (Pm)	Radioaktiva batterier
Samarium (Sm)	Magneter, lasrar, neutronfällor
Europium (Eu)*	Lågenergilampor av LED-typ, lasrar, spektroskopi
Gadolinium (Gd)	Lasrar, datorminnen, optik, röntgen, magnetröntgen
Terbium (Tb)*	Lasrar, lågenergilampor
Dysprosium (Dy)*	Magneter i t.ex. bilar & hårddiskar, lasrar
Holmium (Ho)	Lasrar
Erbium (Er)	Lasrar, stållegeringar
Tulium (Tm)	Portabel röntgen
Ytterbium (Yb)	Lasrar, kemisk agent
Lutetium (Lb)	PET skanning, optik



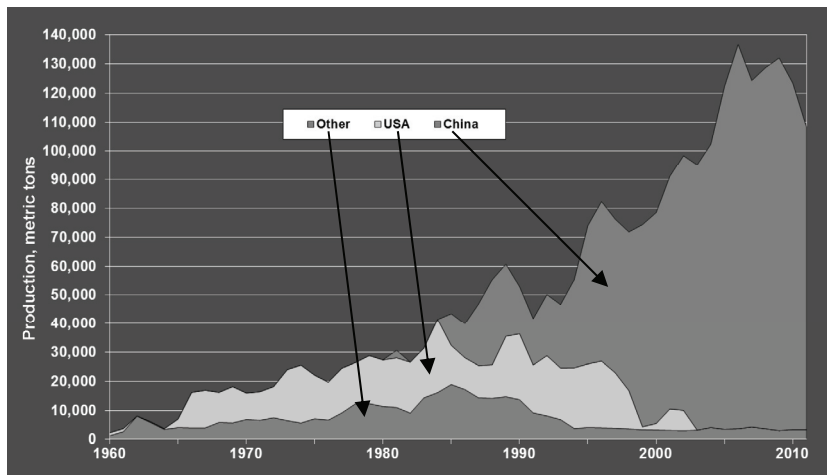
Figur 1: Användningsområden för REE i en modern bil (i det här fallet en Toyota Prius).

Komponenter som använder sig av REE har ofta bättre prestanda, är mindre, mer hållfasta och tål dessutom extremer i temperatur och tryck bättre än konventionella alternativ vilket har gjort REE intressant för försvarstillämpningar. Till exempel General Dynamics stridsvagn *M1A2 Abrams* och Lockheed Martins radar *Aegis SPY-1* innehåller bägge permanenta magneter gjorda av samarium-kobolt. Vindkraftsindustrin är en annan industri som drar nytta av unika egenskaper baserat på REE. Fastän vindkraftsturbiner inte behöver använda sig av permanenta magneter så använder man ofta neodym-järn-bor-magneter för att förhindra att växellådor kraschar. För att öka driftsäkerheten så använder ca 15% av världens vindkraftverk upp till 1000 kg neodym per turbin (NY Times, 2010).

2.2 Produktion av sällsynta jordartsmetaller är koncentrerad till ett land

Fastän produktionen av REE har vuxit snabbt till följd av den ökade efterfrågan har paradoxalt nog antalet producenter inte ökat och i dagsläget står Kina för 95% av all produktion av REE, se Figur 2. Fram till mitten av 1980-talet var USA den dominerande producenten men samtidigt som efterfrågan sköt i höjden

så konkurrerades gruvan i Mountain Pass i Kalifornien (den dominerande producenten) ut på grund av att Kina producerade REE till betydligt lägre kostnad⁸, se vidare stycke 2.3.



Figur 2: Produktionen av REE från 1960 till 2010 uppdelat på länder. Källa är USGS, http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/ree-trends.pdf.

Beroendet av ett enda producentland uppfattas som icke önskvärt av både kommersiella och nationella aktörer (detta utvecklas i sektion 2.3) och det finns ett antal planlagda projekt för att påbörja produktion av REE utanför Kina. Längst framskridna är Mountain Pass i USA som har återöppnats 2012 och Mt. Weld i Australien. I Europa finns de enda (nu kända) fyndigheterna som är rika nog för att motivera exploatering på Grönland och i Sverige.

För att producera REE krävs inte endast tillgång till rätt sorts mineraler i marken. Det krävs ett antal steg för att framställa REE (GAO, 2010):

- Gruvdrift för att utvinna mineralerna
- Fördelning av mineralerna (mekanisk)
- Separation av de olika metallerna (kemisk)
- Rening av metallerna till önskad renhet (kemisk)
- Forma önskade legeringar
- Tillverka önskade komponenter

⁸ Delvis eftersom Kina tog begränsad hänsyn till den stora miljöpåverkan som utvinning av REE medför.

Alla stegen ovan har sina specifika problem. Gruvdrift medför generiska problem för miljön och är beroende av acceptans i det lokala samhället. För REE finns det ytterligare ett problem eftersom dessa metaller nästan alltid hittas tillsammans med radioaktiva isotoper av torium och uran. Detta problem måste hanteras också i nästa steg när man mekaniskt finfördelar mineralerna.

De följande två stegen, kemisk separation och rening, är komplicerade och kan oftast inte utföras i anknytning till gruvan. Det beror på att det endast finns några få processindustrier i världen som har rätt faciliteter och expertis. Naturligt nog har de flesta anknytning till Kina. Det finns också lagstadgade begränsningar för att föra radioaktivt material över nationsgränser. (Den projekterade gruvan i Norra Kärr (Gränna) planerar att transportera sitt finfördelade material till Tyskland för vidare bearbetning. REE-fyndigheterna i Norra Kärr är en av de få i världen som inte är associerade med radioaktivitet).

För att kunna forma rätt legeringar och tillverka efterfrågade komponenter måste en välutvecklad industriell bas finnas inom området. En viktig omständighet kring REE är att för många typer av tillverkning av komponenter och andra sammansatta produkter är Kina ett av få länder som idag har tillräcklig industriell kapacitet för att kunna tillverka riktigt stora serier. Om lyckosam gruvdrift startas utanför Kina skulle därmed i nuläget en stor del av utvinningen transporteras till Kina.

Förutom jungfrulig produktion (gruvor) finns det förhoppningar om att utvinna REE från andra källor såsom insamlat elektronikskrot, kommunala och industriella skrotupplag (kallas ibland för "urban mining"), avfall från gamla gruvor (kallas ibland skrotsten eller varphögar) och återvinning av restmaterial vid produktion (Krook, 2012) (Schüler, et al., 2010) (Jonsson, 2012). I skrivande stund finns ingen kommersiell återvinning av REE (Schüler, et al., 2010).

2.3 Kinas kontroll över den globala REE-produktionen har säkerhetspolitiska konsekvenser

Anledningen till att REE är intressant ur ett nationellt eller europeiskt perspektiv är det starka beroendet till ett enda land – Kina. Genom exportkvoter och andra mekanismer har Kina under 2000-talet hämmat utflödet av REE. Exportbegränsningarna motiveras med statliga ansträngningar för att minska de stora miljökonsekvenser som brytning och utvinning av REE har fört med sig i Kina. Exportkvoter och ökad efterfrågan har naturligt lett till ökade priser, samtidigt som Kina får större inflytande över REE-flöden och -marknaden. Importörer av REE, varav Japan är den största, har i och med exportkvoterna drabbats av begränsad tillgång och kraftigt stigande kostnader. I synnerhet i Japan ifrågasätts den koppling Kina uttrycker mellan exportkvoter och

miljöhänsyn. Det finns farhågor att Kina skulle kunna vara berett att använda sig av sin dominerande position för politiska och strategiska syften.

2.3.1 Utbud och efterfrågan i Kina

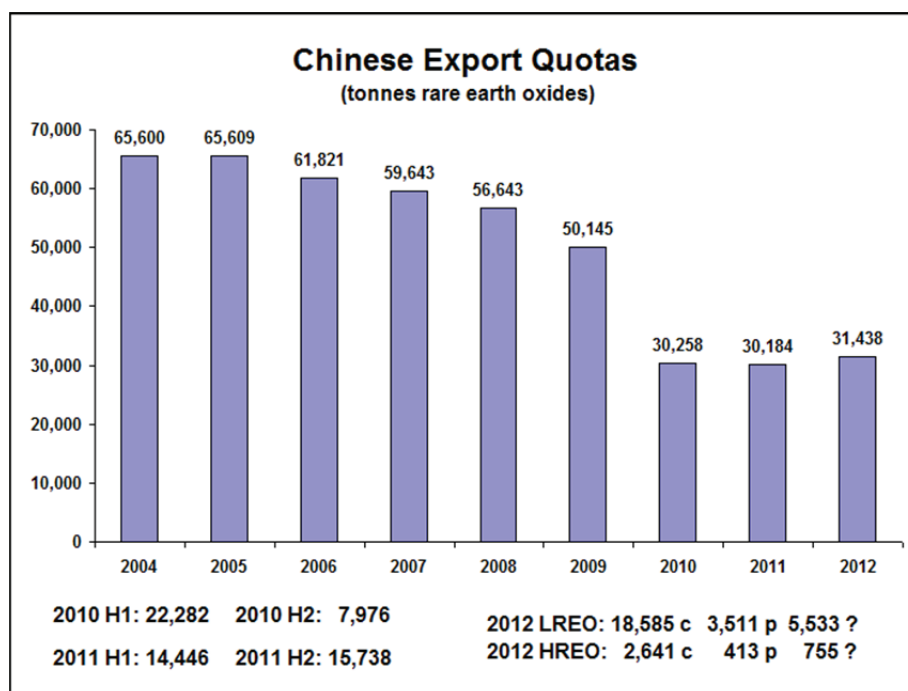
I Kina insåg man det strategiska värdet av REE innan man gjorde det i väst. Denna insikt gav bl.a. Kinas ledare Deng Xiaoping uttryck för när han 1992 konstaterade att *"Mellanöstern har olja, och Kina har sällsynta jordartsmetaller"*. Redan i slutet av 1950-talet började Kina utvinna REE som en del av järn- och stålproduktionen och en statlig satsning på REE ledde till att Kina passerade USA som världens största REE-producent 1987. (Hurst, 2010, p. 11) En bidragande orsak var stark inhemsk efterfrågan; redan i slutet av 1980-talet var Kina världens näst största REE-konsument efter Japan. (Kyodo News, 1988)

Tio år senare översteg utbudet efterfrågan med en stor marginal. År 1997 konstaterades att målen för REE-utvinning i den nionde femårsplanen redan var uppnådda. Den kinesiska regeringen beslöt därför att inte godkänna nya REE-projekt på 10-15 års sikt.

I och med den snabba kinesiska tillväxten är Kina idag den största konsumenten av REE. Under 2008 konsumerade Kina 55% av all REE, vilket ökade till 71% 2009 då finanskrisen ledde till större minskningar av efterfrågan i omvärlden än i Kina. Det skedde en tillfällig ökning av global efterfrågan under 2010, vilket i kombination med Kinas kraftiga sänkning av exportkvoter (se Figur 3) ledde till en mångdubbling av REE-priserna.⁹ Under 2011, då den globala ekonomiska avmattningen återigen ledde till lägre efterfrågan, stod Kina för 67%, Japan och övriga Nordostasien för 16% och USA för 10% av den globala REE-konsumtionen (Kingsworth, 2012, pp. 5-9).

Kina har sedan 2005 tillämpat allt lägre exportkvoter för REE. I augusti 2012 höjdes exportkvoterna för första gången (med 2,7% till knappt 31000 ton), men trots detta väntas exporten bli den lägsta på tio år (China Daily, 2012). Detta beror på att Kinas inhemska efterfrågan fortsätter att öka mer än efterfrågan från utlandet, att den ekonomiska avmattningen fördjupas och att REE i ökande utsträckning bryts utanför Kina. För att stabilisera fallande priser har ledande kinesiska REE-företag aviserat avbrott i produktionen under hösten 2012. Ett liknande produktionsstopp under 2011 ledde dock inte till högre priser eftersom efterfrågan samtidigt var låg (The Wall Street Journal, 2012).

⁹ Exempel på utvecklingen av REE-priser finns att se på REE-företaget Lynas hemsida: http://www.lynascorp.com/page.asp?category_id=1&page_id=25



Figur 3: Kinas exportkvoter för REE 2004-2012 mätt i volym (ton). 2012-siffran är en uppskattning baserad på de två exportkvoter som hade meddelats i december 2011 och maj 2012; den faktiska totala exportkvoten för 2012 som meddelades i augusti är 30996 ton. LREO och HREO avser Light rare earth oxides respektive Heavy rare earth oxides. Källa: Kaiser Bottom-Fish (Kaiser, 2012).

I juli 2012 startade Världshandelsorganisationen WTO en utredning kring Kinas exportkvoter efter klagomål från EU, USA och Japan. Om WTO kommer till slutsatsen att Kina bryter mot dess regelverk kommer exportkvoterna att behöva hävas. Sedan 2001, då Kina anslöt sig till WTO, finns exempel på att landet har anpassat sin export för att bemöta kritik från dess handelspartners. När europeiska hamnar stängdes för import av kinesiskproducerade klädesplagg 2005 svarade Kina t.ex. med att införa exportbegränsningar. När det gäller REE har Kina dock möjlighet att motivera de kritiserade exportkvoterna, bl.a. med att det rör sig om ändliga resurser och genom att visa på att den inhemska tillgången minskar i paritet med lägre exportvolym. Eftersom WTO inte begränsar möjligheterna till att överklaga, finns även en risk för en långdragen process (Reuters, 2011).

Kina påverkar dessutom globala REE-priser på fler sätt än genom exportkvoterna. Industrin i Kina omfattas av produktionskvoter för att kontrollera utbudet, REE-exporten beskattas (uppmot 25 procent), medan återkallad export

medför momsrabatter. Dessutom konsolideras industrin, vilket underlättar koordinerad prissättning, och staten övervakar i ökande grad att miljölagstiftningen efterlevs (Kingsworth, 2012). I och med den statliga översynen har Kina stor möjlighet att påverka globala REE-priser, åtminstone under perioder av hög efterfrågan, då begränsningar av exporten kan hålla priserna på höga nivåer, medan man genom att öka exporten kan pressa priserna. Genom att lagra och beskatta REE, samt successivt minska exportkvoter, strävar Kina efter att bibehålla sin goda tillgång på REE. I början av 2009 föreslogs i en statlig rapport att man t.o.m. helt skulle förbjuda export av vissa REE (The Economist, 2009).

Kinas centralregering, State Council eller statsrådet, antog i maj 2011 riktlinjer för REE-industrin, som förordade stärkt statlig kontroll över exploatering, produktion, distribution, import och export av REE (Kinesiska regeringens webportal, 2011). Genom råvarubeskattning skulle staten därmed kunna minska risken för överdrivna vinster inom sektorn, och bidra till att förhindra alltför stora prisökningar.

Merparten av REE konsumeras idag av industrier i Kina och inom ett par år kan efterfrågan i Kina ha hunnit ikapp det inhemska utbudet, tror många analytiker (The Economist, 2009). Det är positivt för Kina att nya fyndigheter exploateras utomlands, eftersom man mycket väl kan behöva importera REE på medellång sikt (Kaiser, 2012). Enligt ett uttalande av Kinas handelsministerium 2010 kan landets REE-reserver ta slut om 15-20 år om produktionen fortsätter i samma takt (Fazhi Ribao [Legal Daily], 2010).

Kina skulle även kunna få tillgång på REE utomlands genom företagsförvärv. Kinesiska statliga bolag har försökt förvärva två av de största bolagen inom REE utanför Kina, amerikanska Molycorp 2005 (som äger Mountain Pass) och australiensiska Lynas 2009 (som äger Mt. Weld) (Hurst, 2010). CNOOC¹⁰ drog tillbaka sitt bud på Unocal efter att amerikanska kongressen hade motsatt sig en försäljning till det kinesiska bolaget. CNMC¹¹, å sin sida, lade ned budet på Lynas sedan den australiensiska regeringens investeringsrådgivare bl.a. krävt att CNMC:s ägande i bolaget inte fick överstiga 50 procent. Amerikanska Molycorp är den största REE-producenten utanför Kina, medan Lynas äger världens största oexploaterade reserver av REE.

2.3.2 Kinas vitbok för REE

I juni 2012 publicerades för första gången en vitbok för Kinas REE-industri. Ett viktigt skäl till utgivningen var att bemöta den internationella kritiken mot det

¹⁰ China National Offshore Oil Corporation.

¹¹ China Nonferrous Metals International Mining Co Ltd

kinesiska agerandet inom REE. På så sätt skulle Peking ”bistå det internationella samfundet med en bättre förståelse av frågan” (China Daily/State Council, 2012). I vitboken, som gavs ut av informationskontoret vid State Council läggs vikt vid den snabba utvecklingen av industrin, men också dess allvarliga miljökonsekvenser. Samtidigt utlovas hårdare miljöstandarder för brytning av REE.

Vitboken kom som svar på den WTO-anmälan tidigare under året om att Kina använder sig av exportkvoter för att begränsa tillgången på REE i resten av världen. Enligt vitboken kan Kina inte längre tillåta betydande utsläpp från industrin med stora konsekvenser för miljön. Kina vill förändra sin gruvbrytning från nuvarande billiga men miljömässigt oattraktiva produktionsmetoder, som tidigare bidragit till de låga REE-priserna (Kaiser, 2012).

De negativa miljöeffekterna är något som ofta tas upp i den kinesiska retoriken. Bl.a. ska provinsen Jiangxi ha haft vinster på 33 miljarder yuan från REE-industrin, men behövt investera 38 miljarder för att hantera utsläppen från industrin i staden Ganzhou (Liu, 2012). Miljökonsekvenserna är dock särskilt iögonfallande i Baotou-regionen i centrala Inre Mongoliet, där huvuddelen av brytningen sker.

En annan aspekt som vitboken belyser är den omfattande smugglingen av REE från Kina, som föranlett hårdare kontroll över den inhemska industrin och exporten. Enligt statistik från tullmyndigheter i utlandet som citeras i vitboken var importen under 2006, 2007 och 2008 35%, 59% respektive 36% högre än Kinas officiella exportvolym.

2.4 Diskussion

Kina har stora ambitioner för sin försvarsmakt, även om Peking inte har någon uttalad målsättning att bli en global säkerhetspolitisk och militär aktör. Under de senaste femton åren har Kinas försvarsindustri expanderat kraftigt och dess försvarsbudget är världens näst största efter USA. Landet strävar efter att bli mer självförsörjande vad gäller försvarsmateriel och siktar på att inom landet kunna tillverka allt mer sofistikerad försvarsmateriel (Bitzinger, 2010) (Bitzinger, 2011).

Huvudmålet för Kinas försvarsindustriella expansion är att underbygga moderniseringen av Folkets befrielsearmé (PLA) och därmed öka Kinas strategiska handlingsfrihet i närområdet. Även om de militära förmågor som Kina utvecklar visar på en ambition att kunna verka utanför sitt närområde, syftar den kinesiska förmågeutvecklingen i nuläget främst till att kunna försvara det egna territoriet och att hävda sina anspråk vad gäller t.ex. Taiwan och omtvistade öar i vad Kina ser som sin exklusiva ekonomiska zon i Sydkinesiska havet. En

alltmer sofistikerad försvarsteknologi bidrar även till Kinas möjligheter att öka sin vapenexport.

En fråga som många ställer sig är om Kina är berett att använda sin dominans över REE-marknaden som ett strategiskt verktyg. Man bör då understryka att Kinas ekonomiska tillväxt fortfarande är exportdriven, och att det är i statens intresse att exporten fortlöper som en del av det globaliserade produktionssystemets blodsystem. Samtidigt är det i Kinas intresse att allt mer sofistikerade komponenter och elektronik skapas i Kina, d.v.s. att värdeskapande och design i ökande grad sker i landet.

Mot bakgrund av Kinas tidigare agerande är det svårt att dra några klara slutsatser om hur Kina i framtiden kommer att agera inom REE-området. Det står klart att Kinas export av REE i hög grad kommer att påverkas av miljöhänsyn, hur produktionen i landet utvecklas, i vilken mån det etableras betydande REE-utvinning i andra länder och hur REE-användningen i Kinas industri utvecklas. Huruvida aktörer utanför Kina kan försäkra sig om tillgång till REE med en acceptabel risk och förutsägbarhet framstår av ovanstående skäl som osäkert.

Det mest rationella ur Kinas perspektiv vore, enligt Kina självt och enligt många externa bedömare, att inte störa REE-flödena, eftersom det skulle försämra Kinas centrala roll i den globaliserade ekonomin och varuproduktionen. Med denna utgångspunkt kan REE-problematiken inte ses som ett stort problem. Ur en säkerhets- och försvarspolitisk synvinkel finns det dock anledning att diskutera andra scenarion.

Det finns stora säkerhetspolitiska spänningar i området som berör inte bara Kina och Japan samt övriga länder i Kinas närområde, utan även i högsta grad vad USA anser vara sina säkerhetspolitiska, strategiska intressen. Ett möjligt scenario är att Kina kan komma att försöka begränsa EU:s och USA:s tillgång till REE-flödena. Mot bakgrund av de säkerhetspolitiska spänningarna går det inte helt att avfärda att Kina utnyttjar de USA:s och Japans behov av REE och sin dominerande position på REE-marknaden genom att begränsa exporten till de två länderna. Kina skulle potentiellt även kunna använda sig av sin dominans på REE-marknaden som ett handelsvapen mot EU inom ramen för politiska kriser mellan EU, eller EU:s enskilda medlemsländer, och Peking.

Det finns även ett potentiellt kommersiellt incitament för Kina och berörda aktörer i landet av att besitta ett monopol på en viktig resurs som REE, eftersom man därmed skulle kunna utöva ett större inflytande på globala REE-priser. Dessutom kan en ökande REE-efterfrågan från kinesisk industri leda till att Peking ser ett behov av att inskränka exporten till fördel för inhemsk konsumtion.

Sammanfattningsvis kan REE-problematiken inte enskilt skapa stora säkerhetspolitiska spänningar, men den skulle med ett expansionistiskt Kina kunna vara en delmängd och monopolsituationen kan bli ett säkerhetspolitiskt

spelkort i en utvecklingsväg som ses som oönskad av framförallt EU, USA och Japan.

3 Analys av beroenden av REE

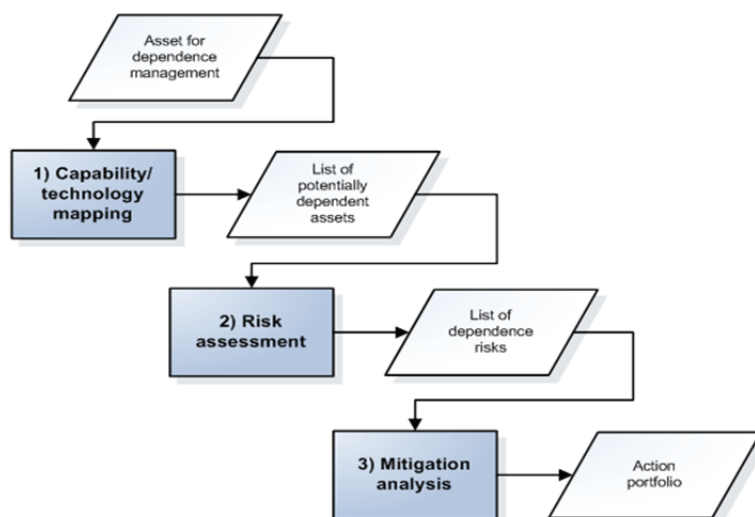
I kapitlet ovan framgår att det finns en uppenbar beroendeproblematik när det gäller att garantera försörjning av REE både för civila och militära applikationer. I syfte att strukturerat angripa beroendeproblemet använder vi oss av en metod som utvecklades i EDA-projektet EDTID. EDTID:s syfte var att, utifrån EDA:s medlemsländers behov av försvarsförmågor, kartlägga och analysera problematiska beroenden för europeisk försvarsindustri, utveckla en metod för beroendehantering och identifiera ett antal prioriterade åtgärder.

Metodiken som EDTID föreskriver är ingen absolut teori utan ska snarare ses som en handfast vägledning för hur man analyserar beroendeproblem. Eftersom metoden är konstruerad för att passa en stor bredd av förhållanden och potentiella beroenden är den med nödvändighet anpassningsbar och tillåter variationer för att vara tillämpbar för den aktuella situationen. I det följande anpassar vi EDTID-metodiken för att analysera beroende på råvaror, specifikt REE.

3.1 En kort genomgång av EDTID-metoden

I EDTID-metoden använder man sig av tre steg för att analysera beroenden, se Figur 4. Först bestämmer man sig för den tillgång som skall analyseras för beroenden. Man gör sedan en teknologi/förmåge-karta runt den tillgången. Teknologi/förmåge-kartan syftar till att belysa hur en tillgång (teknologi, komponenter, kompetens, faciliteter) hänger ihop med förmågor. I en sådan karta kan man utgå från en tillgång och se hur den kommer att påverka vissa förmågor eller åt andra hållet utgå från en förmåga och se vilka tillgångar som är nödvändiga för att producera förmågan. Man kan också härleda vilka teknologier, faciliteter och kompetenser som är nödvändiga för att kunna producera en viss tillgång.

Resultatet från teknologi/förmåge-kartan är i standardförfarandet att man identifierar ett antal tillgångar som är nödvändiga för att realisera en viss förmåga. Dessa tillgångar undersöks sedan för att se om de finns tillgängliga inom Europa. Tillgångar som efter denna värdering inte ses som garanterat tillgängliga för Europa rödmarkeras i kartan. De rödmarkerade tillgångarna analyseras med avseende på risken som beroendet implicerar. Därefter kan ett antal strategier utvecklas för att möta det eventuellt oönskade beroendet.



Figur 4: Schematisk skiss som beskriver de principiella stegen i EDTID-metoden.

3.2 EDTID-metoden applicerad på REE

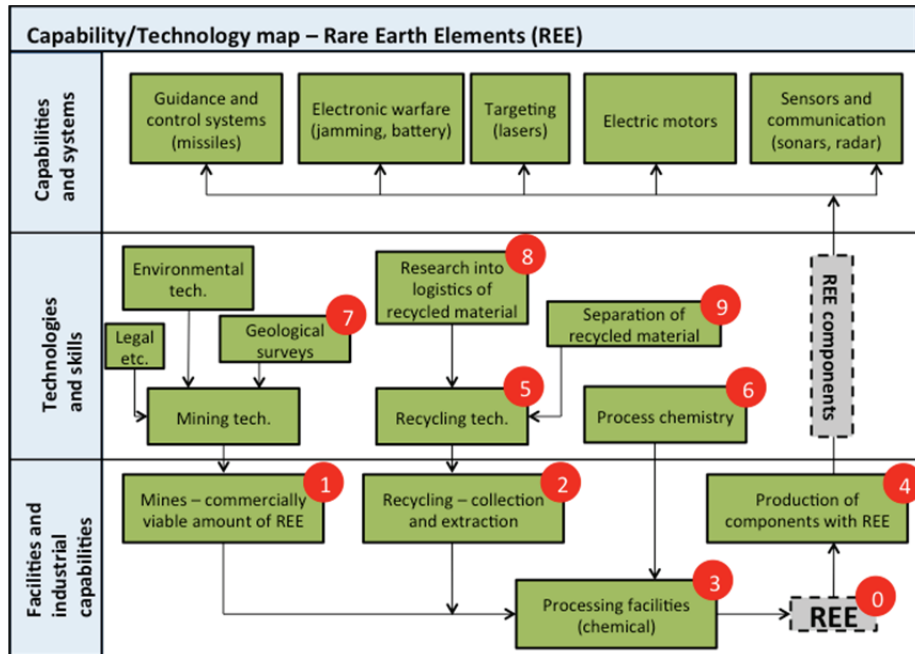
I fallet med REE har vi följt metodiken i Figur 4. I arbetet har vi utfört nedanstående steg:

1. Skapat en teknologi/förmåge-karta för att visa vilka försvarsförmågor som påverkas av tillgången på REE. Kartan används vidare för att ta reda på vilka teknologier, kompetenser, industrier och andra faciliteter som behövs för att kunna producera REE. Detta redogör vi för i kapitel 3.2.1.
2. Teknologierna, kompetenserna, industrierna och faciliteterna har sedan utvärderats för att se om de finns tillgängliga inom Europa. Ur detta får man en lista med beroenden. Dessa resultat finns i kapitel 3.2.2.
3. Listan användes sedan som utgångspunkt för de förslag, för hur man kan hantera beroendet av REE, som presenteras i kapitel 4.

3.2.1 En teknologi/förmåge-karta för sällsynta jordartsmetaller

Genom litteraturundersökning, intervjuer och enkäter har vi konstruerat en teknologi/förmåge-karta som visas i Figur 5 (Krook, 2012) (Jonsson, 2012) (Lifton, 2012). I figuren är REE utmärkt i grått och visar att komponenter med REE är en viktig beståndsdel för att förverkliga förmågorna målsökningssystem, telekrigföring, elektriska motorer och sensorer. Detta betyder med andra ord att

utan tillgång till REE så kommer dessa förmågor att försvinna eller försämrats (om alternativ till REE finns).



Figur 5: En teknologi/förmåge-karta för REE. Förklaring för vissa av rutorna: "Legal etc." är ett samlingsnamn för samhällsfrågor som acceptans av gruvdrift, tillgången till arbetskraft och kommunikationer och legala frågor kring det; "Research into logistics of recycled material" handlar om forskning kring tillgång, insamling och logistik runt återvunnen material. De röda cirkelarna indikerar de tillgångar som det, ur Europeisk synvinkel, finns beroendeproblematik kring. Cirkelarna har ett nummer för att kunna identifieras i texten.

Nederst i bilden visas hur REE kan framställas och vad som då behövs. Två olika källor finns till REE, en gruvbaserad och en som får råmaterialet från återvinning. Båda dessa källor behöver en kemisk processindustri för separation och rening vilket också är utritat i den nedersta boxen.

I den mellersta boxen har vi listat de teknologier och kompetenser som behövs för att kunna utveckla och driva faciliteterna och industrierna för framställning av REE. Det är beskrivet på en övergripande, generell nivå och vi ser gruvindustriell kompetens, kemisk processteknik och en utvecklad förståelse för återvinningsproblematik som de viktigaste teknologiska kompetenserna som behövs. De tre nämnda kompetenserna kan brytas ned i delteknologier vilket också illustreras i Figur 5. Exempelvis så består gruvteknologi av bland annat geologi, metallurgi, miljö, lagar och finansiering. Delkompetenserna utreds också

för eventuella beroenden. För att hålla Figur 5 tydlig har vi i bilden endast tagit med de viktigaste delteknologierna och de som har potentiella beroenden.

3.2.2 Tillgångar som behövs för att producera REE och tillhörande beroendeproblematik

Efter att ha konstruerat kartan undersöks vilka av rutorna som det kan finnas beroendeproblem kring – ur ett europeiskt perspektiv. I detta arbete anlägger vi ett medellångt tidsperspektiv, det vill säga från idag och 5-10 år framåt. För att kunna hänvisa till de olika teknologierna i Figur 5 har vi numrerat de röda cirklarna. Punkt 0-4, alltså de faciliteter och den industriella kapacitet som saknas i Europa listas nedan som separata punkter. Övriga punkter, 5-9, dvs. de teknologier och kompetenser som behövs för att realisera punkt 0-4 är redovisade inom ramen för punkterna 0-4 nedan.

0. REE¹² – Sällsynta jordartsmetaller kan idag inte uppbringas från en europeisk källa. Ur ett beroendeperspektiv är det problematiskt att det finns så få källor till REE i övrigt, se kapitel 2.

1. Gruvor för kommersiell brytning av REE – Både i ett europeiskt och i ett svenskt perspektiv så finns det idag inga kommersiella gruvor med tillhörande processfaciliteter. I ett längre perspektiv finns det tre potentiella gruvor i Europa (Lifton, 2012):

- Norra Kärr i Sverige – prospekteras av Tasman Metals (Can)
- Kvanefjeld på Grönland – Greenland Minerals and Energy (Aus)
- Sarfatoq på Grönland – Hudson Resources (Can)

Gruvteknologin är välutvecklad i Europa men kan behöva utvecklas vidare för att vara slagkraftig specifikt för REE. Av de delteknologier, se Figur 5, som behövs så har vi bedömt att en viktig fråga där det nu saknas tillräckliga insatser är att ytterligare kartlägga geologin i Europa för att eventuellt hitta fler intressanta fyndigheter (punkt 7) (Jonsson, 2012). I övrigt har Europa en grundläggande struktur som är lämplig för gruvdrift: bra kommunikationer, transparenta lagar¹³ och utvecklade miljöprocesser samt god tillgång till utbildad arbetskraft, kapital etc.

2. Återvinning av REE i kommersiell skala – Det finns ännu ingen bärkraftig industri för återvinning av REE (Schüler, et al., 2010). I princip kan metaller återvinnas oändligt många gånger men i praktiken är återvinning ofta ineffektiv

¹² Eftersom REE är den övergripande tillgång som vi behandlar så ingår den egentligen inte i vår analys av beroenden och vi har därför givit denna tillgång siffran noll.

¹³ För Sveriges del har det nyligen pågått en debatt om Sverige säljer ut sina naturtillgångar för billigt, se opinionssidorna i Svenska Dagbladets Brännpunkt 121113, 121116 och 121120.

eller obefintlig på grund av begränsningar i produktdesign, återvinningsteknologi och termodynamiken för separation (Sanderson, 2012). Det finns olika potentiella källor till återvunnen REE såsom insamlad elektronikskrot, kommunala och industriella skrotupplag (kallas ibland för "urban mining"), avfall från gamla gruvor (kallas ibland skrotsten eller varphögar) och återvinning av restmaterial vid produktion (Krook, 2012) (Schüler, et al., 2010) (Jonsson, 2012). Generellt sett behöver Europa utveckla bättre teknologier för återvinning av metaller. Specifikt för REE (punkt 5) återstår mycket att göra innan Europa har en fungerande teknologi för återvinning (Schüler, et al., 2010). En del av detta består i att utveckla processer för hur man bedriver återvinning (punkt 8). Detta innefattar t.ex. logistik för hantering av återvunnet material, psykologi för hur man får människor och organisationer att återvinna i högre grad och implementering av en struktur som förenklar och uppmuntrar återvinning. Grundläggande forskning behövs i syfte att klargöra hur man ska separera de olika önskvärda metallerna som finns i återvunnet material (punkt 9), både på laboratorienivå och sedan hur man ska implementera det i industriell skala.

3. Kemisk processindustri för att hantera kommersiella mängder REE - I ett längre tidsperspektiv är det svårt att avgöra om det i Europa finns en kvalificerad kemisk processindustri som kan ta emot det pulvrerade materialet (Long, 2012). Eftersom varje gruva är unik är problemet att den kemiska processen måste skräddarsys för just den mineralkompositionen. Det betyder att en stor tillgänglig kompetens måste finnas (Figur 6, punkt 6) och därför en stor potentiell produktion. Kan den förhållandevis småskaliga europeiska produktionen föda en europeisk processindustri eller är det mer lönsamt att transportera mineralerna till exempelvis Kina där det redan finns en utvecklad industri kring REE?

4. Tillverkning av komponenter med REE – En stor del av förädlingen av REE till komponenter görs i närheten till där REE-haltig mineral utvinns. Detta förstärks av den allmänna globaliseringstendensen att lokalisera komponenttillverkning till låglöneländer som samtidigt har hög produktionskompetens och bra kommunikationer. Designen av de slutliga produkterna görs dock i stor utsträckning i USA, Europa, Japan och andra traditionella i-länder. Uppdelningen av design och produktion är en allmän tendens som till viss del behandlas i EDTID. Vi bedömer att bristen på REE i Europa ytterligare försvårar möjligheten att producera komponenter i Europa. Beroendeproblem långt ner i förädlingskedjan (råvaran REE) och längre upp i förädlingskedjan måste alla hanteras för att minska beroendet ifråga om slutprodukter involverande REE, se vidare diskussion kring Tabell 2.

3.3 Svenska försvarsföretag – beroenderisker kring REE?

Det har gjorts studier om hur brist på REE kan påverka försvarstillämpningar (GAO, 2010) (Grasso, 2012). Frågan har också uppmärksammats inom EU (European Commission, 2010). De amerikanska analyserna pekar på att inom vissa teknologier, system, komponenter och applikationer möjliggör REE förmågor som inte kan uppnås med andra teknologier utan REE. Detta kan röra extremer inom tryck och temperatur, samt att komponenter kan göras betydligt lättare och mindre. Försvarstillämpningar är till sin natur utgående från extrema tillämpningar, och särskilt USA söker extrem prestanda. REE-frågan för försvarstillämpningar har därför i USA fått en stor uppmärksamhet. Men hur ser svenska företag på detta?

Vi har för denna studie intervjuat företrädare för Saab Dynamics, BAE Systems Bofors, ÅAC Microtech och Nammo – alla företag som producerar system som berörs av REE.

I det följande presenteras de frågor som ställdes till företagen¹⁴ och en sammanställning av deras svar:

1. *Vilka militära system/delsystem/komponenter som ni sysslar med är beroende av REE, och på vilket sätt? I flertalet produkter finns komponenter med REE-innehåll.*
2. *Vilka av dessa system/delsystem/komponenter tillverkas i Sverige? Om inte i Sverige, var finns de? Vissa tillverkas i Sverige, vissa i fr.a. Frankrike och USA, samt i några fall i andra delar av Europa.*
3. *I vilken form kommer detta grundämne in i er tillverkning – som mineral, material, komponent, system? Det kan både vara som direkt material in i tillverkning, och som komponent, det förekommer också att komponenter skickas utomlands för att monteras utomlands tillsammans med nya komponenter med REE-innehåll.*
4. *För dessa förmågor, finns det ersättning/alternativ med annan teknisk/materiallösning? Om så, vilken blir konsekvensen av det – blir det dyrare? Sämre? I normalfallet finns ingen alternativ komponent, eftersom de använder unika komponenter som blir styrande för produktens prestanda. Eventuella alternativ kan ha sina egna nackdelar, ett exempel är att man ibland kan använda uran vilket inte ses som ett bättre alternativ.*

¹⁴ Svaren är anonymiserade, för att undvika koppling till visst företag.

5. *Är dessa beroenden av generell dual use-karaktär, eller är det militärspecifikt?* Ett företag svarar: "För vissa tungmetallanvändningar är det militärspecifikt, annars oftast dual use". Ett annat företag svarar: "Sällsynta jordartsmetaller (REE) förekommer vanligen som dopämnen vid produktion av elektronikkomponenter. Om tillgången på den fria marknaden av REE skulle minska så påverkar det tillgången på elektronikkomponenter. Jag tror inte att vi drabbas mer än någon annan avseende REE. Vad avser dopämnen i elektronik är detta koncentrationer på *parts per billion* eller lägre nivå varför jag egentligen har svårt att se att detta skulle bli ett problem. I stort sätt all materiel som vårt företag producerar innehåller elektronik. Vi kommer alltså påverkas i andra led om det blir brist på REE och då i form av stor konkurrens av komponenter av generell dual use-karaktär. Det kan dock finnas problem kring magneter (t.ex. i elmotorer), där REE ingår och där nu vindkraftsindustrin förbrukar stora mängder REE."

Flera respondenter tror att om det uppstår brist på REE så kommer annan gruvbrytning att startas eller återupptas utanför Kina.

Sammanfattningsvis vad gäller företag i Sverige, anser företagen att tillgång till komponenter och system som innehåller REE är viktigt, däremot ser de inte detta som ett specifikt försvarsproblem. Eventuella brister i tillgången till REE-komponenter drabbar företag i olika branscher som i sina produkter använder dessa komponenter. Problemet drabbar därmed företag utifrån användning av teknologin, inte utifrån vilken kund de har. Försvarsindustrin anser sig därmed inte vara specifikt drabbad.

3.4 Förädlingskedjan för REE inom försvarsområdet

För Europas del kan en utveckling som i Tabell 2 översiktligt beskriva den beroendeproblematik kring REE som antas kunna uppstå i framtiden. I tabellen har vi delat in produktion i systemnivåer där gruvdrift för brytning av REE är längst ner och systemintegration är högst upp. Tabellen visar hur Europa har bibehållit sin systemintegrationsförmåga men också hur komponenttillverkning har försvunnit från Europa. Samma tendenser identifierades i EDTID-studien. I föreliggande rapport poängterar vi dessutom hur Europa inte har kontroll över råvaruproduktionen av REE.

Tabell 2: Europas kapacitet att producera inom olika systemnivåer för produkter som innehåller REE – för 20 år sedan, nu, och om 20 år. Det finns självklart stora osäkerheter kring de kommande 20 åren, vilket kommenteras i kolumnen längst till höger.

Systemnivå	-20	Nu	+ 20	Kommentar
Systemintegration - Produktutveckling och design av större försvarssystem	JA	JA	JA	Design och systemintegration utförs alljämt i USA och Europa, och det kommer troligtvis att fortsätta att vara så. Kina vill skapa inhemsk, sofistikerad försvarsindustri.
Delsystem – Integration av komponenter för att skapa försvarsmateriel	JA	JA	JA	Försvarsföretag i Europa och USA outsource alltmer till underleverantörer, men behåller den centrala integrationen. Mer i Kina och andra asiatiska länder.
Komponenter och elektronik som innehåller REE	JA	NEJ	?	Nu: NEJ för produktion, JA för design av komponenter. Kina vill ha produktion med allt högre förädlingsvärde.
Processande av REE-malm	NEJ	NEJ	?	Miljöhänsyn kommer spela större roll. Samma kapacitet i Kina, kanske skapas kapacitet i vissa andra.
Gruvbrytning av REE	NEJ	NEJ	?	Sverige och Grönland har viktiga fyndigheter, möjligen tillkommer andra länder. REE från väst till Kina för att ingå i produktionen? Återvinning blir viktigare.

3.5 Erfarenheter från andra länder

Hela REE-problematiken kan beskrivas som potentiell eller möjligtvis hypotetisk; ett scenario där det på grund av Kinas dominans över REE uppstår problem i andra länders industriella leverantörskedjor och – mer specifikt – att tillgången till kritiska komponenter för USA:s och Europas försvarsmateriellproduktion äventyras. För närvarande agerar vissa aktörer för att bemöta ovanstående uppfattade problematik. I det följande beskrivs i korthet hur USA, EU med flera aktörer förhåller sig till den REE-problematik som uppmålas.

3.5.1 USA

USA är det land som utan jämförelse ser allvarligast på REE-frågan. Amerikanska kongressen och Pentagon har föreslagit strategier för att minska USA:s sårbarhet ifråga om tillgång på REE.

USA hade tidigare inom landet alla steg i process- och leverantörskedjan för REE. Från 1965 till 1985 kom den största delen av världens REE-produktion från gruvan i Mountain Pass, Kalifornien. Därefter övergick brytning, malmprocessande och annan REE-förädling successivt till Kina. De nuvarande industriella kapaciteterna för att processa REE-haltig malm till förädlade råvaror är fr.a. koncentrerade till Kina. USA har expertisen, men saknar process- och tillverkningsresurserna. Baserat på industriella uppskattningar skulle ett återuppbyggande av en REE-leverantörskedja i USA ta ända upp till 15 år (Grasso, 2012). Detta skulle kräva en tillräcklig investeringsvilja från industrin för en mycket kostsam processinfrastruktur, teknologikutveckling, och att skaffa patent som idag ägs av företag. Investerare uttrycker skepsis kring att åter bygga upp en komplett förädlingskedja för REE inom USA, för att de tror att Kina kommer att motverka en amerikansk återetablering genom att dumpa priserna. Många investerare uttrycker också att de återstartar produktion endast om det finns ett stabilt utbud av REE från andra platser än Kina. REE-utvinning är idag sällan ekonomiskt lönsam utanför Kina (GAO, 2010) (Industrial Minerals, 2010).

I amerikanska analyser av situationen förväntas att Kina ytterligare kommer vilja öka sin vertikala integration¹⁵ av hela REE-marknaden genom att tillverka mer sofistikerad elektronik med REE-funktionalitet – vilket än mer skulle öka landets dominans. Kina skulle därmed exportera varor med högre kunskapsinnehåll, och därmed öka landets intäkter. Vad gäller försvarsapplikationer som innehåller REE-material är ofta funktionaliteten beroende av REE-komponenten och det är nästan undantagslöst så att en ersättning av en sådan komponent skulle medföra prestandaförlust. Till exempel så designas precisionsstyrd ammunition specifikt utifrån egenskaperna i NeFeB-magneter, som nästan uteslutande tillverkas i Kina. (GAO, 2010) (Grasso, 2012).

I en rapport från amerikanska kongressen 2012 diskuteras specifikt betydelsen av REE för USA:s försvarsförmåga (Grasso, 2012). I rapporten redogörs för en lång rad försvarsteknologier som kräver komponenter vars prestanda skapats av REE-innehåll (s. 6-8). I kongressrapporten föreslås en rad åtgärder och alternativ att undersöka vidare, t.ex. samråd med försvarsindustrin, förråd ('stockpiling') av

¹⁵ 'Vertikal integration' innebär att en aktör skaffar sig kontroll (oftast genom företagsköp) av tidigare eller senare förädlingssteg. Ett exempel skulle vara om ett företag som processar REE-haltig mineral köper en gruva med REE, eller köper ett företag som tillverkar elektronik med REE-innehåll. 'Horisontell integration' innebär att ett företag köper en konkurrent, eller att två konkurrenter fusioneras.

särskilt kritiska REE, utveckling av gruv-, process- och produktionskapacitet i USA, mer REE-forskning och att utveckla partnerskap med allierade länder (Grasso, 2012).

3.5.2 Ryssland

I diskussion med en rysk försvarsexpert samt i samtal med representanter för ett försvarsföretag i Sankt Petersburg diskuterades REE-frågans betydelse för rysk försvarsindustri – dels gällande brytning av REE, dels betydelsen för produktion av försvarskomponenter. Det finns gruvbrytning i Ryssland av REE. Denna brytning prospekteras av japanska företag och fyndigheterna ligger i Ryska fjärran östern samt nära Mongoliet (Intervjuer: (CAST, 2012) (Försvarsföretag, 2012)).

Betydelsen av REE för produktionen av försvarskomponenter är enligt intervjuerna liten för rysk försvarsindustri, eftersom deras elektronikindustri alltjämt i stor utsträckning använder sig av analog elektronik, och därmed är betydligt mindre sofistikerad än den industri som är relevant för den internationella försvarsforskningsfronten. Vidare *måste* den statligt ägda ryska försvarselektronikindustrin (den ryska försvarsindustrin är i mycket hög utsträckning statligt ägd eller kontrollerad) använda sig uteslutande av ryska komponenter. Därmed blir den ryska försvarsinnovationen ytterligare avskärmad från den internationellt sett mest sofistikerade försvarsteknologin (Ibid). Situationen vad gäller användningen av REE i områden utanför elektronik är mer oklar.

Tillgång på REE ses därmed inte som ett stort försvars- och säkerhetspolitiskt problem för Ryssland. I ett tioårsperspektiv torde inte detta kunna ändras nämnvärt, med tanke på de stora problem som den ryska försvarsindustrin brottas med (Oxenstierna & Westerlund, 2013) (Westerlund, 2011) (Oxenstierna & Bergstrand, 2011).

3.5.3 EU

I juni 2010 publicerade EU-kommissionen en rapport om 'Critical minerals' där man pekade på möjliga tillgångsproblem som skulle kunna skapa störningar i produktion och leverantörskedjor i Europa och globalt (European Commission, 2010). I en rapport från en arbetsgrupp under EU-kommissionen (The Raw Material Supply Group of the European Commission, 2010) beskrivs REE-metallerna som kritiska för EU:s ekonomiska och industriella utveckling. Den stora frågan är om tillgången till dessa metaller kommer att vara tillräcklig i framtiden. Arbetsgruppen förordar att listan över de 41 'critical raw materials' som de identifierat skall uppdateras vart femte år. Gruppen ger en lång rad rekommendationer för policyåtgärder, bl.a. ökad prospektering, undersöka

investeringsbehov för förstärkt EU-kapacitet, substitut till de kritiska råvarorna och ökad återvinning. Arbetsgruppen gör en åtskillnad mellan 'strategiska' (ur militär synvinkel) råvaror och 'kritiska' (generellt) råvaror. Merparten av REE-metallerna förväntas få särskild viktig roll för utveckling av framväxande teknologier ('emerging technologies'); de blir därmed centrala för EU:s framtida konkurrenskraft. I övrigt anförs liknande farhågor och argument som i de amerikanska rapporterna från U.S. Congress och GAO.

I EDTID studien gjordes en undersökning bland europeiska försvarsföretag. REE rankades (tillsammans med högpresterande halvledare gjorda av galliumarsenik) som den resurs som Europa hade störst beroende av gentemot icke-europeiska leverantörer, se Figur 7.6, 7.7 och 7.8 i EDTID-studien (EDA, 2012). Dessutom ansågs detta beroende ha stora och okontrollerbara risker. Vidare ansåg försvarsföretagen att denna risk skulle öka i framtiden.

I Europa (m.fl. regioner) pågår omfattande utveckling av grönare former av energianvändning. Flertalet av dessa sätt att utvinna och använda energi kräver mycket REE, t.ex. LED-lampor, hybridbilar, solceller och vindkraftverk. I synnerhet vindkraftverk kräver sofistikerade magneter med stort REE-innehåll, och t.ex. den tyska stora satsningen på vindkraftverk kommer därmed att öka efterfrågan på vissa jordartsmetaller (särskilt neodym).

Inom EDA pågår för närvarande förberedelser för att öka och förbättra interaktionen mellan försvarspolicy och mer generella EU-policies. Rörande REE så finns flera initiativ inom EDA för att vidmakthålla och stärka industriella nyckelförmågor ('key industrial capabilities'), t.ex. rörande kritiska komponenter och råvaror ('critical components and raw materials').

3.5.4 Storbritannien

Det brittiska parlamentet publicerade en rapport 2011 som bl.a. fastslog att Storbritannien inte importerar så mycket REE, eftersom landet inte har så stor processindustri som t.ex. Tyskland, Japan och USA (Houses of Parliament, 2011). Storbritannien understryker i sina strategidokument och uttalanden om REE att frihandel skall vara basen för den internationella handeln, och att 'stockpiling' inte skall eftersträvas. Department for Environment, Food and Rural Affairs och Department for Business Innovation and Skills är de som starkast uttryckt vikten av att följa utvecklingen och vad andra länder gör. Brittiska försvarsdepartementet gav 2011 DSTL¹⁶ i uppdrag att analysera om det finns strategiska risker förknippat med REE. I övrigt föreskriver parlamentet liknande generella strategier som flera andra länder: eventuell beredskapslagring,

¹⁶ DSTL: Defence, Science and Technology Laboratory – en brittisk försvarsmyndighet inom försvarsdepartementet.

industristöd, återvinning, substitutvaror och teknologiutveckling. Ett problem med återvinningen som poängteras av bl.a. The Geological Society, är att den återvinning som sker fr.a. är inriktad på de metaller som utgör störst del av metallskrotet. (Houses of Parliament, 2011) (House of Commons Science and Technology Committee, 2011) (Tyrer, 2012) (de Boer & Lammertsma, 2012).

3.5.5 Tyskland

Tyskland har en stor och konkurrenskraftig industri med stort behov av tillgång till olika råvaror, bl.a. REE. Under 2012 har den tyska staten tecknat ett strategiskt, bilateralt samarbetsavtal med Kazakstan om ”*partnership in the raw materials, industrial and technological spheres*” med fokus på REE. Avtalet genomdrevs av Tysklands förbundskansler Merkel och Kazakstans president Nazarbaiev. Överenskommelsen ska leda till en rad samarbeten mellan tyska och kazakiska företag (Socor, 2012). Merkel har också besökt Mongoliet 2011 i syfte att sondera möjligheterna till liknande partnerskap (Dempsey, 2012). I januari 2012 skapade i Tyskland (med statligt bistånd) ett företag – *Die Deutsche Rohstoff AG* – där tyska företag kan köpa andelar. Företaget skall verka för att säkra tillgång till REE för tyska företag. I övrigt har det skett en kraftigt ökad prospektering under de senaste tio åren i syfte att identifiera möjliga REE-fyndigheter i Tyskland. Tyska företag tillverkar en del produkter (t.ex. magneter) med REE-innehåll som är några av mycket få konkurrenter till kinesiska producenter av samma typ av produkt. Tysk omorientering från kärnkraft till fr.a. vindkraft har ytterligare ökat betydelsen. Tyska företag har också samriskbolag med kinesiska företag, samt söker möjligheter till brytning i t.ex. Madagaskar. Vissa tyska företag, t.ex. Siemens, BASF och ThyssenKrupp, har skapat strategiska allianser för att få tillgång till REE samt även för att hitta substitut till REE. Sammantaget är med andra ord REE-frågan högt prioriterad i Tyskland. Tyskland är det europeiska land som har genomfört mest åtgärder i frågan (Vateva, 2012) (Bachmann, 2012).

3.5.6 Frankrike

I Frankrike har det under 2010-2012 publicerats ett flertal analyser och artiklar kring Kinas dominans på REE-marknaden, som ses med ökande oro. Analyserna och riskbeskrivningen liknar den som beskrivs av EU, Tyskland, Japan m.fl. (t.ex. (France24, 2010) (Sia Conseil, 2011) (Bondaz, 2012). 2012 har analyser publicerats om de försvarsspecifika konsekvenserna och farhågorna kring REE. Paillard (2012) kopplar frågan direkt till fransk försvarsindustri och föreslår att frågan skall hanteras på ett liknande sätt som i Tyskland och med samma prioritet. Han föreslår vidare att ett stort franskt gruvföretag bör skapas (*un géant*

minier francais) för att bättre kunna säkerställa franska intressen (Paillard, 2012, 17 augusti). Ett nationellt försvars- och säkerhetsråd¹⁷ skrev i september 2012 att ett tydligt beroende råder gentemot Kina gällande REE. 2010 skapade Frankrike en kommitté för strategiska metaller¹⁸. Denna kommitté har fastslagit att tillgång till REE är avgörande för landets framtid inom ramen för energi, samt strategiska och ekonomiska frågor. Beroendet bör minska, menar kommittén. Inga utvecklade åtgärder aviseras, men viss beredskapslagring genomförs i landet till 'rimliga kostnader' (Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, 2012, 23 september). Enligt inofficiella källor ser franska staten resurser för återvinning av vissa metaller som en 'strategisk resurs' som absolut inte får komma i kinesisk ägo.

3.5.7 Japan

Japan har ett spänt förhållande till Kina i REE-frågor. Japan är ett land med mycket begränsade naturtillgångar. Enligt uttalanden från Japan anser de sig drabbas av att Kina påverkar sina exportkvoter av REE till Japan som ekonomisk påtryckningspolitik¹⁹. Japan tillkännagav 2011 att man hade identifierat en större fyndighet i Stilla havet. Japanska företag driver också prospektering i Ryssland och försöker knyta till sig potentiella leverantörer i Vietnam, Kazakstan, Australien och Brasilien (Yu, 2012). Frågan om återvinning av REE har blivit allt viktigare i Japan. Toyota är världsledande i hybridbilar, och dessa kräver stora mängder REE. Vateva (2012) hävdar att japanska företag enligt kinesiska krav förväntas investera i avancerad teknologi i Kina och inte i enklare produktion. Detta för att lokalisera mer sofistikerad produktion till Kina vilket höjer landets generella teknologinivå (Vateva, 2012). Sammantaget är med andra ord REE-frågan högt prioriterad i Japan.

3.5.8 Slutsatser av REE-initiativ i andra länder

Utöver de beskrivna fyndigheterna och gruvorna i USA, Australien, Kina, Sverige och Grönland, finns fyndigheter i Nordkorea och Kirgizistan (GAO, 2010). Det finns många andra prospekteringsinitiativ, t.ex. i Kazakstan och Ryssland, men värdet av dessa är osäkra.

De länder som exemplifieras ovan bedömer situationen på olika sätt och en sammanfattning ges i Tabell 3. Endast USA understryker starkt de osäkerheter och beroenden som Kinas REE-dominans medför. Tyskland och Japan ser stora risker för sin industri som använder REE. Tyskland för en aktiv politik för att

¹⁷ (Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, 2012, 23 september).

¹⁸ Comité pour les Métaux Stratégiques (COMES).

¹⁹ Hur reella dessa påtryckningar verkligen är, är föremål för en pågående debatt som vi inte diskuterar ytterligare.

skapa partnerskap med länder som antas ha REE-fyndigheter, samt har skapat ett företag för att öka kontrollen, där tyska företag kan bli delägare. Storbritannien avviker med sin låga REE-användning i industrin och betoning på betydelsen av frihandeln. Ryssland står i stor utsträckning utanför vad gäller försvarstillämpningar, och har i övrigt inte så sofistikerad industri. Samtliga aktörer, inklusive EU, betonar vikten av återvinning, teknologiutveckling, forskning och behovet av att söka efter substitutämnen.

Utifrån det material vi redovisat ovan (USA, EU, svensk försvarsindustri, Storbritannien, Tyskland, Frankrike, Japan och Ryssland) och relaterat till avsnittet om den säkerhetspolitiska betydelsen av Kinas REE-dominans, kapitel 2.3, finns ingen enhetlig bild av hur stort problemet är för försvarsmateriel och försvarsförmågor rörande REE. Det finns plausibla scenarier som pekar på tillgångsproblem och minskad kontroll över leverantörskedjor, och därmed ökat beroende av i första hand Kina. Vår enkät i svensk försvarsindustri pekar inte på att problemet ses som stort inom industrin, även om hanteringen av REE i alla led, fram till komponenter och elektronik, helt domineras av Kina och är koncentrerad till Kina.

Tabell 3: En sammanfattning av olika länders position vad gäller REE.

Land	Position vad gäller REE
USA	Mest oroad av Kinas dominans kring REE. Jungfrulig brytning kan återstartas, ev. vertikal integration av alla systemnivåer
Ryssland	REE inte ett reellt industriellt problem. Ryssland kan bli REE-producent
EU	Ingen specifik strategi för REE utöver allmänt för kritiska råvaror
Storbritannien	Frihandelsinriktade, låta WTO och marknaden sköta problemet
Tyskland	Bilaterala avtal, affärsavtal, prospektering, allmänt aktiva
Frankrike	Oroade men inga konkreta åtgärder. Överväger storskaliga, statliga satsningar och åtgärder.
Japan	Avtal med andra länder, ev. havsbrytning, driver återvinning

4 Strategier för att hantera beroendet av REE

I detta kapitel föreslås åtgärder för att hantera de tidigare identifierade beroendeproblemen. En bred diskussion följs av specifika policyrekommendationer. Rapporten avslutas sedan med ett försök att beskriva den troliga utvecklingen för beroendeproblematiken kring REE, inte bara ur ett försvarsperspektiv, utan som en underordnad del av andra större strukturprocesser – REE-frågan kan inte isoleras till att endast diskuteras ur ett försvarsperspektiv.

4.1 Handlingsalternativ härledda från beroendeanalysen

I kapitel 3.2.2 identifierades resurser, med tillhörande beroendeproblematik, som behövs för att säkra tillgången på REE. I det följande hanteras dessa problem punkt för punkt. När det gäller råvaror allmänt och REE specifikt är det omöjligt för försvarssektorn att själv driva program som kan säkra en efterfrågad tillgång. Försvarssektorn kan däremot vara drivande för att få den civila sektorn att inse områdets strategiska vikt (både civilt och militärt) och initiera program för att hantera beroendet av REE. I slutändan handlar det om att försvarssektorn är en mindre, integrerad del av samhället och att samordning med den civila sektorn (European Commission, 2010) kan frigöra resurser och aktivera processer för att lösa den uppkomna situationen²⁰. I det följande (0-4) presenteras idéer som kan utvecklas till åtgärdsprogram i samarbete med lämpliga aktörer. Siffrorna nedan härrör från den lista med beroenden som presenterades i kapitel 3.2.2 och Figur 5. Syftet med siffrorna är att spåra varifrån förslagen nedan kommer och vilka beroenden de åtgärdar²¹.

0. Minska beroendet av REE²² – För att minska beroendet kan åtgärder implementeras för att utveckla:

²⁰ Denna strategi kallas ibland ”dual-use”.

²¹ Det kan vara av intresse att sätta våra rekommendationer 0-4 i förhållande till rekommendationerna i EU-rapporten ”Critical raw materials for the EU” (European Commission, 2010). Vår punkt 0 täcker ”Substitution” och ”Material efficiency”. Vår punkt 1 täcker ”Improve access to and extraction of primary resources”. Vår punkt 2 täcker ”Recycling”. I denna rapport tar vi inte upp ”Level playing field in trade and investment”. Våra punkter 3 och 4 har ingen motsvarighet i EU-dokumentet.

²² Den här punkten hör egentligen inte till Figur 5 eftersom den inte direkt syftar till att eliminera något av de identifierade beroendena utan det är en strategi för att undvika beroendet av REE i sin helhet. Det har därför fått siffran noll.

- Forskning om alternativ till REE. Denna kan i princip inrikta sig mot att hitta ett direkt alternativ till REE i en existerande applikation eller mot att använda sig av en annan design för föreliggande applikation (Schüler, et al., 2010).
- Forskning om hur man tar fram effektiva produktionsmetoder i syfte att undvika spill vid tillverkning.
- En annan aspekt är att försäkra sig om att använda REE där det verkligen behövs och hitta ersättningsmaterial för icke-kritiska applikationer.

Denna typ av forskning bör ses som en långsiktig lösning för att minska beroendet av REE. Även långsiktigt är det inte troligt att ersättningar kommer att uppnå samma prestanda för alla applikationer.

I ett kortare perspektiv kan man skapa beredskapslager av REE. Att bygga upp stora lager av en råvara är bara nödvändigt om man uppfattar att råvaran är av stor strategisk vikt; att det potentiella beroendet inte går att hantera med andra metoder och att beroendet är politiskt icke önskvärt. Vår uppfattning är att beredskapslagring inte är ett tillämpligt tillvägagångssätt för Sverige och EU. Även USA som har högre ambitioner vad gäller oberoende har för tillfället avfärdat beredskapslagring som ett alternativ (Grasso, 2012), se kapitel 3.5.1. I ett kort perspektiv kan man tänka sig att bygga upp ett lager för att hantera störningar i tillgången till REE. Detta kan ske antingen på industrinivå som en normal marknadsmekanism eller som en strategi på högre nivå. Ett exempel är Japan som 2010 presenterade en plan för att bygga upp ett lager av REE som en försäkring mot leveransstörningar av REE (Yu, 2012). Om många aktörer började hamstra REE så skulle dock med all sannolikhet priset öka.

1. Utveckla kommersiell brytning av REE i Europa – Den europeiska gruvindustrin är livskraftig. De åtgärder som vi bedömer kan ge en skjuts när det gäller REE är att uppdra åt SGU (och andra länders motsvarigheter) att göra en geologisk inventering i syfte att identifiera fler lämpliga fyndigheter av REE. Vidare finns det frågetecken för hur fyndigheter kan utvecklas till kommersiellt livskraftiga gruvor. Vad som behövs är relativt stora och riskvilliga kapitaltillskott för att starta gruvdriften. Riskerna här är främst instabila världsmarknadspriser. Vi bedömer att detta är en fråga för marknaden. Om frågan anses vara av tillräcklig strategisk vikt finns dock möjligheten att avtala om långa kontrakt för framtida leveranser av REE och därmed säkerställa kapital för försörjningskedjans långsiktiga närvaro.

2. Utveckla forskning och kommersialisering av återvinning – På forskningsnivå utvecklas det för närvarande metoder för att ta hand om REE från återvunnet material men det finns många hinder kvar innan detta kan skalas upp till en nivå där det blir kommersiellt lönsamt. Här finns många steg som skulle

behöva ytterligare utredning och stöd (alla tillhör de punkt 5 i Figur 5). En del listas nedan.

- Det är nödvändigt med mer forskning på laboratorienivå om hur man fysiskt och med hjälp av olika kemiska processer kan separera olika material från varandra (punkt 9).
- Nästa fråga är hur man industriellt kan skala upp ovanstående processer (punkt 9).
- I samband med det behöver det klarläggas hur man kan uppmuntra kommersialisering av punkten ovan. Det kan finnas ett behov av att subventionera eller på annat sätt stödja en uppstartande hållbarhetsinriktad ("grön") industri på samma sätt som miljöbilar och miljövänlig energiproduktion stöds (punkt 2).
- Vidare behöver man ta reda på hur insamling av elektronikskrot organiseras – till exempel finns det tankar om att ta producentansvaret längre och låta ägandeskapet av elektronikmaterial ligga kvar hos producenterna så att de har ett tydligt ansvar för att återvinna de olika delarna av sin produkt²³. Detta medför att producenten mer effektivt kan planera för en mer fullständig återvinning än om man samlar ihop en mängd olika produkter samtidigt (punkt 8).
- Det bör också utredas om det är lämpligt att börja bearbeta insamlat material. Eftersom man inte tekniskt och ekonomiskt kan återvinna lika många olika råvaror nu som man kommer att kunna göra i framtiden kan det vara bättre att skjuta upp processeringen av insamlat material. Samtidigt måste man påbörja processen någon gång (punkt 8).
- Hur man kommer åt en större andel av elektronikskrot hos konsumenter är en viktig fråga. Hur många har inte en gammal oanvändbar mobiltelefon hemma? Program bör utvecklas för att uppmuntra effektiv återvinning i hem och organisationer (punkt 8).

3. Utredning och utveckling av den europeiska processindustrin för upparbetning av REE – Punkt 3 är den fråga som vi bedömer som viktigast att vidare utreda. I skrivande stund är det oklart om det finns en livskraftig europeisk processindustri som kan ta hand om råmaterial från gruvor. 2009 processades 97% av all REE i Kina (GAO, 2010). Vi bedömer att den grundvetenskapliga kompetensen finns i Europa men det är oklart om det finns i tillämpbar skala. Den traditionella gruvindustrin sysslar mer med mekanisk separation än med den kemiska separation som är nödvändig för att upparbeta REE. Ett alternativ till en

²³ Som det är för skrivare idag.

egen europeisk processindustri är att upparbeta råmaterial i andra delar av världen²⁴. Detta har miljömässiga, ekonomiska och strategiska konsekvenser.

4. Utveckling av infrastrukturen kring REE – Som nämnts tidigare är det viktigt ur beroendesynpunkt att inte bara säkra tillgång till REE-råvaran (eller legeringar av REE) utan i slutändan även de komponenter som innehåller REE. Ett balanserat åtgärds paket bör föreslå åtgärder för alla steg av förädlingskedjan, se Tabell 2. Frågan om hur tillgången på komponenter, som innehåller REE, kan garanteras kan adresseras på många nivåer. Här ingår exempelvis:

- Program för att stärka en europeisk tillverkningsindustri.
- Forskning och implementering kring hur försvarsindustrin kan försäkra sig om tillgång till säkra komponenter i ett långt tidsperspektiv. I detta ingår att Europa försäkras om kompetens kring design och funktionsverifikation av komponenter som tillverkas utanför Europa.

Ovanstående är inte specifikt för komponenter innehållande REE utan en generell konsekvens av den globaliserade produktionen.

4.2 Policyrekommendationer

Det har påpekats åtskilliga gånger i rapporten att det är av vikt att ha ett balanserat program för att åtgärda problem i hela kedjan av tillverkning av produkter som innehåller REE. I det långa loppet bör därför åtgärder enligt kapitel 4.1 införas. I det korta perspektivet är det rimligt att införa åtgärder som är relativt lätta att få gehör för och som kan få stor utväxling. Vi rekommenderar därför följande tre förslag i det korta perspektivet.

- Inventera nuvarande läge för återvinning inom REE-området. Initiera ett program för att utreda vad som behövs för att utveckla ett fungerande återvinningssystem för REE i Europa.
- Utvärdera de fyndigheter som finns inom Europa.
- Undersök om den kemiska processindustrin inom Europa är tillräcklig ur kompetenssynpunkt och kapacitetssynpunkt och vidare vilken sorts insatser som skulle behövas för att avhjälpa eventuella brister.
- I ett längre perspektiv behövs forskningsprogram rörande alternativa material och återvinning av REE.

²⁴ Ett exempel är hur man i Australien skeppar råmaterial från Mt Weld-gruvan till Malaysia för vidare bearbetning. Orsaken i det fallet är dålig tillgång till vatten och billig elektricitet i Australien.

4.3 REE och försvarsområdet i framtiden

De länder som antingen i sin industri och/eller i sin försvarsteknologiutveckling är beroende av tillgång till REE kan (som Storbritannien förespråkar) agera för frihandel och förutsätta att marknadskrafterna sedan skapar en fördelning av REE. Länder kan också samarbeta kring forskning och påtryckningar kring frihandel och mot utnyttjande av marknadsdominans. Återvinning torde under överskådlig tid vara fr.a. en nationell angelägenhet, men återvinningen av elektronikprodukter kommer troligen att fungera bäst som storskaliga lösningar, vilket talar för vissa centraliserade anläggningar i Europa. Ett fåtal länder agerar proaktivt och skapar allianser med länder med REE-fyndigheter.

Ett tydligt hinder mot öppning av nya gruvor och processindustri utanför Kina är att det förefaller svårt att få sådan verksamhet lönsam. Om länder som t.ex. USA eller Frankrike skulle gå in med stora belopp för att subventionera sådan nyetablering (i vissa fall reetablering), så skulle de kunna beskyllas för samma typ av subventionering och protektionism som Kina anklagas för idag.

Enligt vår bedömning förefaller den troligaste utvecklingen vara att:

- Ökad prospektering genomförs
- Gruvor öppnas i industrialiserade länder, samt i en del ekonomiskt svagare länder²⁵ i samarbete med gruvföretag med bas i ekonomiskt starkare länder
- Stora pengar satsas på forskning om REE, återvinning, substitutvaror, hållbar produktion och hållbar energianvändning
- Återvinning utvecklas och blir effektivare, samt samordnas mellan länder när tillräckliga skalfördelar finns

Vad gäller *försvarsmarknaden* så förefaller det svårt att på rent kommersiella grunder koncentrera hela leverantörskedjor till t.ex. Europa och/eller USA. Troligtvis kommer nya affärs- och samarbetsmodeller att utvecklas. Större länder som Frankrike och USA kommer troligen att söka skapa avtal eller andra konstruktioner med icke-kinesiska aktörer för att säkra tillgång till REE (dvs. leveranssäkerhet/security of supply), på samma sätt som Tyskland gjort med Kazakstan, och kanske kommer göra med Kirgizistan. För sådana ekonomiskt svagare länder kommer sådana avtal att vara guld, förlåt: neodym, värda.

²⁵ Ovan har beskrivits prospektering av företag från t.ex. Australien, Canada och Tyskland i länder som Madagaskar, Kazakstan och Kirgizistan.

5 Litteraturförteckning

- Bachmann, G., 2012. *A Sustainable Resource Strategy*. Guangzhou, Kina, Low Carbon Earth Summit 2012.
- Bitzinger, Z., 2010. Military Modernization in the Asia-Pacific: Assessing new capabilities. *Strategic Asia*, Volym 2010-2011, pp. 3-34.
- Bitzinger, R., 2011. Modernising China's Military, 1997-2012. *China Perspectives, Special feature*, Volym 2011/4, pp. 7-15.
- Bondaz, A., 2012. *Les terres rares en Chine : une politique de plus en plus contestée*, Paris: Institut des hautes études de défense nationale (IHEDN).
- CAST, M., 2012. [Intervju] (3 oktober 2012).
- China Daily/State Council, 2012. *Policies of China's Rare Earth Industry*. [Online] Available at: http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2012-06/21/content_15515969.htm
- China Daily, 2012. 'No embargo' of rare earths on Japanese firms. [Online] Available at: http://www.chinadaily.com.cn/china/2012Diaoyu/2012-10/30/content_15855336.htm
- de Boer, M. & Lammertsma, K., 2012. *Scarcity of Rare Earth Elements*, Amsterdam: The Royal Netherlands Chemical Society.
- Dempsey, J., 2012. www.carnegieeurope.eu. [Online] [Använd 10 oktober 2012].
- EDA, 2012. *Addressing key European Defence Technology and Industrial Dependences*, Bryssel: European Defence Agency.
- Eriksson, M. R. M. G., 2012. [Intervju] (november 2012).
- European Commission, 2010. *Critical raw materials for the EU*, European Commission: Enterprise and Industry.
- Fazhi Ribao [Legal Daily], 2010. 商务部称中国稀土储备仅能维持20年 可能需进口 [Handelsministeriet: Kinas REE-reserver räcker endast i 20 år till, import kan bli nödvändig]. [Online] Available at: http://news.xinhuanet.com/mil/2010-10/17/c_12668271.htm
- France24, 2010. *Métaux rares : un monopole chinois inquiétant*, Paris: France24.
- Försvarsföretag, S. P., 2012. [Intervju] (4 oktober 2012).
- GAO, 2010. *Rare Earth Materials in the Defense Supply Chain*, Washington DC: United States Government Accountability Office.
- Grasso, V. B., 2012. *Rare Earth Elements in National Defense: Background, Oversight Issues, and Options for Congress*, Congressional Research Service.

- Hargreaves, J., 2012. China holds rare earth elements card. *Jane's Defence Weekly*, Issue 18 April, p. 23.
- Haxel, G. B., Hedrick, J. B. & Orris, G. J., 2002. *Rare Earth Elements—Critical Resources for High Technology*, u.o.: USGS - United States Geological Survey.
- House of Commons Science and Technology Committee, 2011. *Strategically important metals*, London: House of Commons.
- Houses of Parliament, 2011. *Rare Earth Metals*, London: The Parliamentary Office of Science and Technology.
- Hurst, C., 2010. *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?*. [Online]
Available at: <http://www.iags.org/rareearth0310hurst.pdf>
- Hurst, C., 2010. *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?*, Institute for the Analysis of Global Security, mars.
- Industrial Minerals, 2010. Top stories: Fifteen years to rebuild defunct US rare earth supply chain. 26 April.
- Jonsson, E., 2012. *En statsgeologs perspektiv på sällsynta jordartsmetaller* [Intervju] (3 oktober 2012).
- Jonsson, E. H. K. & T. V., 2012. Grön teknik slukar sällsynta metaller. *Forskning & Framsteg*, Issue 7, pp. 34-37.
- Kaiser, J. A., 2012. *China's White Paper on Rare Earth Industry stirs rare earth juniors*. [Online]
Available at:
<http://www.kaiserbottomfish.com/s/KaiserBlog.asp?ReportID=532141& Type=Kaiser-Blog& Title=Chinas-White-Paper-on-Rare-Earth-Industry-stirs-rare-earth-juniors>
- Kaiser, J. A., 2012. *Kaiser Bottom-Fish*. [Online]
Available at:
<http://www.kaiserbottomfish.com/s/KaiserBlog.asp?ReportID=532141& Type=Kaiser-Blog& Title=Chinas-White-Paper-on-Rare-Earth-Industry-stirs-rare-earth-juniors>
[Använd 21 november 2012].
- Kinesiska regeringens webportal, 2011. 国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见 [Förslag från Statsrådet om främjande av en fortsatt hälsosam utveckling av REM-branschen]. [Online]
Available at: http://www.gov.cn/zwzk/2011-05/19/content_1866997.htm
[Använd 2012].
- Kingsworth, D. J., 2012. *Rare Earths Supply Security: Dream or Possibility*. [Online]
Available at:
https://connect.innovateuk.org/c/document_library/get_file?folderId=7750109&name=DLFE-80274.pdf

- Krook, J., 2012. *Återvinning och "Urban mining" för sällsynta metaller* [Intervju] (13 november 2012).
- Kyodo News, 1988. *China Becomes No.1 Rare Earth Metal Producer*. [Online].
- Lifton, J., 2012. *Recent Dynamics in the Global CRITICAL Rare-Earths Market*. Uppsala: Presentation at the GEOARENA conference.
- Liu, X., 2012. *Rectifying Rare Earth*. [Online]
Available at: www.bjreview.com.cn/business/txt/2012-04/23/content_448454_2.htm
- Long, J., 2012. Astounding Rise of Western Rare Earth: Jack Lifton. *Resorce Investor*, 21 september.
- MarketWatch, 2009. Rare Earths Are Vital, And China Owns Them All. *MarketWatch*, september.
- NY Times, 2010. Rush On For 'Rare Earths' As U.S. Firms Seek To Counter Chinese Monopoly. *The New York Times*, juli.
- Oxenstierna, S. & Bergstrand, B.-G., 2011. Defence Economics. i: *Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective*. Stockholm: FOI, pp. 43-64.
- Oxenstierna, S. & Westerlund, F., 2013. Arms Procurement and the Russian Defense Industry: Challenges up to 2020. *Journal of Slavic Military Studies*, 26(1).
- Paillard, C.-A., 2012, 17 augusti. *Minerals et industries de défense, une dépendance à clarifier*, Paris: www.diploweb.com.
- Reuters, 2011. *ANALYSIS-China unlikely to yield on rare earths despite WTO*. [Online].
- Sanderson, P., 2012. *Yale researchers call for international action on recycling of rare earth metals*. [Online]
Available at: http://www.scrap-ex.com/news/metal/yale_researchers_call_international_action_recycling_rare_earth_metals.html
[Använd 18 november 2012].
- Schüler, D. o.a., 2010. *Study on Rare Earths and Their Recycling*, Freiburg: Öko-Institut, Institute für Applied Ecology.
- Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, 2012, 23 september. *Métaux et terres rares*, Paris: Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale.
- Sia Conseil, 2011. *Les Terres Rares, des métaux hors du commun aux enjeux géopolitiques croissants*, Paris: www.energie.sia.conseil 13 december.
- Socor, V., 2012. *Germany, Kazakhstan Sign Strategic Agreement on Rare-Earth Metals*, www.jamestown.org.

The Economist, 2009. The hunt for rare earth: Abundant in Inner Mongolia. 8 oktober.

The Raw Material Supply Group of the European Commission, 2010. *Report*, Bryssel.

The Wall Street Journal, 2012. *China's Baotou to Suspend Rare-Earth Production*. [Online].

Tyrer, M., 2012. *Strategic Metals & Minerals*, London: The Geological Society.

US DoE, 2011. *Critical materials strategy*, Washington DC: US Department of Energy.

Vateva, A., 2012. *China's Rare-Earth Elements Policy and its Implications for Germany, Japan and the USA*, Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen.

Venton, D., 2012. Rare-Earth Mining Rises Again in United States. *Wired*, 11 maj.

Westerlund, F., 2011. The Defence Industry. i: *Russian Military Capability in a Ten-Year Perspective*. Stockholm: foi, pp. 65-96.

Yu, K.-h., 2012. Japan Challenging China's Rare Earth Hegemony. *Journal of energy security*, Issue november.