

2023-04-19

Etablering av grafitforskningscentrum i Norrbotten

Förstudie av förutsättningar

Hans Hansson och Tomas Åström



Källa: *The Economist*.

2023-04-19

Etablering av grafitforskningscentrum i Norrbotten

Förstudie av förutsättningar

Hans Hansson och Tomas Åström

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Produktion och användning av grafit	1
Pågående FoI om naturlig grafit	1
Behov av FoI om naturlig grafit	2
Potentiella affärsmöjligheter i Norrbotten	2
Etablering av ett forskningscentrum i Norrbotten	2
1 Inledning	3
1.1 Uppdrag	3
1.2 Metoder	4
1.3 Genomförande	4
2 Produktion och användning av grafit	5
3 Mervärden med norrbottnisk grafit	11
4 FoI om naturlig grafit	12
4.1 Pågående FoI	12
4.2 Behov av FoI	16
4.2.1 Grafit som råmaterial	17
4.2.2 Tillämpningar	17
4.2.3 Återvinning och systemperspektiv	18
5 Potentiella affärsmöjligheter i Norrbotten	19
6 Etablering av ett forskningscentrum i Norrbotten	20
6.1 Vilka förutsättningar behöver finnas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?	20
6.2 Vem skulle kunna vara huvudman för ett forskningscentrum i Norrbotten?	21
6.3 Vilka steg behöver tas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?	22
6.4 Hur skulle dessa steg kunna finansieras?	22
6.5 Vem skulle kunna ansvara för dessa steg?	23
Bilaga A Referensgrupp och intervjupersoner	24
A.1. Referensgrupp	24
A.2. Intervjupersoner	24

Tabeller

Tabell 1	Produktion 2021 (vänster) och reserver (höger) av naturlig grafit.	5
Tabell 2	Industriella användningsområden för naturlig respektive syntetisk grafit.	7
Tabell 3	EUs ökade efterfrågan på all grafit i förhållande till 2018 års efterfrågan på naturlig grafit.	8
Tabell 4	Försteförfattares organisationstillhörighet (land) i artiklar om naturlig grafit.	13

Figurer

Figur 1	Tillgångar av grafit, kobolt och litium i den svenska berggrunden (ton).	6
Figur 2	Installerad effekt för elektrolysörer.	9
Figur 3	Förenklad värdekedja för naturlig grafit enligt Kommissionen.	13
Figur 4	Ett alternativt värdekedjeperspektiv på naturlig grafit.	14
Figur 5	FoI-behov i olika delar av värdekedjan för naturlig grafit.	16

Sammanfattning

På uppdrag av Luleå Näringsliv AB (LNAB) har H2SE Consulting och Åström Analys genomfört en förstudie för att undersöka förutsättningarna för att i Norrbotten etablera ett grafitforskningscentrum i syfte att understödja näringslivets utveckling och bidra till forskning och hög innovationsförmåga. Information har inhämtats genom dokumentanalyser, registeranalyser, två möten med uppdragets referensgrupp och 20 intervjuer. Uppdraget genomfördes under december 2022–april 2023.

Produktion och användning av grafit

Grafit förekommer naturligt men kan också framställas på syntetisk väg. Merparten av den syntetiska grafiten produceras i Kina, USA, Indien och Brasilien, men även naturlig grafit produceras till största delen i Kina samt i Brasilien, Moçambique och Madagaskar. I Sverige är produktionen av naturlig grafit försumbar, men det finns stora fyndigheter i Norrbotten och i Hälsingland. Grafitfyndigheten i Vittangi karakteriseras av mycket hög grafithalt, en mikrostruktur som är gynnsam för batterier och bränsleceller, lågt klimatavtryck och låg kostnad, eller – annorlunda uttryckt – av hållbarhet.

Grafit har traditionellt sett främst använts i metallurgiska tillämpningar och tillväxten för både syntetisk och naturlig grafit har därför följt metallindustrins utveckling med en årlig tillväxt om cirka 4 % per år. Av den globala produktionen 2021 gick cirka 65 % till metallindustrin, men användningen av grafit i batterier ökade mellan 2011 och 2021 med en årlig tillväxt av 9,5 %. Olika prognoser för framtida efterfrågan på grafit varierar stort, men de pekar alla på att efterfrågan kommer att öka mycket snabbt, främst på grund av en explosivt ökad efterfrågan på el- och hybridfordon, men också på en snabbt tilltagande elektrifiering av industriella processer. I sådana tillämpningar behövs syntetisk och naturlig grafit till batterier, bränsleceller och elektrolysörer, vilka är de områden som prognostiseras dominera efterfrågan på grafit under kommande år och decennier. Den kraftiga produktionsökning som krävs bedöms i huvudsak komma från befintliga leverantörer i framför allt Kina, Afrika och Brasilien, men det förefaller troligt att befintliga leverantörer inte till fullo kommer att kunna tillfredsställa den ökade efterfrågan, varför det torde finnas utrymme för nya aktörer att ge sig in på dessa marknader.

Det finns tydliga drivkrafter i både EU och USA för att få bättre kontroll på leverantörskedjorna för batterier och andra tillämpningar där grafit är ett kritiskt material. Europeiska kommissionen tillkännagav i mars 2023 lagförslaget ”Critical Raw Materials Act” i syfte att stärka europeiska leverantörskedjor för kritiska råmaterial, varav naturlig grafit är ett. Den svenska utredningen ”En tryggad försörjning av metaller och mineral” från oktober 2022 resonerar i liknande banor.

Pågående FoI om naturlig grafit

Den svenska utredningen konstaterar att det finns kunskapsluckor och behov av grundläggande forskning inom delar av värdekedjan för innovationskritiska metaller och mineral, inklusive grafit. En rapport av två forskare vid Luleå tekniska universitet (LTU) konstaterar att forskningen om innovationskritiska metaller och mineral vid svenska lärosäten är fragmenterad, undantaget LTU som bedriver forskning längs värdekedjan prospektering, malmkaraktärisering, brytning, utvinning, återvinning och miljöpåverkan. LTU uppges vara det enda lärosätet i Europa med forskningskompetens längs denna värdekedja. Även svenska institut bedriver grafitrelaterad forskning och innovation (FoI). Swerims FoI handlar främst om karaktäriseringsmetoder för grafitpartiklar och om återvinning, medan RISE fokuserar på tillämpning av grafit i batterier och nu investerar i en test- och demonstrationsanläggning för batterier. RISE utvecklar även teknik för tillverkning av bipolära plattor till bränsleceller och undersöker FoI-behov för elektrolysörer.

En analys av samtliga projekt i Horisont 2020 visar att endast sju fokuserar på FoI om grafit, vilket indikerar att mycket lite FoI om grafit bedrivs inom EU. En sökning efter artiklar om naturlig grafit visar också att aktiviteten i EU inte är särskilt omfattande; knappt var femte försteförfattare tycks i genomsnitt verka i EU, medan hälften av försteförfattarna återfinns i Kina, Sydkorea eller Indien.

Utöver redan pågående FoI finns flera nya svenska initiativ som i närtid kommer att tillföra ytterligare finansiering:

- Den tidigare nämnda svenska utredningen föreslår uppbyggnad av ett forskningscentrum vid LTU för innovationskritiska metaller och mineral med fokus på primär och sekundär utvinning och

anrikning med en finansiering om 50 miljoner kronor per år, samt en ökning av Sveriges geologiska undersöknings sektorsforskningsstöd från 6 till 30 miljoner kronor per år

- Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) har en öppen utlysning av ett forskningscentrum om prospektering och processutveckling av innovationskritiska metaller och mineral, med en finansiering om 60 miljoner kronor under sex år
- Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (MISTRA) har en öppen utlysning av ett forskningsprogram om miljöstrategiska frågor om prospektering, utvinning, förädling och återvinning av innovationskritiska metaller och mineral, med en finansiering om 20 miljoner kronor under fyra år
- Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) driver under 2023–24 projektet ”Vägval för metaller och mineral” som ska presentera rekommendationer till beslutsfattare i Sverige och EU för att på ett hållbart sätt säkerställa tillgången till metaller och mineral för den gröna omställningen

Behov av FoI om naturlig grafit

Det finns FoI-behov som grovt sett kan hänföras till tre olika delar av värdekedjan för naturlig grafit. De delar som handlar om grafit som råmaterial samt om återvinning och systemperspektiv är redan, eller kommer genom de nya svenska initiativen i närtid att vara, föremål för omfattande FoI-insatser, medan FoI relaterad till tillämpningar skulle kunna utgöra grunden för ett nytt forskningscentrum.

Det förefaller finnas betydande otillfredsställda FoI-behov relaterade till tillämpningar, vilket dock inte innebär att det saknas behov av ytterligare FoI-insatser inom andra områden. Ett fokus på tillämpningar skulle emellertid kunna ge centrumet den tydliga egna profil som torde vara en förutsättning för framgång. Ett centrum som således kompletterar de nya svenska initiativen skulle innebära goda förutsättningar för att dessa initiativ skulle stärka centrumet – och vice versa. Det framkommer att det är viktigt med sammanhållna värdekedjor, såväl i näringslivet som när det gäller FoU-utförare. Det är därför önskvärt att det finns företag som är aktiva i alla delar av värdekedjan och på motsvarande sätt att det bedrivs FoI-verksamhet inom alla delar av den.

Potentiella affärsmöjligheter i Norrbotten

Ett forskningscentrum som fokuserar på grafitillämpningar borde ha goda förutsättningar att bidra till att skapa affärsmöjligheter för både företag som producerar komponenter (inklusive halvfabrikat) och företag som använder komponenter för att tillverka batterier, elektrolysörer och bränsleceller.

Etablering av ett forskningscentrum i Norrbotten

Sammanfattningsvis förefaller det finnas gynnsamma globala förutsättningar för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten. Det behövs därtill ytterligare regionala förutsättningar som intresserade företag, stödjande offentliga aktörer, finansiering, kompetenta medarbetare och att centrumet innebär mervärden för, och i förhållande till, befintliga FoU-utförare.

Det är en absolut framgångsförutsättning att forskningscentrumet är uttalat näringslivsinriktat och att det har en tydlig koppling till den akademiska världen och i synnerhet LTU. Av flera möjliga organisatoriska lösningar skulle ett nybildat dotterbolag till en eller flera FoU-utförare kunna underlätta byggande av ett tydligt varumärke, men det skulle sannolikt också behöva förhållandevis lång tid för att etableras. RISE är näringslivsinriktat, har kompetens som matchar den föreslagna FoI-inriktningen och bedriver i Piteå redan tillämpningsinriktad FoI om grafit. Därtill bedriver andra enheter inom RISE-koncernen FoI och har utrustning som skulle kunna understödja en ny enhet inom RISE. En ny enhet inom RISE framstår därmed som den mest attraktiva lösningen. Oavsett organisatorisk lösning bör centrumet ha som uttalad ambition att koordinera andra FoU-utförares FoI längs hela värdekedjan.

För att etablera ett forskningscentrum föreslås tre steg. I steg 1 övertygar LNAB sig självt om att det finns tillräckligt intresse för att initiera steg 2. I steg 2 utarbetas en regional strategi i en interaktiv process där planerna efterhand förankras hos företag, regioner, kommuner och FoU-utförare. Strategiarbetet, som bör förhålla sig till befintliga regionala strategier, ska slutligen utmynna i en detaljerad etableringsplan. Steg 3 innefattar implementering av etableringsplanen. LNAB föreslås ansvara för steg 1 och steg 2 medan utsedd huvudman ansvarar för steg 3.

1 Inledning

1.1 Uppdrag

På uppdrag av Luleå Näringsliv AB (LNAB) har H2SE Consulting AB i samarbete med Åström Analys AB (hädanefter ”vi” och ”vår”) genomfört en förstudie av grafitens användning i det framtida hållbara samhället, och specifikt förutsättningarna för att etablera ett grafitforskningscentrum i Norrbotten.

Syftet med uppdraget var att undersöka om det finns förutsättningar för att i Norrbotten etablera ett grafitforskningscentrum med potential att bli världsledande. Avsikten med ett sådant centrum är i så fall att understödja näringslivets utveckling i norra Sverige och att bidra till att upprätthålla världsledande forskning och hög innovationsförmåga i Norrbotten.

Vi operationaliserade LNABs projektplan i följande frågor, där frågorna 1–5 väsentligen utgör bakgrund för att besvara fråga 6:

1. Hur ser grafitmarknaden ut idag och hur prognostiseras den utvecklas i framtiden?
2. I vilka tillämpningar används grafit idag och i vilka tillämpningar prognostiseras tillväxten främst äga rum?
3. Varifrån kommer grafit idag och varifrån prognostiseras den komma i framtiden?
4. Vilka konkurrensfördelar erbjuder norrbottnisk grafit (relativt syntetisk grafit och naturlig grafit från andra fyndigheter)?
5. Var bedrivs den världsledande grafitforskningen idag?
 - a. Inom vilka (del)områden bedrivs dagens grafitforskning?
 - b. Finns några ”vita fläckar” avseende forskning och utveckling om grafit (som om de beforskades skulle kunna bidra till att skapa affärsmöjligheter i norra Sverige)?
6. Om sådana vita fläckar finns:
 - a. Vilka affärsmöjligheter skulle ett forskningscentrum i Norrbotten kunna bidra till att skapa? För vilka företag?
 - b. Vilka förutsättningar behöver finnas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?
 - c. Vem skulle kunna vara huvudman för ett forskningscentrum i Norrbotten?
 - d. Vilka steg behöver tas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?
 - e. Hur skulle dessa steg kunna finansieras?
 - f. Vem skulle kunna ansvara för dessa steg?

LNAB är införstått med att det inte är rimligt att förvänta sig uttömmande svar på frågorna 6b–f från denna tidiga förstudie. Om denna förstudie skulle komma att utmyнна i slutsatsen att det finns förutsättningar för att etablera ett grafitforskningscentrum i Norrbotten, är tanken att en mer ambitiös etableringsstudie ska resultera i mer detaljerade svar på hur etableringen skulle kunna gå till.

Vid en avstämning med LNAB 2023-02-20 överenskoms att fokusera fråga 5 på att identifiera ”vita fläckar” (alltså fråga 5b), snarare än på att kartlägga den världsledande grafitforskningen i bredare bemärkelse (fråga 5a).

Uppdragets primära målgrupp är aktörer inom grafitforskning, -utveckling och -kommersialisering i Norrbotten, men även företag i regionen som ser möjligheter att skapa nya affärer och konkurrensfördelar för att, baserat på norrbottnisk naturlig grafit, bidra till den gröna omställningen.

En referensgrupp bestående av individer med insikt i forskning och affärsmöjligheter inom grafit och besläktade områden har bistått i uppdragets genomförande. Referensgruppsledamöterna återfinns i bilaga A.

1.2 Metoder

Följande metoder har använts för att inhämta information:

- **Dokumentanalyser** av marknadsanalyser och andra grafitrelaterade rapporter, liksom av rapporter om innovationskritiska metaller och mineral, främst för att besvara frågorna 1–3, men också för att få vissa bidrag till svar på frågorna 4–5
- **Registeranalyser** av projekt i EUs program för forskning och innovation (FoI) Horisont 2020 (H2020) för att kartlägga omfattning av och aktörer inom europeisk FoI om grafit, liksom av Google Scholar-data för att kartlägga var författarna av artiklar om naturlig grafit verkar
- **Referensgruppsmöten.** Vid det inledande mötet med referensgruppen 2023-01-16 fick vi råd inför den stundande informationsinhämtningen. Det andra (avslutande) mötet 2023-03-14 var ett valideringstillfälle vid vilket referensgruppens ledamöter kommenterade våra tentativa svar på frågorna 5 och 6. De flesta av referensgruppens ledamöter deltog på plats eller per Teams, men några ledamöter konsulterades genom bilaterala kontakter. Referensgruppens ledamöter gavs möjlighet att kommentera vårt utkast till slutrapport
- **Intervjuer** med individer med insikt i grafitforskning och i affärsmöjligheter kopplade till grafit var den dominerande informationsinhämtningsmetoden. Intervjupersonerna identifierades initialt främst genom samtal med referensgruppens ledamöter och därefter huvudsakligen genom ”snöbollsmetoden”, alltså genom att fråga intervjupersonerna vilka andra personer som vi borde tala med. Intervjuerna gav främst svar på frågorna 5 och 6a, men gav även vissa bidrag till svar på frågorna 4 och 6b–f. Vi har genomfört 20 intervjuer med 17 personer (några av dem har alltså intervjuats fler än en gång); intervjupersonerna återges i bilaga A

1.3 Genomförande

Uppdraget genomfördes under perioden december 2022–april 2023. LNAB bistod med arrangemangen kring referensgruppsmötena.

2 Produktion och användning av grafit

Grafit är ett mineral som helt består av kol. Grafit förekommer naturligt men kan också framställas på syntetisk väg. Naturlig grafit finns i berggrunden i metamorfa bergarter som skifferar, marmor och gnejser. Syntetisk grafit tillverkas genom upphettning av stenkoltjära och beck till mycket höga temperaturer i processer som är komplicerade, som kräver stor kunskap och som förbrukar stora mängder energi.

År 2011 var den totala grafitproduktionen i världen 2 400 kton, varav 1 500 kton syntetisk och 900 kton naturlig grafit. Merparten av den syntetiska grafiten producerades i Kina, USA, Indien och Brasilien (vilket innebär att energin som används för produktionen i praktiken oftast är genererad från kol eller petroleumprodukter).¹ Även naturlig grafit producerades till största delen i Kina, men även i Brasilien, Moçambique och Madagaskar. Till 2021 hade produktionen av naturlig grafit ökat med omkring 15 %, se Tabell 1. Tabellen visar också att de kända fyndigheterna av naturlig grafit är förhållandevis stora.

Tabell 1 Produktion 2021 (vänster) och reserver (höger) av naturlig grafit.

Land	Produktion (kton)	Andel (%)	Land	Reserver (kton)	Andel (%)
Kina	820	79%	Turkiet	90 000	28%
Brasilien	68	7%	Kina	73 000	22%
Moçambique	30	3%	Brasilien	70 000	22%
Ryssland	27	3%	Madagaskar	26 000	8%
Madagaskar	22	2%	Moçambique	25 000	8%
Ukraina	17	2%	Tanzania	18 000	6%
Norge	13	1%	Indien	8 000	2%
Nordkorea	8,7	1%	Uzbekistan	7 600	2%
Kanada	8,6	1%	Mexiko	3 100	1%
Indien	6,5	1%	Nordkorea	2 000	1%
Vietnam	5,4	1%	Sri Lanka	1 500	0%
Sri Lanka	4,3	0%	Norge	600	0%
Mexiko	3,5	0%	Kanada	Uppgift saknas	
Turkiet	2,7	0%	Ryssland	Uppgift saknas	
Österrike	0,5	0%	Tyskland	Uppgift saknas	
Tyskland	0,3	0%	Ukraina	Uppgift saknas	
Tanzania	0,15	0%	Vietnam	Uppgift saknas	
Uzbekistan	0,11	0%	Österrike	Uppgift saknas	
Summa	1 038	100%	Summa	324 800	100%

Källa: "Graphite (Natural)", U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022.

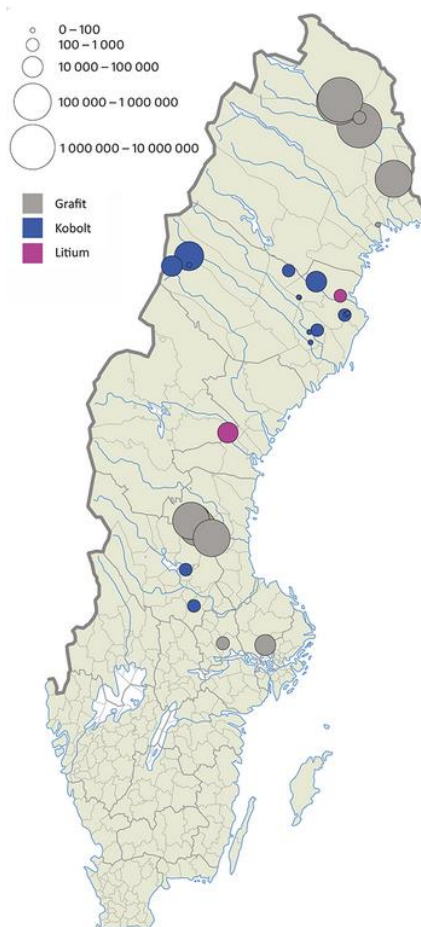
Som framgår saknas Sverige i tabellen. För tillfället är den svenska produktionen försumbar, men enligt en sammanställning gjord av Europeiska kommissionen (Kommissionen) finns fyndigheter om uppskattningsvis 60 000 kton, främst i Norrbotten (50 000 kton) och i Hälsingland (9 700 kton)², se Figur 1. Med sådana fyndigheter borde Sverige återfinnas på fjärde plats i Tabell 1. Vid referensgruppens andra möte påpekades att det sannolikt finns ytterligare reserver i Sverige och Finland än de nu kända.

¹ "Natural & Synthetic Graphite: Global Industry Markets and Outlook", 8th Edition, Roskill Information Services, 2012.

² "Study on the EU's list of Critical Raw Materials, Factsheets on Critical Raw Materials", Europeiska kommissionen, 2020. Skattingarna i rapporten kommer från företagen Flinders Resources respektive Talga Resources.

Under perioden 1996–2001 bröts 224 kton grafit i Kringelgruvan i Hälsingland, men gruvan lades i träda på grund av bristande lönsamhet.³

Figur 1 Tillgångar av grafit, kobolt och litium i den svenska berggrunden (ton).



Källa: www.sgu.se/mineralnaring/kritiska-ravaror/grafit/, 2023-01-17. Data från SGUs databas Malm och mineral.

Grafit används traditionellt sett huvudsakligen i metallurgiska tillämpningar, såsom i elektroder och eldfasta infodringar. Inom sådana användningsområden har den enskilt största tillämpningen för syntetisk grafit varit elektroder till ljusbågsugnar för stålframställning (55–60 % av produktionen). Det enskilt största användningsområdet för naturlig grafit har historiskt varit eldfasta material för infodring av ugnar, reaktorer och liknande vid metallframställning (omkring 50 % av produktionen).⁴ Tabell 2 visar olika användningsområden för naturlig respektive syntetisk grafit ("Flake" och "Amorphous" är olika former av naturlig grafit).

Tillväxten för både syntetisk och naturlig grafit har tidigare i stort sett följt metallindustrins utveckling och därmed ökat med cirka 4 % per år. Denna utveckling bröts år 2020 då efterfrågan, och därmed produktionen, sjönk markant till följd av att Covid-19-pandemin medförde leveransproblem och nedstängningar i både metall- och bilindustrierna, vilket i det senare fallet ledde till minskad efterfrågan på grafit till batterier till el- och elhybridbilar. Efterfrågan, och produktionen, har emellertid till viss del återhämtat sig på senare år. I slutet av 2021 var den globala produktionen av syntetisk och naturlig grafit 2 800 kton, alltså 400 kton mer än 2011. Av den globala produktionen 2021 gick cirka 65 % till

³ C. Wanhainen och O. Martinsson, "Kartläggning över forskning om innovationskritiska metaller och mineral", bilaga 1 i "Innovationskritiska metaller och mineral – en forskningsöversikt", 2021/22:RFR10, Riksdagen, 2022.

⁴ Roskill, op. cit.

metallindustrin, men användningen av grafit i batterier ökade från 85 kton 2011 till 210 kton 2021, vilket motsvarar en årlig tillväxt på 9,5 %.⁵

Tabell 2 Industriella användningsområden för naturlig respektive syntetisk grafit.

Application	Flake	Amorphous	Primary synthetic	Secondary synthetic
Alkaline and zinc carbon batteries	x		x	x
Lithium-ion batteries	x		x	x
Carbon brushes	x		x	x
Conductive coatings	x		x	x
Expandable graphite	x			
Foundry coatings	x	x		
Friction materials	x	x	x	x
Fuel Cells	x		x	x
Gaskets and Seals	x			
Pencils	x	x		
Plastics	x		x	x
Powdered Metals	x			x
Refractories	x	x		
Steel and Iron (carbon additives)		x	x	

Källa: "Natural & Synthetic Graphite: Global Industry Markets and Outlook", 8th Edition, Roskill Information Services, 2012.

Den årliga tillväxten för syntetisk och naturlig grafit prognostiseras framgent bli 8,5 %, vilket skulle innebära en fördubbling av produktionen från 2021 till omkring 5 800 kton 2030. En viss del av denna ökning, som främst torde tillfredsställas med syntetisk grafit, förväntas utgöras av grafitelektroder till ljusbågsugnar som i snabbt ökande utsträckning används i metallurgiska tillämpningar, men den största ökningen, 14,1 % per år, förväntas emellertid skapas av bilindustrins efterfrågan på batterier med grafitanoder.⁶ Prognoserna av tillväxttakten för efterfrågan på naturlig grafit varierar kraftigt mellan olika marknadsrapporter, men samtliga förutspår kraftiga ökning. En rapport, som uppskattar att omkring 57 % av all syntetisk grafit används i batterianoder, bedömer att efterfrågan på naturlig grafit kommer att öka från 300 kton/år 2021 till 3 000 kton/år 2030, vilket motsvarar en ökning med knappt 30 % per år.⁷ Batteritillverkare blandar syntetisk och naturlig grafit för att optimera batteriegenskaper som livslängd och laddhastighet, liksom för att anpassa sig till den regionala tillgången på grafit. Blandningsförhållandena och andra ingående material i anoder är batteritillverkarens starkt sekretessbelagda affärshemligheter. Att andelen naturlig grafit förväntas öka beror delvis på att naturlig grafit har bättre förutsättningar att uppfylla bilindustrins skärpta miljökrav än energikrävande, fossilbaserad syntetisk grafit.

Även internationella organisationer som Internationella energirådet (International Energy Agency, IEA) och Kommissionen prognostiserar för snabbt ökande efterfrågan på grafit.

IEA bedömer att för att nå målen i Parisavtalet (att hålla den globala uppvärmningen långt under 2°C) behövs 25 gånger så mycket grafit *globalt* 2040 som 2020. Den ökade efterfrågan domineras av batterier till fordon och för stationär energilagring.⁸

Kommissionen har i en scenarioanalys uppskattat *EUs efterfrågan* på grafit till batterier till el- och hybridfordon och till energilagringssystem för förnybar energigenerering år 2030 och 2050. Data presenteras som *EUs ökade efterfrågan* på *all grafit* i förhållande till 2018 års efterfrågan på *naturlig*

⁵ <https://www.fastmarkets.com/insights/recent-graphite-price-weakness-masks-phenomenal-demand-growth>.

⁶ <https://www.factmr.com/report/graphite-market>.

⁷ <https://investingnews.com/daily/resource-investing/battery-metals-investing/graphite-investing/graphite-outlook/>.

⁸ "The Role of Critical World Energy Outlook Special Report", IEA, 2022.

grafit, se Tabell 3. För batterier till fordon och till energilagringssystem tillsammans uppskattas således EUs efterfrågan på grafit 2030, grovt avrundat, ligga mellan knappt tre gånger och nästan fem gånger högre än för naturlig grafit 2018. Efterfrågan 2050 uppskattas ligga mellan knappt sex gånger och nära 15 gånger högre än 2018.

Tabell 3 EUs ökade efterfrågan på all grafit i förhållande till 2018 års efterfrågan på naturlig grafit.

Tillämpning	År	Lågt estimat	Högt estimat
Batterier till el- och hybridfordon	2030	140 %	330 %
	2050	380 %	1080 %
Energilagringssystem för förnybar energigenerering	2030	40 %	60 %
	2050	190 %	310 %
Summa	2030	180 %	390 %
	2050	470 %	1390 %

Källa: "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study", Europeiska kommissionen, 2020.

I en alldeles ny scenarioanalys från Kommissionen uppskattas *den globala efterfrågan* på all grafit till el- och hybridfordon 2050 uppgå till mellan sju och nio gånger dagens produktion av *naturlig grafit*.⁹

Även om samtliga analyser av framtida efterfrågan bedömer att elektrifieringen av fordon leder till en kraftigt ökad efterfrågan på batterier och därmed motsvarande ökning av efterfrågan på grafit, nämner några rapporter – och flera av våra intervjupersoner – att även bränsleceller kan utgöra en betydande framtida tillämpning av grafit för användning i både fordon och stationära anläggningar. Grafit används i bränsleceller av typen PEM (Polymer Electrolyte Membrane) med bipolära plattor som till 70–80 % består av grafit. Även IEAs och Kommissionens tidigare citerade rapporter prognostiserar snabbt ökande efterfrågan även på bränsleceller. Kommissionens rapporter framhåller att grafit är ett av de viktigaste materialen i bränsleceller, men särredovisar inte hur efterfrågan på grafit uppskattas utvecklas för just denna tillämpning.

För fordonstillämpningar är bränsleceller inte en lika mogen teknik som batterier, vilket innebär att efterfrågan på grafit till bränsleceller ännu inte är så stor. Flera intervjupersoner (liksom uppenbarligen och IEAs och Kommissionens tidigare citerade rapporter) bedömer dock att efterfrågan på grafit till bränsleceller kan komma att bli mycket stor, men att den ligger betydligt längre fram i tid än efterfrågan på grafit till batterianoder. En marknadsanalys prognosticerar att bränslecellsmarknaden kommer att öka med 14 % per år fram till år 2026.¹⁰ En annan marknadsanalys prognosticerar att efterfrågan på bipolära plattor, och därmed på grafit, kommer att öka i ungefär samma takt och att den 2026 kommer att betinga ett värde av USD500–600 miljoner.¹¹ Kommissionens förutspår att en exponentiell efterfrågeökning tar fart omkring år 2030.¹²

Elektrolysörer, som används för att framställa vätgas ur vatten, nämns av flera intervjupersoner som en annan möjlig tillämpning för grafit. Idag används kol i form av kimrök som bärare för de platinapartiklar som är elektrolysörens katalysator. Att ersätta en del av kimröken med grafit bedöms sannolikt kunna förbättra katalysatorns livslängd. Ytterligare en möjlig tillämpning kan vara bipolära plattor i PEM-elektrolysörer. Just nu finns inget som talar emot att denna användning av grafit är möjlig, men utvecklingen är i ett tidigt skede.

Den installerade effekten för elektrolysörer var i genomsnitt omkring 100 MW/år (globalt) under hela 2000-talet, men som Figur 2 visar har marknaden formligen exploderat de senaste åren; under 2022 installerades elektrolysörer med en sammanlagd effekt om cirka 1 800 MW, varav 1 300 MW i Asien och drygt 250 MW vardera i Amerika (Nord-, Mellan- och Syd-) och EMEA (Europa, Mellanöstern och Afrika). Bakom denna ökning ligger stora globala satsningar på att minska klimatavtrycket för processer

⁹ S. Carrara et al., "Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study", Europeiska kommissionen, JRC132889, 2023.

¹⁰ <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/fuel-cell-market-industry>.

¹¹ <https://www.marketresearch.com/QYResearch-Group-v3531/Global-Bipolar-Plates-Research-13998144/>.

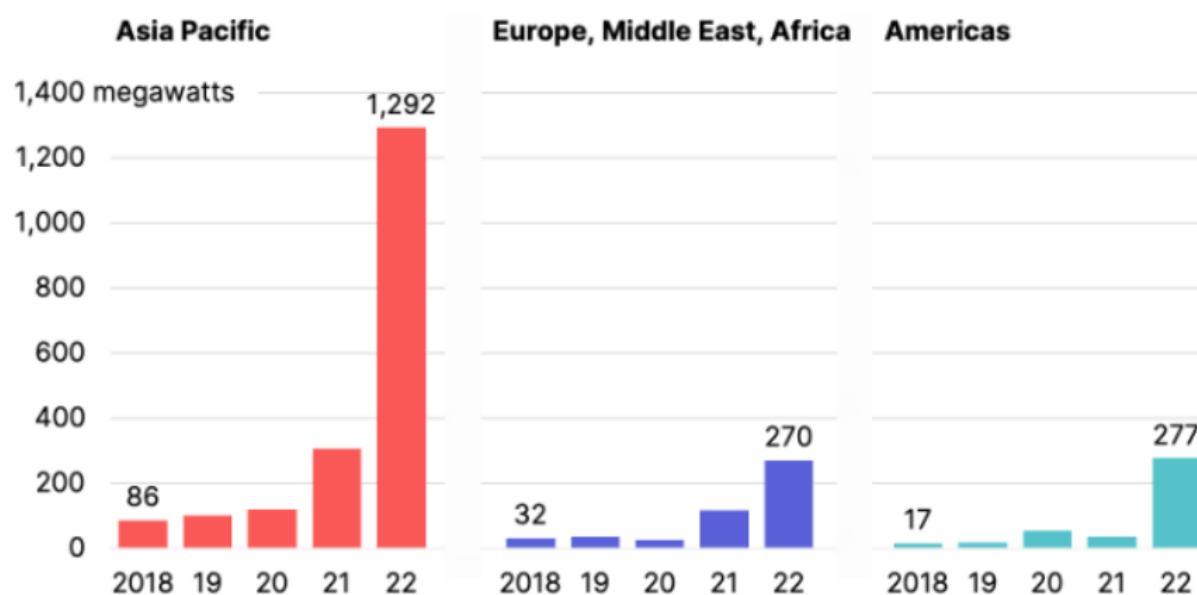
¹² S. Carrara et al., op. cit.

och transporter. Elektrolysörers effektivitet har ökat och kostnaden både för elektrolysörer och förnybar el (främst från vindkraft) har minskat, vilket har bidragit till denna tillväxt.

Även denna marknad förutspås en fortsatt stark tillväxt, bland annat för att stora mängder vätgas behövs för att ersätta kol i tillverkning av ”grönt” stål. Några närliggande exempel på planerade installationer av elektrolyskapacitet är H2 Green Steel i Boden som planerar att installera 800 MW och LKAB som ska installera 600 MW i Malmfälten.

Många stora industriföretag har gett sig in på elektrolysmarknaden, bland andra Siemens som erbjuder PEM-elektrolysörer. Norska NEL erbjuder elektrolysörer och tankstationer för vätgas och har nyligen kraftigt byggt ut sin tillverkningskapacitet till mellan 500 och 1 000 MW/år, vilket säger något om den förväntade efterfrågan.

Figur 2 Installerad effekt för elektrolysörer.



Källa: <https://www.nathanielbullard.com/presentations>.

Uppenbarligen är olika prognoser för framtida efterfrågan på grafit till batterier, bränsleceller och elektrolysörer inte kompatibla med varandra på detaljnivå, men de är alla överens om att efterfrågan kommer att öka mycket snabbt under kommande år och decennier. Ökningen förväntas främst skapas av en explosiv efterfrågeökning på el- och hybridfordon, men också av en snabbt tilltagande elektrifiering av industriella processer för exempelvis tillverkning av stål, plast, konstgödsel och drivmedel. Den kraftiga produktionsökning av grafit som krävs bedöms i huvudsak komma från befintliga leverantörer i framför allt Kina, Afrika och Brasilien, men det förefaller troligt att befintliga leverantörer inte till fullo kommer att kunna tillfredsställa den ökade efterfrågan, varför det torde finnas utrymme för nya aktörer att ge sig in på dessa marknader. För närvarande bedöms mycket riktigt produktionsökningen endast motsvara två tredjedelar av den prognosticerade efterfrågeökningen från fordonsindustrin.¹³

Det finns tydliga drivkrafter i både USA och EU för att få bättre kontroll på leverantörskedjorna för batterier och andra tillämpningar där grafit är ett kritiskt material. USAs Inflation Reduction Act (IRA) som trädde i kraft 2022-08-16 syftar bland annat till att – med hjälp av omfattande skattelättnader, bidrag och lånegarantier till i första hand utbyggnad av förnybar elektricitet och överföring, följt av skattelättnader för elfordon – minska USAs koldioxidutsläpp. Mer specifikt handlar lagen om att gynna investeringar i inhemsk tillverkningskapacitet, att säkra tillgång till kritiska mineral på hemmaplan eller från frihandelspartners, och att stimulera FoU och kommersialisering av nyckelteknologier. Lagen listar

¹³ "Firms search for greener supplies of graphite for EV batteries", *The Economist*, 2023-03-04.

50 kritiska mineral, inklusive grafit.¹⁴ Det ska emellertid noteras att USA och EU inte har något frihandelsavtal (inte heller något enskilt europeiskt land).¹⁵ IRA har redan fått europeiska företag som Northvolt att överväga att göra kommande investeringar i produktionsanläggningar i USA i stället för – som tidigare planerat – i Europa.¹⁶

Europeiska kommissionens svar på IRA kom 2023-03-16 med lagförslagen Net Zero Industry Act och Critical Raw Materials Act. Net Zero Industry Act syftar bland annat till att på olika sätt gynna investeringar i produktionsanläggningar i EU.¹⁷ Critical Raw Materials Act ska:

- Stärka Europas leverantörskedjor för kritiska råmaterial
- Diversifiera EUs import av kritiska råmaterial
- Följa upp och förebygga risker avseende tillgång till kritiska råmaterial
- Säkerställa fri rörlighet för kritiska råmaterial inom EU och samtidigt säkerställa skydd av miljön genom fokus på cirkularitet och hållbarhet

Kommissionen definierar 34 kritiska råmaterial (inklusive några grupper av material) och 16 av dessa som strategiska råmaterial; naturlig grafit finns med i båda kategorierna. De strategiska råmaterialen behövs för att realisera såväl den gröna som den digitala omställningen, liksom för försvars- och flygtekniska ändamål, och för dessa råmaterial finns en risk att efterfrågan kan komma att bli större än tillgången. Syftet med lagförslaget är alltså att minska EUs beroende av leverantörer utanför EU (främst Kina) längs värdekedjan för strategiska råmaterial, inklusive utvinning, bearbetning och återvinning. Målen för 2030 är att 10 % av EUs konsumtion av strategiska råmaterial ska utvinnas inom EU, att 15 % av unionens konsumtion av varje strategiskt råmaterial ska komma från återvinning, att förädlingen av 40 % av varje strategiskt råmaterial som konsumeras inom unionen ska ske inom densamma, samt att som mest 65 % av något strategiskt råmaterial ska komma från ett och samma icke-EU-land.¹⁸

Den i oktober 2022 överlämnade (svenska) utredningen ”En tryggad försörjning av metaller och mineral” som föreslår att en nationell strategi för mer hållbar försörjning av innovationskritiska metaller och mineral ska utarbetas för att skapa incitament för både utvinning och cirkulära flöden samt diversifiering, samtidigt som den bejakar ett fortsatt starkt miljöskydd och respekt för urfolks rättigheter. Utredningen föreslår att åtminstone följande två mål ska ingå i strategin:^{19,20}

- Sverige ska bidra till att EU har leverantörskedjor för batterier och permanentmagneter
- Metaller och mineral som är kritiska för dessa leverantörskedjor bör utvinnas, om det finns brytvärda fyndigheter, och återvinnas i Sverige med sikte på att metallflödena ska bli helt cirkulära

Den prognosticerade snabbt ökande globala efterfrågan på grafit och starka drivkrafter för att öka EUs oberoende av strategiska råmaterial innebär att förutsättningarna för att genom en satsning på FoI om grafit bidra till utveckling av en grafitbaserad industri i norra Sverige med affärsmöjligheter för flera olika slags företag förefaller gynnsam.

¹⁴ ”Public Law No. 117-169 (08/16/2022)” (Inflation Reduction Act of 2022), U.S. Government Publishing Office, 2022.

¹⁵ ”Free Trade Agreements”, <https://ustr.gov/trade-agreements/free-trade-agreements>, läst 2023-04-18.

¹⁶ ”Northvolt kan välja USA framför Tyskland: ”Ändrades över en natt”, *Svenska Dagbladet*, 2023-04-18.

¹⁷ ”Proposal for a regulation [...] establishing a framework of measures for strengthening Europe’s net-zero technology products manufacturing ecosystem (Net Zero Industry Act)”, Europeiska kommissionen, COM(2023) 161 final, 2023-03-16.

¹⁸ ”Proposal for a regulation [...] establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials [...]”, Europeiska kommissionen, COM(2023) 160 final, 2023-03-16.

¹⁹ ”En tryggad försörjning av metaller och mineral”, SOU 2022:56, 2022-10-31.

²⁰ Utredningen är noga med att påpeka att den inte anser att begreppet ”innovationskritiska metaller och mineral” är synonymt med Kommissionens kritiska råmaterial. ”Innovationskritiska metaller och mineral är inte ett i författning eller på annat sätt definierat begrepp. Det har dock använts i flera år för att beskriva metaller och mineral som behövs i digitaliseringen och den gröna omställningen.”

3 Mervärden med norrbottnisk grafit

Norrbottnisk grafit har följande karaktäristiska egenskaper:

- **Hög grafithalt.** Grafithalten är mycket hög, drygt 25 % (fyndigheter med 10–15 % grafithalt anses ofta vara brytvärda, men i vissa fall bryts fyndigheter med så låg grafithalt som 5 %). Högre grafithalt medför lägre kostnader för transport och mindre energiåtgång för malning, anrikning etc., liksom mindre gråberg
- **Finkornig mikrostruktur.** Grafiten är högkristallin, finkornig och storleksfördelningen mycket jämn. I elektrokemiska tillämpningar som batterier och bränsleceller är en finkornig struktur (under 100 mikrometer) att föredra för att uppnå hög laddhastighet och lång livslängd. Den naturligt finkorniga strukturen gör att det åtgår förhållandevis lite energi för att mala ned grafitkornen till 2–20 mikrometer som är den industriellt efterfrågade fraktionen för elektrokemiska tillämpningar²¹, samtidigt som den innebär att det blir mindre restprodukter (svinn) och därmed ett högre utbyte jämfört med storflakig grafit

Dessa karaktäristiska egenskaper ger förutsättningar för följande mervärden:

- **Lågt klimatavtryck.** Den förhållandevis låga energiåtgången kombinerad med tillgång till förnybar el från vatten- och vindkraft gör att grafiten får ett lågt klimatavtryck. Redan idag efterfrågas grafit med lågt klimatavtryck till batterier och det finns ett EU-förslag på ”batteripass” där materialens ursprung och klimatavtryck ska redovisas; om förslaget går igenom förutses efterfrågan på material med låga klimatavtryck till batterier öka starkt
- **Låg kostnad.** Den höga grafithalten, den förhållandevis låga kostnaden för energi och transporter samt det höga utbytet gör grafiten mycket prisvärd och därmed konkurrenskraftig

Sammanfattningsvis kan den norrbottniska grafitens **hållbarhet** – miljömässig, ekonomisk och social – komma att utgöra dess viktigaste mervärde. Den omfattande aktiviteten i Europa om batterier, bränsleceller och elektrolysörer i kombination med strävan att i möjligaste mån bygga upp europeiska leverantörskedjor torde därmed skapa avsevärda affärsmöjligheter baserade på norrbottnisk grafit.

²¹ För elfasta material, det enskilt största användningsområdet för naturlig grafit, är storflakig grafit med hög renhet att föredra då det ökar tåligheten mot oxidation vid höga temperaturer och därmed materialets livslängd. En finkornig struktur har därför tidigare setts som en nackdel.

4 FoI om naturlig grafit

4.1 Pågående FoI

Den tidigare nämnda utredningen ”En tryggad försörjning av metaller och mineral” beskriver Sverige som en internationell förebild när det gäller FoI-samverkan mellan lärosäten och företag kring värdekedjor för bulkmetaller. Dessa värdekedjor integrerar forskning från mineralisering till malm, koncentrat och till ren metall, inklusive miljöpåverkan, återvinning och tillvaratagande av restprodukter och minimering av avfall. Utredningen konstaterar dock att motsvarande samverkan saknas för andra innovationskritiska metaller och mineral, och att det finns kunskapsluckor och ett behov av grundläggande forskning inom delar av värdekedjan för bland annat grafit. En anledning till dessa brister uppges vara att de inte är prioriterade i de större företagens strategier, och att forskning och kunskapsuppbyggnad som industrin inte prioriterar är det ingen annan som utför.²²

En nylig rapport av två forskare vid Luleå tekniska universitet (LTU) konstaterar att den samlade omfattningen av forskning om innovationskritiska metaller och mineral vid svenska lärosäten är relativt begränsad i en värdekedja som innefattar prospektering och utvinning av juvenilt material, utvinning ur gruvors restprodukter, samt miljöaspekter av detta. Denna forsknings omfattning uppges inte motsvara den gröna omställningens behov. LTU-forskarna förklarar att flera svenska lärosäten förvisso bedriver forskning om innovationskritiska metaller och mineral, men att det i de flesta fall är fråga om små och från varandra isolerade forskargrupper som fokuserar på varsin del av värdekedjan för ett specifikt material. LTU framhålls som ett undantag med omkring 25 seniora forskare som bedriver forskning längs hela värdekedjan: prospektering, malmkaraktärisering, brytning, utvinning, återvinning och miljöpåverkan. Den FoI som bedrivs av forskningsinstitutet RISE och Swerim uppges främst handla om utvinning och återvinning från avfall, samt om livscykelanalys och spårbarhet. LTU-forskarna konstaterar vidare att Kommissionen i hög grad har fokuserat på kartläggningar av befintliga mineraliseringar av innovationskritiska metaller och mineral, och att det mesta av forskningen finansierad genom H2020 handlar om återvinning, såväl av magneter och batterier som gruvavfall, och substitution. De menar vidare att LTU är det enda europeiska lärosätet med forskningskompetens inom hela värdekedjan för innovationskritiska material.^{23,24}

Ur våra intervjuer framkommer att Swerim och RISE båda bedriver grafitrelaterad FoI. Swerims FoI handlar främst om karaktäriseringsmetoder för grafitpartiklar (exv. partikelgeometri och flytbarhet vid bestrykning), återvinning av batterimaterial och miljöteknik vid återvinning. RISE fokuserar på tillämpning av grafit. Avseende batterier pågår viss materialrelaterad FoI och provningsverksamhet, och RISE investerar nu i en öppen test- och demonstrationsanläggning för utveckling av batteriproduktion och nya batteridesigner. Inom bränsleceller utvecklar RISE teknik för tillverkning av bipolära plattor (inkl. materialutveckling, optimering av volymfraktioner, processteknik och automation). RISE har också inlett studier för att undersöka FoI-behovet kopplade till framtidens PEM-elektrolysörer.

Vår registeranalys av samtliga 35 382 projekt i H2020 visar att 37 projekts sammanfattningar innehåller ordet ”graphite”. En manuell genomgång av de 37 sammanfattningarna ger vid handen att endast sju projekt fokuserar på FoI om grafit; de flesta av de 30 andra handlar om grafit som råvara till grafen eller om att ersätta grafit med något annat material (som kisel). I de sju grafitprojekten deltar 61 unika organisationer som har beviljats 33 miljoner euro i finansiering genom H2020. Endast fyra organisationer har deltagit i två projekt (ingen i fler).²⁵ Registeranalysen visar således att det genom H2020 har finansierats mycket lite FoI om grafit, vilket på ett övergripande plan överensstämmer med LTU-forskarnas konstaterande ovan. Analysen tyder också på att det inte finns någon organisatorisk tyngdpunkt för den FoI om grafit som ändå bedrivs med stöd från EU.

²² SOU 2022:56, op. cit.

²³ Wanhainen och Martinsson, op. cit.

²⁴ LTU-forskarna utgår från kommissionens lista med kritiska råmaterial, men väljer att fokusera sin rapport på de innovationskritiska metaller och mineral som det finns geologisk potential för i Sverige, undantaget sådana som redan produceras i Sverige, i praktiken kobolt, litium, grafit, sällsynta jordartsmetaller, nickel, vanadin, indium, gallium och germanium.

²⁵ För att sätta detta i perspektiv har 610 unika deltagare i 327 projekt med ”graphene” i sammanfattningen beviljats 731 miljoner euro. Genom att Chalmers koordinerar Graphene Flagship ligger lärosätet på andra plats i en ranking av organisationer som har mottagit mest stöd (31 miljoner euro).

En sökning i Google Scholar efter artiklar om naturlig grafit i bred bemärkelse visar även den att forskningsaktiviteten i EU inte tycks vara särskilt omfattande relativt sett; i genomsnitt förefaller knappt var femte försteförfattare (19 %) verka vid en organisation inom EU, se Tabell 4. Hälften av alla artiklar (50 %) har försteförfattare i Kina, Sydkorea eller Indien, och totalt verkar nästan två tredjedelar av alla försteförfattare (64 %) i Asien. Det ska dock sägas att denna analys är tämligen enkel och bygger på extrapolering från 100 publikationer som redovisar någon slags forskning om naturlig grafit.²⁶ Att den absoluta merparten av forskningen om grafit görs i Kina, Sydkorea eller Japan är något som våra intervjupersoner också framhåller (de nämner emellertid inte Indien och enbart en intervjuperson nämner Tyskland). De berättar därtill att den strida strömmen av publikationer inom området är nästintill omöjlig att löpande hålla sig ajour med.

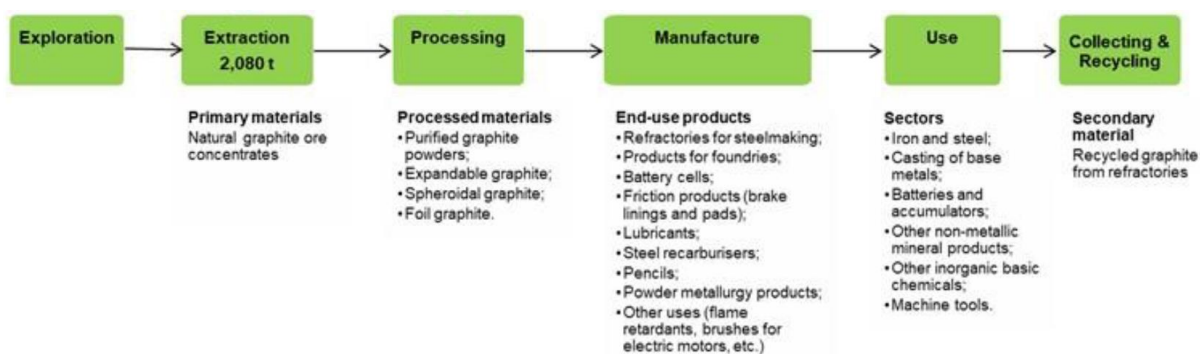
Tabell 4 Försteförfattarens organisationstillhörighet (land) i artiklar om naturlig grafit.

Land	Andel (%)	Land	Andel (%)
Kina	33	Australien	1
Sydkorea	9	Brasilien	1
Indien	8	Etiopien	1
Tyskland	6	Finland	1
Japan	5	Iran	1
Indonesien	4	JRC/EU (Italien)	1
Sri Lanka	4	Norge	1
USA	4	Polen	1
Kanada	3	Portugal	1
Frankrike	2	Schweiz	1
Italien	2	Spanien	1
Ryssland	2	Sverige	1
Storbritannien	2	Ukraina	1
Tjeckien	2	Österrike	1

Källa: Vår analys av sökresultat från Google Scholar.

Som framgick av de två första styckena i detta avsnitt fokuserar både utredningen och LTU-forskarnas rapport helt på råmaterialen. Ingen av dessa värdekedjor inkluderar således förädling och användning av dem, vilket emellertid den förenklade värdekedjan för naturlig grafit i Figur 3 gör.

Figur 3 Förenklad värdekedja för naturlig grafit enligt Kommissionen.

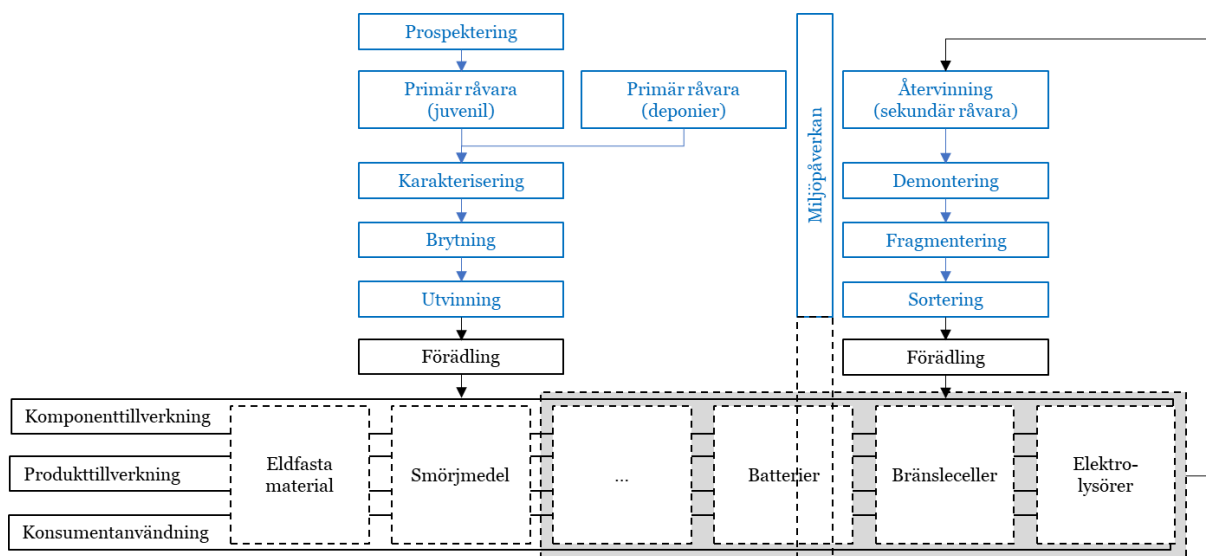


Källa: "Study on the EU's list of Critical Raw Materials, Factsheets on Critical Raw Materials", Europeiska kommissionen, 2020.

²⁶ Sökningen i Google Scholar gjord 2023-02-20 avsåg artiklar publicerade 2020 eller senare med orden "natural graphite" men *inte* "graphene" i titeln. Sökningen gav drygt 1 400 träffar, varav de 100 första (som var sorterade efter relevans) analyserades med avseende på publikationernas försteförfattarens organisationstillhörighet (land).

Att döma av dokumentstudier och intervjuer förefaller även denna värdekedja vara lite väl grovhuggen för detta uppdrags syften, varför vi föreslår det lite mer utvecklade värdekedjeperspektivet i Figur 4. Vi har i denna figur i blått markerat den värdekedja som LTU-forskarna uppger att LTU tillsammans med andra svenska FoU-utförare täcker in med sin forskning: prospektering, malmkaraktärisering, brytning, utvinning, återvinning och miljöpåverkan. Det ska dock noteras att LTU-forskarna inte hävdar att svenska FoU-utförare bedriver FoI specifikt om naturlig grafit längs hela denna värdekedja; de skriver om forskning om de innovationskritiska metaller och mineral som de har valt att studera (jmf. fotnot 20). Vid det andra referensgruppsmötet påpekades att det också finns flera steg inom komponent- och produkttillverkning (egna ”värdekedjor”). ”Upplösningen” i termer av värdekedjesteg är således högre i de blå delarna än i de svarta.

Figur 4 Ett alternativt värdekedjeperspektiv på naturlig grafit.²⁷



Källa: Vår analys.

Utöver redan pågående forskning finns det flera nya svenska initiativ som i närtid kommer att tillföra de blå delarna av värdekedjan ytterligare forskningsresurser.

Det första initiativet utgörs av flera förslag i den tidigare nämnda utredningen. Utredningen föreslår bland annat:

- ”uppbyggnad av ett svenskt forskningscentrum för innovationskritiska metaller och mineral med fokus på primär och sekundär utvinning och anrikning samt med uppgift att arbeta med kunskapsspridning och expertutlåtanden till primärt Sveriges geologiska undersökning [SGU]. Uppskattad investering 50 miljoner kronor per år”
- ”förstärkning av SGU:s sektorsforskningsstöd med riktade medel till forskning kring innovationskritiska metaller och mineral. Dagens 6 miljoner kronor per år bör höjas stegvis till 30 miljoner kronor per år varav åtminstone 10 miljoner kronor bör gå till en forskarskola för innovationskritiska metaller och mineral som primärt finansierar doktorander”

Utredningen menar att ”[e]n naturlig plats för detta forskningscentrum är Luleå Tekniska Universitet”.²⁸

Det andra initiativet är en utlysning från Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) av ett Multidisciplinary Research Center om “Strategic Metals and Minerals (MetMin)” som ska fokusera på

²⁷ De användningsområden som anges i figuren är endast exempel (ytterligare ett antal potentiella användningsområden framgår under ”Manufacture” i Figur 3). Anledningen till att de två första användningsområdena i figuren inte ingår i återvinningskedjan är att grafit i sådana tillämpningar i hög grad konsumeras under användandet.

²⁸ SOU 2022:56, op. cit.

prospektering och processutveckling av innovationskritiska metaller och mineral. Stiftelsen lyser ut 60 miljoner kronor under sex år. Ansökningar ska inkomma senast 2023-05-11.²⁹

Det tredje initiativet är en utlysning från Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (MISTRA) av ett forskningsprogram om "Safe and sustainable access to innovation-critical raw materials" som ska behandla miljöstrategiska frågor om prospektering, utvinning, förädling och återvinning av innovationskritiska metaller och mineral ur ett systemperspektiv, inklusive intressekonflikter. Stiftelsen lyser ut 20 miljoner kronor under fyra år (med en vagt formulerad möjlighet till fortsatt finansiering). Ansökningar ska inkomma senast 2023-05-10.³⁰

Det fjärde initiativet är projektet "Vägval för metaller och mineral" som under 2023–24 drivs av Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA). Projektet ska:³¹

- Beskriva förutsättningar och villkor för en uthållig tillgång på metaller och mineral i Europa
- Analysera möjligheter och hinder för att på ett hållbart sätt säkerställa tillgången till metaller och mineral för den gröna omställningen
- Presentera konkreta förslag och rekommendationer till politiker och andra beslutsfattare i Sverige och EU

Huvuddelen av arbetet bedrivs i tre arbetsgrupper:

- Utvinning som fokuserar på primär och sekundär utvinning, det vill säga ur gruvor och gruvavfall
- Cirkulära flöden som arbetar med cirkulära material- och produktflöden med fokus på strategiska metaller
- Samhälle där den centrala frågeställningen är hinder och målkonflikter förknippade med hela värdekedjan kring metaller och mineral

I motsats till de tre första initiativen torde IVAs projekt knappast skapa några ytterligare forskningsresurser (utom möjligen långsiktigt genom att IVA har ett *track record* av att framgångsrikt påverka svensk FoI-politik).

Enligt uppgift finns ingen tydlig koppling mellan utredningen och de två utlysningarna, men det förefaller inte osannolikt att stiftelserna har inspirerats av utredningen (som överlämnades 2022-10-31, alltså 2–3 månader innan utlysningarna tillkännagavs, nämligen 2023-01-10 respektive 2023-02-02). Dock verkar de två stiftelserna ha koordinerat sig sinsemellan (de refererar till varandra utlysningar på sina respektive hemsidor). Däremot uppges det kunna finnas en risk för att stiftelsernas utlysningar bidrar till att utredningens förslag om uppbyggnad av forskningscentrum och förstärkning av SGUs sektorsforskningsstöd inte implementeras, eller implementeras med lägre ambitionsnivå. Även om så i värsta fall skulle ske, kommer de blå delarna av värdekedjan att bli föremål för mer omfattande forskning under de närmaste åren. Enligt uppgift arbetar LTU-forskare med ansökningar till både SSF och MISTRA.

Ämnesmässigt betydligt bredare, men också avsevärt mycket större, är Wallenberg Initiative Material Science for Sustainability (WISE) som under perioden 2022–33 stöds med 2,7 miljarder kronor. WISE fokuserar på hållbarhet och stödjer främst grundforskning inom fyra områden:³²

- Omvandling, lagring och distribution av ren energi
- Cirkulära material som ersätter sällsynta, energikrävande och farliga material
- Begränsning, rengöring och skydd av atmosfär, jord och vatten
- Upptäckt av material för nya hållbara teknologier

Helt återvinningsbara batterier anges som ett exempel på innovativa material som kan komma ifråga. Delar av verksamheten inom WISE kan således tänkas handla om grafit, men med tanke på initiativets

²⁹ "SSF Multidisciplinary Research Center Provision of Strategic Metals and Minerals (MetMin)", SSF, 2023-01-10.

³⁰ "Safe and sustainable access to innovation-critical raw materials", MISTRA, 2023-02-02.

³¹ "Vägval för metaller och mineral", <https://www.iva.se/projekt/vagval-for-metaller-och-mineral/>, läst 2023-02-13.

³² "Materials science for a sustainable world – SEK 3 billion to new research initiatives", <https://kaw.wallenberg.org/en/materials-science-sustainable-world>, läst 2023-03-01.

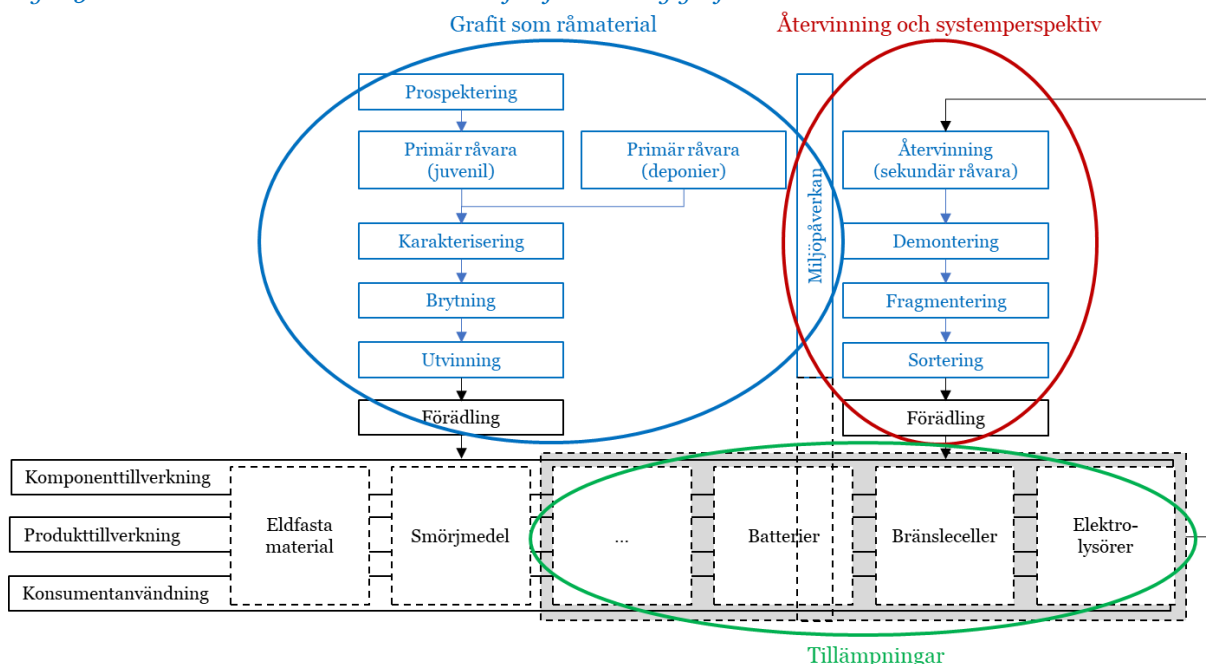
storlek kan även mindre delar (relativt sett) komma att bli av avsevärd omfattning i absoluta termer. WISE leds av LIU, men flera svenska lärosäten medverkar, inklusive LTU; endast forskare från medverkande lärosäten har rätt att ansöka om stöd.

4.2 Behov av FoI

De blå delarna i Figur 4 förefaller alltså redan vara föremål för förhållandevis omfattande forskning, såväl vid LTU som vid andra lärosäten i Sverige (och i många andra länder). Dessutom kommer flera pågående initiativ i Sverige att i närtid tillföra de blå delarna ytterligare forskningsresurser. De fyra initiativen i föregående avsnitt fokuserar alltså på prospektering, utvinning, förädling och återvinning av innovationskritiska metaller och mineral i bred mening, och handlar således endast grafit som ett av flera innovationskritiska material. Detta indikerar likväl att ett nytt forskningscentrum om grafit kanske inte bör fokusera på samma delar av värdekedjan för att undvika alltför uppenbara överlapp och för att identifiera en egen unik inriktning.

Våra dokumentstudier och intervjuer tyder på att det förefaller finnas FoI-behov som grovt sett kan hänföras till tre olika delar av värdekedjan, se Figur 5. Vår bedömning är att de delar av värdekedjan som handlar om grafit som råmaterial (blå ellips i Figur 5, se avsnitt 4.2.1 nedan) samt om återvinning och systemperspektiv (röd ellips; avsnitt 4.2.3) redan är, eller i närtid kommer att vara, föremål för omfattande FoI-insatser, medan FoI relaterad till olika tillämpningar (grön ellips; avsnitt 4.2.2) skulle kunna vara tillräckligt särskiljande från andra satsningar för att utgöra grunden för ett nytt forskningscentrum. Våra dokumentstudier och intervjuer tyder på att det finns betydande otillfredsställda FoI-behov relaterade till tillämpningar. Med ett fokus på tillämpningar bör det också finnas fler potentiella affärsmöjligheter än inom de blå delarna av värdekedjan (blå och röda ellips); dessutom torde ett sådant fokus vara av intresse för fler företag.

Figur 5 FoI-behov i olika delar av värdekedjan för naturlig grafit.



Källa: Vår analys.

De intervjuade forskarna argumenterar för att det vore problematiskt att använda begreppet "grafitforskning" för att referera till tillämpningsinriktad FoI för att realisera affärsmöjligheter för grafit. FoI inriktad mot olika tillämpningar torde inte ha tillräckligt mycket gemensamt för att kunna betraktas som en sammanhållen forskningsdisciplin – och några intervjupersoner ifrågasätter om det ens finns forskare som kallar sig för "grafitforskare". Fråga 5a framstår därför som mindre relevant, vilket är bakgrunden till att vi vid en avstämning med LNAB 2023-02-20 kom överens om att istället fokusera

på fråga 5b om vilka ”vita fläckar” som om de beforskades skulle kunna bidra till att skapa affärsmöjligheter i norra Sverige.

Att vi – baserat på dokumentstudier och intervjuer – förordar ett fokus på tillämpningsrelaterad FoI innebär inte att det inte behövs ytterligare FoI-insatser om grafit som råmaterial samt om återvinning och systemperspektiv. Däremot ser vi en betydande risk för att ett forskningscentrum med fokus på grafit som råmaterial och/eller återvinning och systemperspektiv skulle bli marginaliserat av större samtida satsningar och därmed inte skulle få den tydliga egna profilen (*unique selling point, USP*) som torde vara en förutsättning för framgång. Om forskningscentrumet däremot skulle komplettera de i slutet av föregående avsnitt nya svenska initiativen skulle förutsättningarna vara goda för att dessa initiativ skulle stärka centrumet – och rimligen vice versa.

Flera intervjupersoner argumenterar för det viktiga i att ”hålla ihop” värdekedjan, såväl i näringslivet som när det gäller FoU-utförare. Det är därför önskvärt att det finns företag som är aktiva i alla delar av värdekedjan och på motsvarande sätt att det finns FoI-verksamhet inom alla delar av den. En del av denna argumentation bygger på att utmaningar nära kommersiell tillämpning (hög tekniskmognadsnivå) i vissa fall kan lösas med hjälp av insatser från underleverantörer, i andra fall av forskare vid lärosäten som bedriver grundläggande forskning (låg tekniskmognadsnivå) eller av forskare vid institut som bedriver tillämpad FoI (mellanliggande tekniskmognadsnivå). Det finns således här en ömsesidighet mellan företags behov av lösningar och FoU-utförarens önskan att få nya, intressanta forskningsfrågor att ta sig an. Dessa tankegångar talar också för att ett forskningscentrum bör sträva efter att komplettera befintliga och kommande FoI-satsningar snarare än att försöka förstärka (eller konkurrera) med dem.

4.2.1 Grafit som råmaterial

Ur intervjuer och dokumentstudier framkommer följande FoI-behov avseende grafit som råmaterial (blå ellips i Figur 5):

- Primär och sekundär utvinning och anrikning av innovationskritiska metaller och mineral³³
- Grundläggande forskning inom delar av värdekedjorna för sällsynta jordartsmetaller, kobolt och grafit³⁴
- Framställning av högren grafit från finkornig grafit³⁵
- Framställning av grafen från finkornig grafit³⁶
- Materialutveckling, inkl. av finkorniga restprodukter (<2 mikrometer) från anodproduktion, för att öka förädlingsvärdet
- Eliminering av hälsovådliga ämnen (exv. fluorvätesyra, HF) i lakning
- Kvalitetskontroll on-line i *shaping*-processen av grafitkorn

4.2.2 Tillämpningar

De flesta intervjuade argumenterar för att det torde finnas många obeforskade FoI-frågor relaterade till specifika tillämpningar (grön ellips i Figur 5), bland andra:

- Anpassning av juvenil grafit för specifika produkter, exempelvis batterier och bipolära plattor till elektrolysörer och bränsleceller, vilket skulle kunna innefatta:
 - Optimering av grafitkornens geometri och storleksfördelning
 - Ytbehandling/beläggning av grafitkornen, företrädesvis med substanser som inte är petroleumbaserade
 - Inblandning av syntetisk grafit, kisel och/eller grafen
 - Blandning av grafit och kimirök (för bipolära plattor i elektrolysörer)

³³ SOU 2022:56, op. cit.

³⁴ SOU 2022:56, op. cit.

³⁵ Wanhainen och Martinsson, op. cit.

³⁶ Talga har teknik för att framställa grafen ur grafit men har valt att fokusera på grafit till batterianoder eftersom efterfrågan på grafen är så låg. De som arbetar med FoI för tillämpning av grafen menar å sin sida att det saknas leverantörer av grafen.

- Anpassning av återvunnen grafit för specifika tillämpningar
- Utveckling av optimeringstekniker för att minimera miljöpåverkan
- Tillverknings teknik och automation för batterier (även med annan kemi än litium-jon) och komponenter till bränsleceller och elektrolysörer

4.2.3 Återvinning och systemperspektiv

Ur intervjuer och dokumentstudier framkommer följande FoI-behov avseende återvinning och systemperspektiv (röd ellips i Figur 5):

- Systembetraktelser avseende hållbarhet (hög grafithalt, korta transporter, billig förnybar energi, vertikal integration, etc.), livscykelanalys (LCA) och *design for recycling*
- Systembetraktelser av leveranskedjor, inklusive spårbarhet
- Separation av anoder från övriga material, följd av rening och koncentration av grafit (för användning i batterier och bipolära plattor till elektrolysörer och bränsleceller, eller i andra tillämpningar)

Vid referensgruppens andra möte påpekades att det för batterier ännu inte är fråga om några stora materialflöden som ska återvinnas, vilket innebär att det kommersiella intresset än så länge är högst begränsat eftersom återvinning inte är lönsam. Att återvinna batterier i större skala kommer naturligtvis att bli nödvändigt (och förmodligen lönsamt) framgent, men i vissa fall är det redan nu väsentligt att kunna visa att det är tekniskt möjligt.

5 Potentiella affärsmöjligheter i Norrbotten

Utifrån våra intervjuer och dokumentstudier förefaller det sannolikt att ett forskningscentrum som fokuserar på grafitillämpningar skulle kunna bidra till att skapa affärsmöjligheter för företag som producerar komponenter (inklusive halvfabrikat) och företag som använder komponenter för att tillverka produkter (jmf. den gröna ellipsen i Figur 5). Utöver nedan nämnda affärsmöjligheter bör företag som exploaterar dessa i sin tur skapa affärsmöjligheter för utrustnings-, komponent- och serviceleverantörer i regionen.

Komponenter (inklusive halvfabrikat):

- Tillverkare av anodmaterial till batterier (exv. Talga)
- Tillverkare av ”grön” grafitpressmassa för bipolära plattor med lågt CO₂-avtryck baserad på naturlig grafit och skogsråvarubaserad polymermatris
- Tillverkare av bipolära plattor till bränsleceller och elektrolysörer (exv. Scandinavian Scalable Advanced Composites (SSAC) i Piteå)
- Tillverkare av grafit från skogsråvara (*hard carbon*) (exv. StoraEnso i Finland)

Produkter:

- Tillverkare av litium-jon-batterier (exv. Northvolt)
- Tillverkare av andra slags batterier
- Tillverkare av elektrolysörer
- Tillverkare av bränsleceller

Ovan namngivna företag är endast exempel; andra företag och entreprenörer vill förhoppningsvis också exploatera dessa affärsmöjligheter.

6 Etablering av ett forskningscentrum i Norrbotten

I kapitel 2–5 har vi konstaterat att det förefaller finnas gynnsamma globala och regionala förutsättningar för att etablera ett forskningscentrum med fokus på tillämpningsrelaterad FoI om grafit; sammanfattningsvis:

- Mycket snabbt ökande global efterfrågan på naturlig grafit som det kommer att vara omöjligt för befintliga leverantörer att till fullo tillfredsställa
- Starka politiska drivkrafter på EU-nivå och i Sverige att öka oberoendet och att öka utvinning och produktion inom EU av grafit (och andra strategiska råmaterial)
- Omfattande, konkurrenskraftiga och hållbara svenska grafitfyndigheter
- Företag i norra Sverige (och annorstädes) som ser grafitrelaterade affärsmöjligheter
- Befintlig forskning vid svenska lärosäten om innovationskritiska metaller och mineral
- Nya svenska initiativ som i närtid kommer att tillföra ytterligare finansiering till svenska lärosäten för forskning om innovationskritiska metaller och mineral
- Begynnande tillämpningsinriktad FoI om naturlig grafit vid svenska institut
- Efterfrågan på tillämpningsinriktad FoI om naturlig grafit för att realisera affärsmöjligheter

Med dessa konstateranden som utgångspunkt tar vi oss i de följande avsnitten an frågorna 6b–f i tur och ordning.

6.1 Vilka förutsättningar behöver finnas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?

Vi ser fem ytterligare regionala förutsättningar för att med framgång etablera ett forskningscentrum i Norrbotten: intresserade företag, stödjande offentliga aktörer, finansiering, kompetenta medarbetare och att centrumet ger mervärden för, och i förhållande till, befintliga FoU-utförare.

Den mest grundläggande förutsättningen är att det finns **företag med tillräckligt stort intresse för vad ett forskningscentrum skulle kunna erbjuda dem för att de ska vara beredda att långsiktigt stödja centrumet finansiellt**. Det kan till en början vara rimligt att fokusera på en kombination av stora och små företag som redan är verksamma i Norr- och Västerbotten, företag som skulle kunna tänkas vilja etablera sig i regionerna, företag som ser ett egenvärde i att ha svenska/europeiska leverantörer, och entreprenörer. I ett längre perspektiv tror vi emellertid att det vore klokt att inte ha någon geografisk begränsning alls. Företagen bör idealt vara inriktade mot olika tillämpningar och olika delar av värdekedjorna, så att de inte konkurrerar alltför mycket med varandra.

En annan väsentlig förutsättning är att **regionerna (Norr- och Västerbotten) och kommunerna har ett genuint intresse av att både ”moraliskt” och finansiellt stödja centrumet**, åtminstone under etableringsfasen.

Givet att dessa två förutsättningar föreligger är naturligtvis tillgång till **tillräcklig finansiering** fundamental. Vi menar att det är praktiskt att tänka i termer av tre olika slags behov:

- Finansiering av centrumets etablering (engångskostnader)
- Finansiering av centrumets löpande basverksamhet (årliga kostnader för ledning och administration, forskare (del av personalkostnader), resurser för strategiska teknikprojekt, hyra, avskrivning av utrustning etc.)
- Finansiering av centrumets FoI-projekt (projektbundna kostnader, inklusive den del av personalkostnaderna för forskare som inte ingår i basverksamheten)

Finansiering av FoI-projekt hör inte hemma i samma kategori som finansiering för etablering och basverksamhet, eftersom centrumets forskare på sedvanligt manér förutsätts ansöka om stöd till sina FoI-projekt från FoI-finansiärer (i första hand offentliga, men också privata). Detta förutsätter emellertid att det i basverksamheten ingår resurser för att initiera strategiska teknikprojekt, exempelvis för nya grafitillämpningar i tidiga skeden. Utöver strategiska teknikprojekt och FoI-projekt förväntas centrumet naturligtvis också genomföra kommersiella uppdrag som kan generera en viss vinst att återinvestera i verksamheten.

Tillgång till **personer med relevant kompetens** att rekrytera (ledning, forskare, affärsutvecklare etc.).

Såväl i regionerna som i landet i övrigt bedriver lärosäten och institut FoI som är av relevans för den i avsnitt 4.2 föreslagna FoI-inriktningen. Detta innebär också att det föreligger en risk för överlapp mellan centrumets och befintliga FoU-utförare verksamheter som knappast skulle vara till gagn för någon. Det är således mycket viktigt att centrumet får ett fokus som innebär **tydliga mervärden för såväl företag som befintliga FoU-utförare**.

6.2 Vem skulle kunna vara huvudman för ett forskningscentrum i Norrbotten?

Det är en absolut framgångsförutsättning att **forskningscentrumet är uttalat näringslivsinriktat** och att dess medarbetare verkligen förstår företagets behov och drivkrafter. Detta skulle sannolikt underlättas om även centrumets huvudman är näringslivsinriktad (men det kanske inte är en absolut nödvändighet). En annan viktig framgångsförutsättning är att centrumet har en **tydlig koppling till den akademiska världen** och i synnerhet LTU, dels för att kunna koordinera sig med och dra nytta av den akademiska forskningen, dels för att säkra långsiktig tillgång till kompetens (professorer och andra seniora forskare), utrustning och humankapital (civilingenjörer, licentiater och doktorer att rekrytera). LTUs seniora forskare bör kunna se värden i att få hjälp att nyttiggöra sin forskning, att få hjälp att exploatera sina patent, att få uppslag till nya forskningsfrågor och att få se sina forna adepter aktiva i regionerna.

När det gäller organisatorisk lösning ser vi följande alternativ:

- Centrumbildning inom LTU
- Dotterbolag ägt av en (eller möjligen flera) deltagande FoU-utförare
- Ny enhet inom Swerim
- Ny enhet inom RISE

LTUs kompetensområden matchar den i avsnitt 4.2 föreslagna FoI-inriktningen och de i kapitel 5 förutsedda affärsmöjligheterna bra, men ett lärosäte har knappast de rätta förutsättningarna för – och för den delen intresse av – att arbeta så näringslivsinriktat och tillämpningsnära som torde vara nödvändigt för framgång. Däremot bör LTU som sagt absolut vara aktivt engagerat i centrumet, vilket kan åstadkommas genom representation i centrumets styrelse, styrgrupp och/eller i rådgivande organ (beroende på organisatorisk lösning).

Ett nybildat dotterbolag skulle kunna underlätta byggande av ett tydligt varumärke, men det skulle sannolikt också behöva förhållandevis lång tid för att etableras. Ett nybildat bolag startar från ruta ett avseende personal, kompetens, varumärke, utrustning med mera och har dessutom en konstant utmaning med likviditeten som kan vara begränsande. Vilken eller vilka FoU-utförare som skulle äga bolaget skulle kunna bli en knepig fråga, och det finns därtill en risk att bolaget skulle komma att rekrytera personal från befintliga FoU-utförare, vilket vore suboptimalt.

Matchningen mellan å ena sidan Swerims kompetensområden och å andra sidan den föreslagna FoI-inriktningen och de förutsedda affärsmöjligheterna är inte påfallande god, varför vi bedömer att alternativet med en ny enhet inom Swerim inte skulle vara den bästa lösningen.

RISE är däremot både näringslivsinriktat och har kompetens som relativt väl matchar den föreslagna FoI-inriktningen och de förutsedda affärsmöjligheterna. Dessutom bedriver RISE enhet i Piteå redan viss tillämpningsinriktad FoI om grafit, medan andra enheter inom RISE-koncernen bedriver FoI och har utrustning som skulle kunna understödja en ny enhet inom RISE. En sådan enhet, sannolikt mest logiskt lokaliserad i Piteå för att kunna ta del av befintlig kompetens, utrustning och administration, framstår därmed som den mest attraktiva lösningen (även om en nyetablering i Luleå inte helt bör uteslutas).

Oavsett organisatorisk lösning bör centrumet ha som uttalad ambition att koordinera andra FoU-utförare FoI längs hela värdekedjan (med all respekt för att centrumet skulle ha mycket begränsade möjligheter att få någon aktör att ändra inriktning; koordineringen torde behöva handla om att i positiv anda åstadkomma "win-win"-projekt).

6.3 Vilka steg behöver tas för att etablera ett forskningscentrum i Norrbotten?

Denna förstudie har haft i uppdrag att undersöka om det kan finnas förutsättningar för att etablera ett grafitforskningscentrum i Norrbotten. Vi inledde detta kapitel med att konstatera att det förefaller finnas gynnsamma förutsättningar för att etablera ett sådant centrum, vilket i sin tur innebär att vi förordar att LNAB tar nästa steg. Vi förordar följande tre steg:

1. Egna sonderingar av LNAB
2. Utveckling av en strategi för regional utveckling baserad på värdekedjan för naturlig grafit, inklusive etableringsplan för ett grafitforskningscentrum
3. Etablering av ett grafitforskningscentrum

Avsikten med **steg 1** är att LNAB genom egna direktkontakter ska övertyga sig självt om att det finns tillräckligt intresse (eller inte) hos regioner, kommuner och alternativa huvudmän av att medverka i och (del)finansiera de kommande stegen för att det ska vara meningsfullt att initiera steg 2. Vi tänker oss en mindre insats bestående av bilaterala samtal med ett fåtal nyckelpersoner för att få en känsla för om de är intresserade av att bidra i steg 2.

Steg 2 bygger på erfarenheter från etableringen av RISE ICE år 2011, som tyder på att en gemensamt utvecklad regional strategi förmodligen skulle underlätta etableringen av ett grafitforskningscentrum, eftersom en gemensam interaktiv process skulle innebära att planerna efterhand förankras hos de centrala aktörerna (företag, regioner, kommuner och FoU-utförare). En sådan strategi skulle kunna utgöra en bilaga till Norrbottens regionala innovationsstrategi (RIS) och ses som en del av genomförandet av den regionala utvecklingsstrategin (RUS). I RIS nämns bland annat vikten av att bygga på befintliga styrkor inom gruvdrift och skogsbruk, samt därtill relaterad förädling och teknik för att skapa nya affärs- och jobbmöjligheter. Framtida konkurrenskraft kan också skapas genom vidareförädling av råvaror, produktutveckling och kompetensutveckling, vilket ett grafitforskningscentrum med tillämpningsnära inriktning skulle ha goda förutsättningar att bidra till.

Arbetet med att utveckla en regional strategi med tillhörande etableringsplan bör omfatta att:

- Utröna grad av intresse, och i möjligaste mån säkra åtaganden, från regioner och kommuner att "moraliskt" och finansiellt stödja centrumet (mer grundliga efterforskningar än vad LNAB har gjort i steg 1)
- Utröna grad av intresse, och i möjligaste mån säkra åtaganden, från möjliga huvudmän att axla rollen som huvudman för centrumet, inklusive hur det ska komplettera och konstruktivt samverka med näraliggande FoU-utförarens befintliga verksamheter (mer grundliga efterforskningar än vad LNAB har gjort i steg 1)
- Utröna grad av intresse, och i möjligaste mån säkra åtaganden, från företag att långsiktigt samverka med och finansiellt stödja centrumet (se avsnitt 6.1)
- Utröna grad av intresse från andra FoU-utförare i Sverige och Norden av att samarbeta med centrumet
- Utröna huruvida den i avsnitt 4.2 föreslagna tillämpningsnära FoI-inriktningen är väl vald eller bör modifieras
- Utröna huruvida fokus specifikt på grafit är tillräckligt brett eller om fokus bör breddas till fler innovationskritiska metaller och mineral
- Utforska och kartlägga möjliga finansieringskällor för etablering, löpande basverksamhet och FoI-projekt (se avsnitt 6.4)
- Utredda för- och nackdelar med alternativa huvudmän och organisationsformer samt ge förslag på föredragen huvudman och organisationsform
- Utveckla en detaljerad etableringsplan för ett grafitforskningscentrum

Steg 3 innefattar implementering av etableringsplanen.

6.4 Hur skulle dessa steg kunna finansieras?

För att leda utvecklingen av en högkvalitativ regional strategi och en detaljerad etableringsplan som båda är väl förankrade hos de centrala aktörerna (inklusive att ansvara för att författa och redigera dokumenten) bedömer vi att steg 2 bör ha en budget om minst 1,5 miljoner kronor exkl. moms. Detta

bedömer vi är en miniminivå; en större budget möjliggör förstås en mer ambitiös ansats som innebär att strategin kan förankras bredare och att etableringsplanen kan göras mer genomarbetad.

Exempel på finansiärer som skulle kunna vara aktuella:

- Utveckling av regional strategi och etableringsplan (steg 2): regioner, kommuner, Tillväxtverket/strukturfonder, Längmanska kulturfonden
- Etablering (steg 3): regioner, kommuner, Tillväxtverket/strukturfonder, Längmanska kulturfonden
- Basverksamhet: regioner, kommuner, regeringen³⁷, SK-medel³⁸, medlemskapsavgifter för deltagande företag
- FoI-projekt: Energimyndigheten, Vinnova, SSF, MISTRA, Kommissionen/Horisont Europa, Kempestiftelserna, Torsten Söderbergs Stiftelse

6.5 Vem skulle kunna ansvara för dessa steg?

LNAB föreslås självt genomföra steg 1.

Förutsättningarna för att den regionala strategin och etableringsplanen ska få solid regional förankring skulle sannolikt avsevärt förbättras om den ansvariga organisationen för steg 2 har ett regionalt mandat, även om en konsult förslagsvis upphandlas för merparten av genomförandet. Således skulle exempelvis Region Norrbotten kunna vara ansvarig, eventuellt tillsammans med ytterligare någon regional aktör och kanske LNAB.

Utsedd huvudman ansvarar rimligen för steg 3.

³⁷ Exempelvis genom att i forskningspropositionen 2024 bifalla förslagen i utredningen "En tryggad försörjning av metaller och mineral".

³⁸ Endast aktuellt med institut som huvudman. Strategiska kompetensmedel (SK-medel) är benämningen på institutens basfinansiering från staten.

Bilaga A Referensgrupp och intervjupersoner

A.1. Referensgrupp

Göran Carlsson	
Jari Kinaret	CTH
Mikael Larsson	Swerim
Göran Lindbergh	KTH
Per-Erik Lindvall	Talga AB
Tina Magito	LNAB
David Mattsson	RISE
Camilla Sehlin	LNAB
Pär Weihed	LTU

A.2. Intervjupersoner

Leif Asp	CTH
Samuel Lara Avila	CTH
Anders Granberg	Talga AB
Pär Jonsén	LKAB Minerals
Jari Kinaret	CTH
Mikael Larsson	Swerim
Göran Lindbergh	KTH
Jakob Lindvall	Swedish Incubators & Science Parks
Per-Erik Lindvall	Talga AB
David Mattsson	RISE
Anna Motta	Talga Group
Mikael Nordlander	Vattenfall
Martin Phillips	Talga Europe & Talga AB
Stefan Sandberg	Talga AB
Lena Segerlund	Invest in Norrbotten
Pär Weihed	LTU
Maciej Wysocki	RISE

