

1. Expertgruppen för hållbara mineral- och metall- flöden föreslår

Tillgång till Innovations Kritiska Metaller (IKM) är en förutsättning för ett mer hållbart samhälle, omfattande elektrifiering, generering av förnybar energi samt effektiv material-användning. Sverige och EU är idag nästan helt beroende av import av IKM och saknar även resurser att konvertera avfall innehållande IKM till nya produkter. Sverige har förutsättningar för att bli ett föregångsland inom området.

1.1 Förslag på kort sikt

- Gruppen föreslår en översyn av all lagstiftning som berör avfall, avfallstransport, etc. som berör kritiska eller strategiska mineral och metaller ur ett innovations-perspektiv och att det i denna översyn måste ingå att göra relevanta avvägningar mellan ekonomi, försörjnings-trygghet, stimulans av återvinning och återbruk och miljö i enlighet med energi/miljö-politikens mål.
- Gruppen föreslår att SGU bör få ett utökat uppdrag att systematiskt kartera även gruvavfall som en del i deras kartläggningsarbeten och att Naturvårdsverket får i uppdrag att systematiskt kartera annat avfall med metallinnehåll. Det bör inte vara tillfälliga medel utan permanent resurstillskott till basanslaget.
- Gruppen förslår att flödet av samtliga innovationskritiska mineral och metaller i samhället karteras från prospektering och gruvdrift till förekomsten av metaller i produktledet, dvs över hela försörjningskedjan, härvid för särskild vikt läggas vid produkternas end-of life samt på behov hos, och mottagarkapacitet i, tillverkningsindustrin
- Gruppen föreslår att det avsätts resurser för att undersöka hur svenska aktörer bäst kan delta aktivt i arbetet kring metallstandarder på EU-nivå, hur lämplig kompetens för offentlig mottagarkapacitet kan byggas upp i det offentliga samt hur överenskomna standarder kan implementeras i en svensk kontext.
- Gruppen föreslår att det tillskjuts medel för att aktivera Sverige på den internationella cirkulära arean. Med den starka tekniska och kommersiella position svensk gruv- och metallnärings har finns alla möjligheter att ta ledande position i skapandet hållbara cirkulära eko-system. Detta kräver dock både politiskt och vetenskapligt engagemang i internationell utveckling av regler, standarder, lag-stiftning, affärsekosystem och tekniska lösningar
- Gruppen föreslår en översyn över myndighetsstrukturen på mineral, metall- och materialområdena så att såväl produktion samt produkter (innovationskritiskt produktinnehåll), återvinning och återbruk tillsammans med förekommande mål-konflikter beaktas.

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

- Gruppen föreslår att en materialdeklaration motsvarande energideklarationen där en produkts innehåll av kritiska material synliggörs utreds dock med hänsyns-tagande till EU:s cirkulära färdplan och företagens administrativa böra och rimliga behov av IP.
- Gruppen föreslår att resurser avsätts för att tillse att den svenska batteristrategin och de förslag som lagts fram av Energimyndigheten, Naturvårdsverket och SGU i uppdraget om Sveriges bidrag till en hållbar batterivärdekedja genomförs med speciellt beaktande att ta vara på de svenska möjligheterna i form av fyndigheter och teknologi för förädling och återvinning.
- Gruppen rekommenderar en översyn av frågan avseende införande av kvotplikt för innovationskritiska metaller. I översynen måste man ta i beaktning tillgång på återvunna IKM inom EU och framtida EU lagstiftning på området. Särskilt måste hänsyn tas till hur kvotplikt samverkar/motverkar mål och strategier för längre livslängder och återanvändning av produkter.
- Gruppen ser skapandet av en arena där svenska aktörer kan mötas för att skapa cirkulära flöden för innovationskritiska mineral och metaller som en möjlighet att öka återvinning och resurseffektiv hantering av IKM. En arena kan vara i olika format, t ex en handelsbörs, intresseorganisation och större forskningsprogram.

1.2 Förslag i ett långsiktigt perspektiv

- Gruppen föreslår att omfattande forskningsmedel tillskjuts för en bred satsning på merutnyttjande av tidigare deponerat material och på kvalificerat återbruk.
- Gruppen föreslår vidare att omfattande forskningsmedel tillskjuts för att utveckla teknik för effektivare materialåtervinning, dvs både för hydro- och pyro-metallurgi, av metaller och mineral från sekundära och tertiära källor samt systemeffekter av denna återvinning samt att teknik utvecklas för upparbetning från avfall till produkt för alla innovationskritiska metaller.
- Gruppen föreslår att industriell utveckling av metoder som upparbetar kritiska metaller från avfallsflöden stöttas. Särskilt fokus bör ligga på att undvika sk downgrading, och utspädning samt att nyttja synergier. Härvid skall industriell uppbyggnad av nya anläggningar och test-bäddar för att sluta cirkulära flöden stöttas då sådana saknas för många metaller och ämnen.
- Gruppen föreslår att medel tillförs eller allokeras för att skapa ett fokus på utbildning, studentrekrytering och kompetensförsörjning avseende jungfruligt och sekundärt baserad framställning av innovationskritiska mineral och metaller. Satsningen bör i karaktären omfatta såväl spetskompetenser som breddande och utvecklande av befintliga kompetenser. Gruppen föreslår vidare att forskning, innovation och implementering av, sannolikt, ny teknologi

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

som signifikant reducerar eller substituerar användningen av innovationskritiska metaller och mineral befrämjas. Sådant stöd finns till del redan idag hos t ex Energi-myndigheten (drivet av energibesparingar), men behöver intensifieras.

Avsändare av denna rapport är Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden och Delegationen för cirkulär ekonomi har inte tagit ställning till rapporten på något sätt.

2. Sammanfattning

Expertgruppen för hållbara metall- och materialflöden har eftersträvat ett helhetsperspektiv och fokuserat på åtgärder som kan skapa mer hållbara materialflöden för mineraler och metaller i samhället. Inom ramen för detta har ett antal behov identifierats och ett antal förslag lämnats med effekt både på lång och kort sikt. Förslagen syftar till att öka incitament för både återvinning och funktionell återanvändning i vid mening (innefattar även t ex återvinning av tidigare deponerat material) och siktar in sig på de hinder som idag begränsar cirkulära metall- och materialflöden.

Människan använder alltmer och allt fler mineral och metaller. För hundra år sedan, en handfull metaller, idag en stor del av det periodiska systemet. Många av de mineral och metaller som tagits i anspråk under senare tid används i applikationer där stora utvecklingsinsatser för närvarande sker, inom förnybar energi, e-mobilitet och i försvarapplikationer. Dessa mineral och metaller kallas ofta för strategiska, kritiska eller innovationskritiska. De framställs sällan separat utan ofta som bi-produkter till andra mineral och metaller med mer konventionell användning. Ett av målen med föreliggande rapport är att stimulera framställning och återvinning av innovationskritiska mineral och metaller.

Från samhällets utgångspunkt används många mineral och metaller i olika typer av applikationer. Basmetaller som aluminium och koppar finns i batterier och i elektriska applikationer, zink som korrosionsskydd i t ex vindkraftverk och bly – fortfarande – i batterier i många fordon, inklusive elektriska sådana. Andra metaller som får förnyad aktualitet i t ex batteriapplikationer är nickel, kobolt, mangan och grafit. Många av dessa metaller finns både i berggrunden i Sverige, i samhället för återvinning och i olika typer av avfallsdeponier (främst gruvavfall).

All metallframställning, oavsett om det är primärproduktion (gruvdrift) eller om det är sekundärproduktion (återvinning) lyder under omfattande reglering i lagar och förordningar. En stor del av dessa lagrum är idag relaterade till Sveriges EU-medlemskap. På EU-nivå pågår fortlöpande omfattande regleringsarbete som påverkar och kommer att påverka vår förmåga att framställa och återvinna mineral och metaller.

När metaller återvinns finns flera utmaningar med många ”nya” metaller. Dels sker en minskad kvalitet i vid användning av i nya applikationer (*downgrading*), dels finns många ”nya” metaller i så små mängder per produkt att det både är tekniskt svårt att separera dem, dels blir det på det sättet olönsamt att göra så. Om kvoter med krav på återvunnet material i nya produkter skall appliceras måste kvotplikten dels ta hänsyn tillgänglighet av metallerna, dels introduceras som långsam uppbyggnad av kraven.

För att veta vad som finns i samhället kan det vara möjligt att spåra vilka metaller som används. Sådan spårbarhet måste dock bygga på fungerande teknik och stödjas av relevant reglering. Om nya produkter skall designas med återvinning och ökad resurseffektivitet i åtanke måste designen stimuleras aktivt med incitament, ske med en global utblick, ta hänsyn till företagens administrativa börda och ta hänsyn till behov av patent och varumärkesskydd (IP) samt ge tydliga incitament för nya affärsmodeller.

För att uppnå hållbara mineral- och metallflöden i samhället är utbildning, kompetensutveckling och forskning centrala. Forskningsmedel måste tillföras men parallellt

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

måste metodutveckling och pilotstudier, liksom ren industriell utveckling stödjas av samhället.

Innehållsförteckning

1. Expertgruppen för hållbara mineral- och metall-flöden föreslår	1
1.1 Förslag på kort sikt	1
1.2 Förslag i ett långsiktigt perspektiv.....	2
2. Sammanfattning.....	4
3. Introduktion.....	7
3.1 Bakgrund	7
3.2 Syfte.....	7
3.3 Avgränsningar: innovationskritiska, kritiska eller strategiska råvaror.....	8
3.4 Metod.....	11
4 Hållbara mineral- och metallflöden.....	12
4.1 Grundläggande frågeställningar.	12
4.2 Lagstiftning som påverkar möjligheten till en säkrad råvaruförsörjning i Sverige och EU	12
4.2.1 Primär- och sekundärförsörjning	12
4.2.2 Lagstiftning i Sverige: Minerallagen och mineralförordningen.....	13
4.2.3 Miljöbalken: utvinningsavfallsförordningen, miljöbedömningsför-ordningen, vattenförvaltningsförordningen.....	13
4.2.4 EU-lagstiftning som har en central påverkan på råvaruförsörjningen.....	14
4.3 Vilka metaller är viktiga som nycklar för samhällets om-ställning?.....	15
4.4 Är batterier den viktigaste frågan för Sverige?.....	17
4.6 Vilka möjliga krav kan man ställa på återvinning.....	20
4.7 Vilka krav kan man ställa på spårbarhet.....	24
4.8 Vilka viktiga metaller finns i Sverige	25
4.8 Rätt design och funktionsförsäljning	27
4.8.1 stimulera innovation och nytänkande	27
4.8.2 Vi lever i en global värld	27
4.8.3 Tydliga standarder	28
4.8.4 EU taxonomin kan vara ett hinder	29
4.8.5 Regelverk måste passa alla aktörer	29
4.8.6 Data för spårbarhet måste bli hanterbart.....	30

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

4.8.7 Design för att främja cirkuläritet	30
4.8.9 Märkning.....	31
4.8.10 Krav på kvalitet vid återvinning.	31
4.8.11 Nya affärsmodeller för råmaterial	31
4.9 Forskningsbehov: Hållbara Mineral- och Metallflöden	31
4.9.1 Nuläge	31
4.9.2 SGUs forskning.....	32
4.9.3 Forskning om materialflöden och miljöpåverkan ur ett systemperspektiv	33
4.9.4 Framtida forskningsbehov.....	33
5. Förslag	35
5.1 <i>Expertgruppen lämnar härmed följande kortsiktiga förslag</i>	35
5.1.1 Översyn av lagstiftning.....	35
5.1.2 Kartering av olika typer av avfall	36
5.1.3 Kartera användning av innovationskritiska mineral och metaller.....	36
5.1.4 Följa arbetet med metallstandarder.....	36
5.1.5 Utred en ökad aktivering av Sverige på den internationella cirkulära arenan	37
5.1.6 Genomför en översyn av myndighetsstrukturen	37
5.1.7 Materialdeklaration.....	38
5.1.8 Genomför den svenska batteristrategin	38
5.1.9 Genomför en översyn avseende kvotplikt.....	38
5.1.10 Skapa en svensk arena med internationell utblick för att stimulera cirkulära flöden	39
5.2 <i>Expertgruppen lämnar härmed följande långsiktiga förslag:</i>	39
5.2.1 Öka incitament för merutnyttjande.....	39
5.2.2 Öka forskningsmedel till relevant teknik.....	39
5.2.3 Stötta pre-industriell metodutveckling.....	40
5.2.4 Utbildning.....	40
6. Medlemmar i expertgruppen	41
Appendix 1. Ordlista	42

3. Introduktion

3.1 Bakgrund

För att Sverige skall bli klimatneutralt 2045 krävs en omfattande om-ställning av samhället. Det kräver ett minskat beroende av fossila bränslen, en grön energiomställning och ett stort antal aktiviteter syftande till en cirkulär ekonomi. För en långsiktig hållbarhet krävs en tydlig förstärkning av ett antal sektorer som förnybar energi och e-mobilitet men även försvar och säkerhet. I dessa sektorer (och andra) finns teknologier och komponenter som utgör kärnan i förnyelsen, som batterier, bränsleceller, vindkraftverk, drönare, additiv tillverkning m fl.

När dessa teknologier implementeras brett i samhället kommer en mängd hittills inte lika frekvent använda metaller som sällsynta jordartsmetaller, litium, kobolt och nickel ("innovationskritiska", "kritiska" eller "strategiska metaller", nedan "innovationskritiska mineral och metaller, IKM") att se en dramatisk efterfrågeökning. Att öka utbudet av dessa metaller har en rad utmaningar: behov av att finna nya geologiska förekomster, geografisk koncentration av kända resurser till länder med stor politisk risk eller hög miljörisk, utveckling av gruvor och förädling, regelverk och marknadsstrukturer som säkerställer tryggad och hållbar försörjning av metaller och mineral, geopolitiska faktorer, tekniska utmaningar, miljökonsekvenser, sociala och etiska frågor. Vidare finns i dagsläge en begränsad (men existerande) återvinningspotential och en begränsad kunskap om materialens fullständiga livscyklar. Samhällets försörjning av innovationskritiska metaller måste också ske på ett hållbart sätt. Återvinningen av metallerna måste också byggas in i försörjningssystemen från början.

I det hållbara samhället måste hela materialets livscykel designas så att människans negativa effekter på naturen minimeras utan att förlora vare sig tillväxt, produktivitet eller affärsnytta.

3.2 Syfte

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden (nedan "Expertgruppen") har som syfte att:

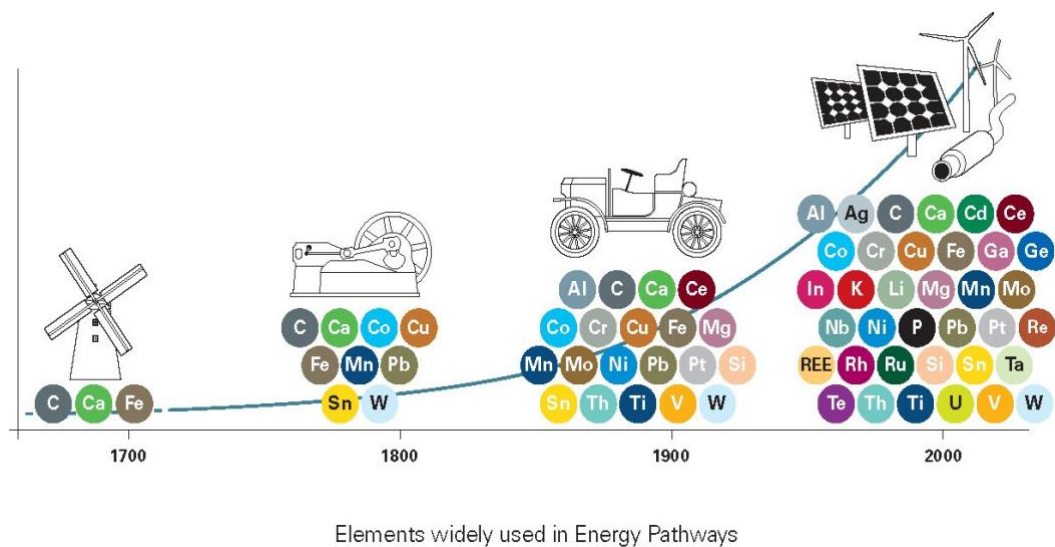
- identifiera behov och lämna förslag på insatser som ämnar stärka cirkulära metall- och materialflöden på lång och kort sikt.
- följa upp kommande och redan initierade insatser gällande cirkulära metallflöden för att analyser implementering eller föreslå förändringar när insatserna inte ger önskad effekt,
- föreslå åtgärder för att generellt öka återanvändningen av metall-innehållande produkter och andelen funktionell materialåtervinning,
- identifiera hinder som idag begränsar cirkulära metall- och material-flöden samt föreslå insatser, regeringsuppdrag eller utredningar som omhändertar dessa hinder,
- identifiera och formulera möjliga krav på användning av återvunna material och produkter vid offentlig upphandling,

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

- undersöka och ge förslag på hur standardisering kan hjälpa och bidra till att skapa en gemensam plattform mellan akademi, det offentliga och industri,
- analysera forskningsbehov och föreslå forsknings- och innovations-insatser på system- och mekanismnivå för att stärka Sveriges position i EU och globalt.
- följa pågående arbeten gällande ursprungsmärkning av metaller för att vid behov föreslå insatser som kan ge positiv effekt på implementering av märkningssystem.
- Ge förslag på styrmedel.

3.3 Avgränsningar: innovationskritiska, kritiska eller strategiska råvaror

Under 1900-talet och in i 2000-talet har mängden och volymen av metaller i samhället ökat exponentiellt, se figur 1 nedan. Flera av dessa metaller behövs idag för att framställa de avancerade produkter vi använder dagligdags men även som grund för nya innovationer i samhället. Dessa metaller benämns ofta Innovationskritiska mineral och metaller (eller IKM).



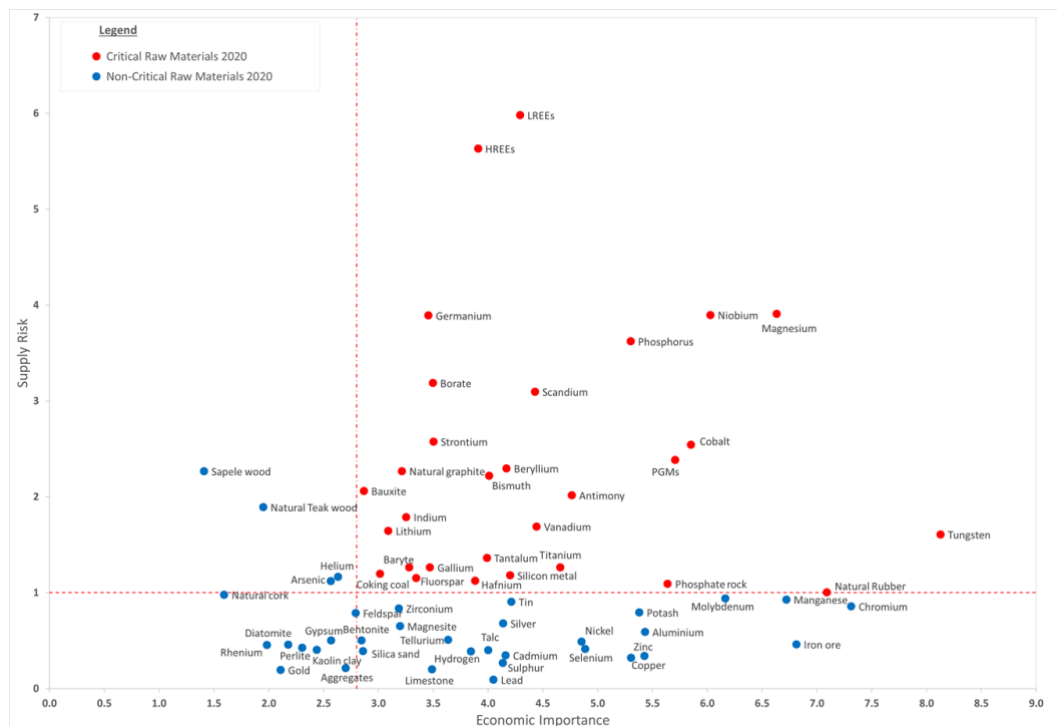
Figur 1 Samhällets ianspråktagande av metaller för energiförsörjning sedan 1700-talet; Källa: Achzet, Reller & Zepf, 2011.)¹.

Expertgruppen arbetar i första hand med de mineral och metaller som krävs för innovationer syftande till att öka samhällets långsiktiga hållbarhet. Inom ramen för EU:s diskussion i dessa frågor togs en lista på kritiska metaller fram 2011 som sedan har uppdaterats 2014, 2017 och 2020. Listan används för att kommunicera försörjningsrisk och ekonomisk betydelse enligt figur 2 nedan. De metaller som

¹ Achzet B., Reller A. and Zepf V.(2011): "Materials Critical to the Energy Industry: An Introduction" University of Augsburg; Augsburg.

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

utnämns till kritiska högre bedöms för närvarande ha större tillförselrisk och större ekonomisk betydelse för EU:s samlade ekonomi.



Figur 2 Rödmarkerade metaller och mineraler är listade av EU som innovationskritiska råvaror (Källa: EU²).

För Sverige definierar SGU³ innovationskritiska metaller och mineral ("IKM") på följande sätt: "...innovationskritiska metaller och mineral är material som är nödvändiga för utvecklingen av förnybara energikällor (vindkraft och solkraft), energilagring (batterier) och högteknologiska produkter (datorer och mobiltelefoner). Exempel på sådana metaller och mineral är indium, kobolt, de sällsynta jordartsmetallerna och grafit". SGU⁴ har även i ett tidigare regeringsuppdrag sammanställt en lista över kritiska metaller och mineral för Sverige enligt samma kriterier som EU:s lista. Den skiljer sig något från EU:s lista beroende på att Sverige har en betydande tillverkning av specialstål och hårdmetaller, en industri som kräver tillgång på speciella råvaror.

Arbetsgruppen har i allt väsentligt följt EU:s och SGU:s avgränsningar men utöver detta också diskuterat hur metaller som idag inte bedöms som kritiska enligt EU:s definition,

² EU (2020): *Study on the EU's list of Critical Raw Materials. Final Report*; Publications Office of the European Union, Luxembourg

³ SGU D.nr: 311-493/2018, Näringsdepartementets diarie-nr: N2018/01044/FÖF

⁴ SGU D.nr: 3114-1639/2013: *Uppdrag att utföra en kartläggning och analys av utvinnings- och återvinningspotential för svenska metall- och mineraltillgångar*

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

men som anses vara av strategisk betydelse för Sverige, främst järnmalm och koppar, kan framställas och återvinnas på ett så hållbart sätt som möjligt.

I ljuset av Rysslands invasion av Ukraina bör just frågan om vad som är kritiskt diskuteras något mer i detalj. Ryssland, Ukraina och Belarus, som för närvarande (2022) omfattas av sanktioner eller begränsningar i exporten av metaller, var tidigare viktiga leverantörer av metaller och andra mineral (främst kalialter) till övriga Europa. En genomlysning av effekterna av Rysslands aggression⁵ visar att försörjningen av nickel, palladium och andra av platinagruppens metaller samt vanadin kan bli problematisk. Av de nämnda metallerna är det främst nickel – som inte är en kritisk råvara enligt EU i dagsläget – som kortsiktigt påverkas. På samma sätt kan den ukrainska exporten av högvärdig järnmalm påverka europeisk stålindustri negativt och därmed även försörjningskedjor nedströms. I sammanhanget är det således värt att ta i beaktande en mängd förhållanden som relativt snabbt kan påverka huruvida en råvara är ”kritisk” eller ”strategisk”.

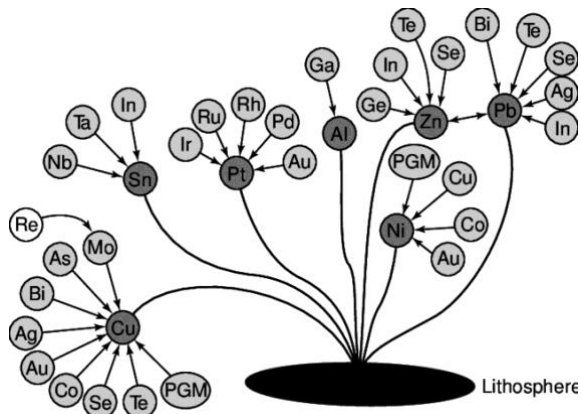
Ett annat centralt förhållande är att många innovationskritiska metaller produceras som biprodukter till andra metaller som då blir huvudprodukter. Det innebär att t ex utbudet av kobolt till stor del är beroende av utbudet på huvudprodukten koppar⁶. Ökat utbud av koppar innebär att utbudet av kobolt ökar och att ett minskat utbud på koppar minskar utbudet av kobolt. Det normala förhållande mellan utbud och efterfrågan blir således påverkat till stor del. En ökad efterfrågan av kobolt, som nu sker med en ökad användning av litium-jon batterier, innebär således inte automatiskt ett ökat utbud av kobolt annat än om det också innebär en ökad efterfrågan på koppar. Vad som är huvudprodukt eller biprodukt (engelskan är mer precis här där man talar om *main product*, *co-products* och *by-products*) är beroende på prisrelationer. Kobolt kan således komma att bli huvudprodukt om koboltpriset stiger tillräckligt mycket (och koppar blir då en biprodukt eller ”*co-product*”). För en illustration av relationen mellan huvud- och bi-produkter i metallproduktion, se figur 3 nedan.

För att ytterligare komplicera bilden föreligger olika ämnen som föroreningar i alla de tre typerna produkter. De är där i låg halt och dagens värdekedjor klarar inte att hållbart utvinna dessa ämnen. Det innebär att IKM cirkulerar okontrollerat i samhället och dessutom med stor sannolikhet kommer att spädas ut ytterligare i t ex avfallskedjan eller låsas in i användning. I takt med att tillgången minskar eller efterfrågan ökar på olika IKM kommer denna typ av föroreningar bli mer intressant att försöka utvinna.

⁵ Ericson M., Löf A. (2022) *Rysslands och Ukrainas metall- och mineralproduktion och dess betydelse för EU och världen*; Svemin, Stockholm

⁶ För en längre diskussion, se t ex Nassar N.T., Graedel T.E., Harper E.M.(2015): ”By-product metals are technologically essential but have problematic supply; *Science Advances*, Vol. 1., No 3, pp 1 – 11 och Keller P.C., Anderson C.G. (2018): ”The production of Critical Metals as By Products; *Aspects in Mining and Mineral Science*; Vol. 2. No 2

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden



Figur 3. Relationen mellan huvud- och biprodukter för vissa utvalda metaller (Källa: Meskers, Hagelüken)⁷

Samma förhållande gäller även för återvunnet material men än mer accentuerat. Många kritiska metaller återfinns i exceptionellt små mängder i många produkter där de återfinns som föroreningar, dopningsmetaller och som legeringsmetaller. Om prometallurgiska återvinningsprocesser används förloras ofta dessa metaller till slaggen. Hydrometallurgiska processer har potential att återvinna mer IKM och med större renhet, men ofta till en betydligt högre kostnad. Många återvinningsprocesser fokuserar på vad som är lönsamt eller har den lägsta kostnaden beroende på vem som är ägaren av materialet eller om det finns procentuella återvinningskrav i Producentansvarslagstiftningen.

3.4 Metod

Gruppen har genomfört ett antal arbetsmöten där också olika företrädare för myndigheter och organisationer inbjudits fatt presenter pågående arbeten inom området. Slutrapportens text har skrivit av gruppens medlemmar och sedan redigerats av gruppens ordförande.

⁷ Meskers C., Hagelüken C.(2009): "Complex Life Cycles of Precious and Special Metals" in Graedel T.E., van der Voet E (ed.): *Linkages of Sustainability*; MIT Press, Boston

4 Hållbara mineral- och metallflöden

4.1 Grundläggande frågeställningar.

Expertgruppen har is sitt arbete utgått från ett antal frågeställningar:

- Hur ser dagens lagstiftning på området ut och vad behöver adresseras vad gäller denna? (Se avsnitt 4.2)
- Vilka metaller är viktiga som nycklar för samhällets omställning? Inom vilka tekniker, sektorer och användningsområden används dessa? Vilka är de huvudsakliga metallerna bör synliggöras och det bör ställas krav på i upphandling? (se avsnitt 4.3)
- Är batterimetalltillgång den viktigaste frågan för Sverige och är batterier och batterimetaller lämpliga som fallstudier? Inom vilka sektorer används batterier – hur ser utvecklingen ut? Vilka metaller är viktigast? Är det främst nickel, kobolt och litium? Sårbarhet för olika aktörer. Från vilka länder importeras batterier/batterimetaller? (se avsnitt 4.4)
- Återvinning – vad är möjligt att ställa krav på – vilka metaller går att återvinna? Vad återvinns idag? (se avsnitt 4.5)
- Spårbarhet - vilka krav kan man ställa på spårbarhet? (se avsnitt 4.6)
- Vilka viktiga metallfyndigheter finns i Sverige? Ökad gruvdrift i Sverige kontra importberoende? (se avsnitt 4.7)
- Rätt design, funktionsförsäljning; Skall man ställa krav på att leverantör skall redogöra för mängd och hur man arbetar med att minska användningen av kritiska metaller? (se avsnitt 4.8)
- Vilka kort- och långsiktiga forskningsbehov finns och vilka resurser måste tillföras? (se avsnitt 4.9)

4.2 Lagstiftning som påverkar möjligheten till en säkrad råvaruförsörjning i Sverige och EU

4.2.1 Primär- och sekundärförsörjning

Nedan följer en lista av lagar och direktiv som redan finns eller är på väg som alla har potential att påverka möjligheterna till en säkrad råvaru-försörjning inom EU. Den gör inte anspråk på att vara komplett, det finns förmodligen fler att lägga till.

Gruppens fokus är i första hand på återvinning, men den primära utvinningen måste även diskuteras eftersom inte alla metaller återvinns funktionellt och då efterfrågan bedöms öka så kraftigt att återvunnet material inte kan täcka behovet på grund av ökade metallbehov genom den pågående klimatomställningen, den växande global befolkningen och ett ökat krav att bli oberoende av fossil energi. Primärproduktionen är således en förutsättning för ett långsiktigt ett cirkulärt samhälle. De eventuella hinder som primärutvinningen dras med är besvärliga eftersom fyndigheterna inte kan flyttas, och att EU-lagstiftningen inte är anpassad efter svenska förhållanden (t ex

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

vatten- och grundvattendirektiven) eller är implementerad (t ex MKB-direktivet) relativt strängt jämfört med vad EU kräver.

Ett stort antal EU-direktiv kan ha påverkan på möjligheterna till rationell sekundär utvinning ur teknosfären, på många olika sätt. Och flera direktiv påverkar möjligheterna till import och export av såväl produkter som råvaror.

4.2.2 Lagstiftning i Sverige: Minerallagen och mineralförordningen

Minerallagens syfte är att möjliggöra prospektering och utvinning där fyndigheterna finns, oavsett vem som äger marken. Den säkerställer att innehavaren av ett undersökningstillstånd får ensamrätt till fyndigheten gentemot andra prospektörer, och förtur till utvinning av densamma vid en ansökan om koncession. Koncessionen ger innehavaren rätten till själva fyndigheten och är tänkt att fastställa markanvändningsfrågan framåt, via avvägning enligt tredje och fjärde kapitlet, miljöbalken, hushållnings-reglerna (riksintresseavvägningar). Minerallagen reglerar enbart tillstånd för primär utvinning av så kallade koncessionsmineral. Till koncessionsmineral hör de metaller och mineral som anses särskilt viktiga för samhället. För dessa koncessionsmineral bedöms att markägare normalt inte har möjlighet att själv kunna tillvarata dessa då det krävs speciell kunskap för att lokalisera och utvinna metallerna samtidigt som stora ekonomiska resurser krävs för att möjliggöra utvinning.

Gruvavfall regleras inte i minerallagen. För att undersöka gruvavfall behövs därför tillstånd från markägaren. Nu pågår ett regeringsuppdrag hos SGU och Naturvårdsverket som tittar på styrmedel för att främja utvinning av gruvavfall. En möjlighet skulle kunna vara att lägga till gruvavfall i minerallagen men lagstiftningen behöver då tydliggöra hur ansvarsfördelning och rättighetsinnehav från tidigare verksamhetsutövare, nya verksamhetsutövare och markägare ska se ut.

4.2.3 Miljöbalken: utvinningsavfallsförordningen, miljöbedömningsförordningen, vattenförvaltningsförordningen

Gruvor ska uppfylla samma miljökrav som annan industriell verksamhet. Ett gruvprojekt prövas utifrån ett antal miljöaspekter som regleras i miljöbalken och ärendena prövas av mark- och miljödomstolen som också sätter villkor för verksamheten.

Det regelverk för miljöskydd som idag tillämpas för efterbehandling av förorenade områden är redan idag tillämpligt på utvinning av gruvavfall.

Särskilt för sekundär utvinning gäller bl annat följande lagar och förordningar:

- Avfallsförordningen
- Lag om transport av farligt gods
- Gränsöverskridande avfallstransporter (uppdatering pågår av EU-lagstiftning?)

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

4.2.4 EU-lagstiftning som har en central påverkan på råvaruförsörjningen

Inom EU finns en mängd lagrum och förordningar som påverkar råvaruförsörjningen. Följande är ett urval och måste diskuteras i detalj hur de kan förändras för att underlätta ökad primär och sekundär utvinning:

- MKB-direktivet
- Avfallsdirektivet
- Utvinningsavfallsdirektivet
- Vattendirektivet och grundvattendirektivet
- Natura 2000-direktivet
- Konfliktmineralförordningen (import)
- Art- och habitatdirektivet och fågeldirektivet.

Därutöver finns ett antal EU-direktiv som påverkar olika verksamheter:

- Ekodesigndirektivet sätter minimikrav på energiprestanda hos energianvändande produkter men förslag finns för att utöka kraven till alla produkter och då omfatta olika former av materialeffektivitet som t ex återvinningsbarhet, reparerbarhet och minimikrav på livslängder. Direktivet förbjuder de mest energi- och resurskrävande produkterna på EU-marknaden
- Direktiven WEEE, ELV och batteri reglerar insamling och återanvändning och återvinning av elektriska och elektroniska produkter, fordon respektive batterier. Alla är för närvarande i olika stadier av revidering och ställer ökade cirkulära krav.
- REACH-förordningen reglerar livscykeln för alla ämnen i alla typer av produkter
- RoHS-direktivet reglerar användningen av ett begränsat antal ämnen i elektriska och elektroniska apparater

Dessutom pågår ett lagstiftningsarbete inom EU som kan komma att få påverkan på råvaruförsörjningen. Här har t ex EU-kommissionens så kallade Gröna giv har resulterat i en rad strategier, uppdateringar av befintlig lagstiftning och även nya lagstiftningspaket. Nedan följer några av vikt för råvaruförsörjningen och några korta reflektioner om dessa.

Batteriförordningen, som är under förhandling, ställer höga krav på *due diligence* vid import av såväl råvaror som batterier och höga krav på återanvändning och återvinning av batterier. Förordningen kommer sannolikt även att använda någon form av kvotplikt när det gäller användning av återvunnet material i nya batterier.

Den gröna taxonomin (arbete med att inkludera fler branscher pågår, branscher som finns med i taxonomin har större möjligheter till investeringar än de som inte har det. Därför är det viktigt att gruvnäringen kommer med. Och självklart också återvinningsindustrin om den inte redan är det)

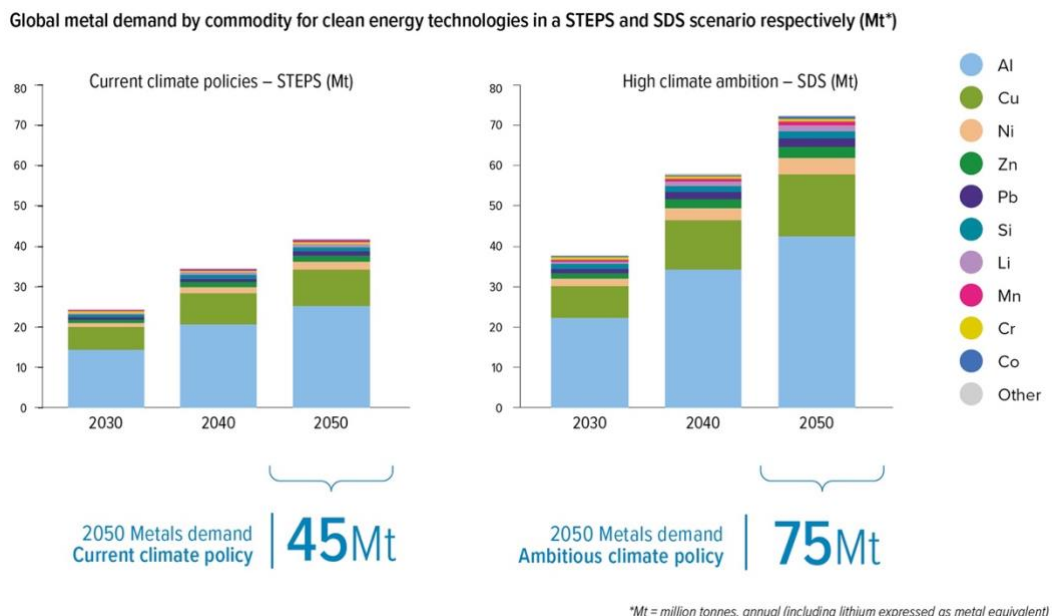
Critical Raw Materials Act är en kommande, troligen tvingande, lagstiftning för att öka självförsörjningsgraden inom EU och säkra hållbar import. Industriutsläppsdirektivet

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

är under omförhandling och är tänkt att genom standardisering hjälpa branscher med många utövare och liknande processer till snabbare tillståndprocesser. Det förefaller inte i första hand underlätta för gruvbrytning men kan vara en möjlighet för senare steg i utvinningsprocessen och för återvinningsindustrin.

4.3 Vilka metaller är viktiga som nycklar för samhällets omställning?

Samhällets omställning till en cirkulär och fossilfri ekonomi kommer att medföra en ökad efterfrågan på en stor mängd metaller, se t ex Världsbanken (2020)⁸ eller Universitetet i Leuven (2022)⁹. I den senare studien lyfts ett antal metaller fram vars efterfrågan kommer att öka avsevärt. I studien ökar metallanvändningen i applikationer för ren energi (*clean energy technologies*) med mellan 45 och 75 miljoner ton i Europa. Huvuddelen i detta utgörs av aluminium, koppars och till viss del nickel, se figur 4 nedan.



Figur 4. Bedömda ökade behov av metaller för grön omställning i Europa; STEPS (*Stated Policies Scenario*) baseras på de specifika scenarios olika sektorer uttalat, SDS (*Sustainable Development Scenario*) innebär en möjlig väg att nå Parisavtalet med en universell energitillgång som är kostnadseffektiv, pålitlig, uthållig och modern; Källa STEPS och SDS är International Energy Agency, IEA. (Källa Eurometeaux och Univ. Leuven)

⁸ "Minerals for Climate Action. The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition", *World Bank Group*, 2020

⁹ "Metals for Clean Energy" *Eurometeaux & KU Leuven*, 2022

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

I en studie från finska geologiska undersökningen, GTK¹⁰ framgår att utmaningarna för omställning till en fossilfri ekonomi är omfattande. Studien pekar bl a på behovet att bygga 221 594 nya fossilfria kraftstationer vilket är att jämföras med dagens 46 423. Den totala mängden litium-jon batterier som skulle behövas för att fasa ut dagens fossilbaserade kraftverk uppskattas till 2,78 miljarder tonne. För andra metaller är utmaningarna likartade, i figuren nedan framgår studiens uppskattningar av metallbehov för att ersätta fossil energi. I figuren framgår de totala behoven, existerande globala mineralreserver och hur stor andel de är av det totala behovet.

		Total (including storage batteries)	2019 global reserves	(%)
Copper	(million tonnes)	6 682,9	870	13,0 %
Nickel	(million tonnes)	1 352,0	94	7,0 %
Lithium	(million tonnes)	1 386,4	21	1,5 %
Cobalt	(million tonnes)	318,7	7,1	2,2 %
Graphite	(million tonnes)	13 216,6	320	2,4 %
Silver	(million tonnes)	3,24	0,5	15,5 %

Figur 5. Metallbehov för att ersätta fossilt baserad energi (Källa Michaux, 2021)

Att notera i GTK:s studier är dels att den antar dagens energimix och tekniska nivå samt att mineralreserver inte är en bedömning total tillgänglighet i jordskorpan utan ett tekno-ekonomisk bedömning av vilka mineral-förekomster som är ekonomisk brytvärda med dagens teknik och rimliga prissförutsägelser. Ökade priser eller förbättrad teknik ökar mängden mineralreserver likaså ökar mängden kända reserver om prospektering genomförs och reserver därigenom kan ökas. Det bör kanske nämnas att siffrorna i Michaux (2021) bygger på kända tillgångar och reserver och att fortsatt prospektering, förbättrad teknik och förändrade priser kan komma att identifiera tillgångar som ännu inte är kända. Trots denna brasklapp är det tydligt att utmaningarna är omfattande och att både prospektering efter nya förekomster och återvinning måste öka väsentligt.

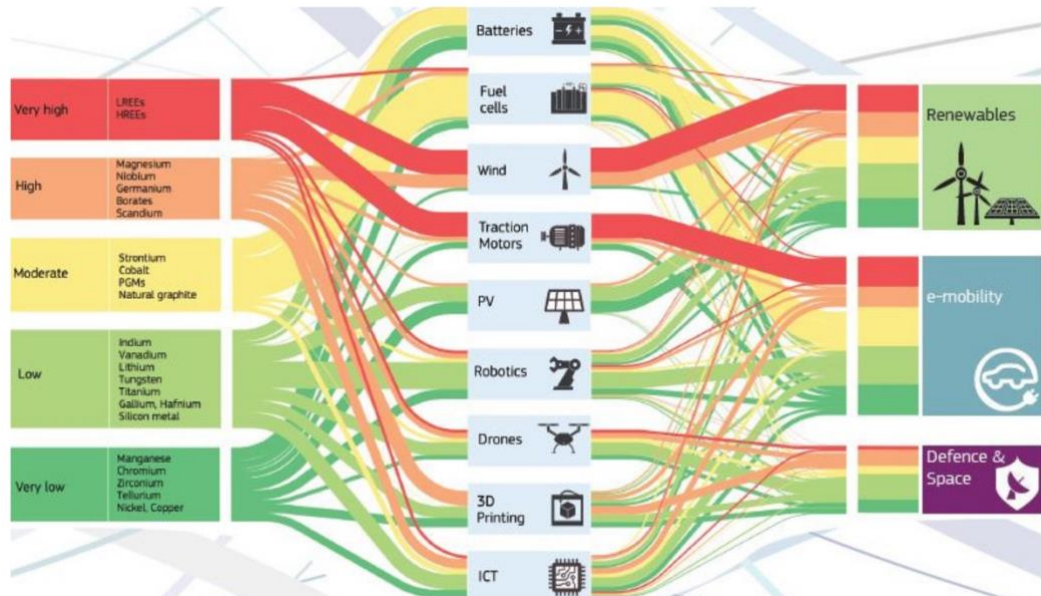
I en mer övergripande studie om metallers kritikalitet har EU¹¹ identifierat ett antal olika metaller, teknologier och tre samhällssektorer som är kritiska för samhällets

¹⁰ Michaux S.P. (2021): "Assessment of the Extra Capacity Required of Alternative Energy Electrical Power Systems to Completely Replace Fossil Fuels"; *GTK Open File Work Report 42/2021*; GTK, Espoo

¹¹ Bobba, S., Carrara, S., Huisman, J., Mathieux, F., Pavel, C. (2020): *Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU. A Foresight Study*; European Commission, Joint Research Centre; Publications Office of the European Union, Luxembourg

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

fortsatta utveckling. Baserat på identifierade kopplingar mellan dessa tre storheter har sedan de ingående metallerna värderas som av mycket stor försörjningsrisk (*very high supply risk*), kritiska (*high supply risk*), icke-kritiska (*moderate supply risk*), låg kritikalitet (*low supply risk*) och mycket låg kritikalitet (*very low supply risk*). Bedömningen framgår av figur 6 nedan.



Figur 6. Europeiska kommissionens bedömning av samspelet mellan metaller, teknologier och tre centrala samhällssektorer för fortsatt samhällsutveckling; Källa: EU

Slutsatsen blir således att nästa alla metaller är viktiga nycklar för Sveriges energiomställning, traditionella bulkmetaller som aluminium, koppar och zink, legeringsmetaller som nickel och vanadin men även hittills mer ovanliga metaller som sällsynta jordartsmetaller, litium och grafit.

Till beskrivningarna av metaller som är viktiga för klimatomställningen, bör man också lägga det stora och ökande behov av metaller som den allmänna digitaliseringen av samhället innebär. Som exempel kan nämnas smartphones, IT-utrustning och "smarta" lösningar som byggs i allt fler produkter, där många produkter har kort livslängd och även låga halter av metaller som inte återvinns, snabbt kan ackumuleras till betydande mängder.

4.4 Är batterier den viktigaste frågan för Sverige?

Batterier i olika former är kända sedan länge. De batterier som nu är mest intressanta är sk litium-jon batterier med olika kemiska sammansättningar. Den, för närvarande, vanligaste är grundläggande kemiska sammansättningen är Nickel-Mangan-Kobolt (*nickel-manganese-cobalt*, NMC) med olika innehåll av de olika metallerna. NMC 111 innehåller t ex c:a 30 % vardera av de olika metallerna medan NMC622 innehåller c:a 60 % nickel och 20 % vardera av mangan och kobolt, NMC811 innehåller på samma sätt 80 % nickel. Till detta kommer ca 10 % litium i varje typ av sammansättning. Vad som sker är alltså ett utbyte av kobolt (dyrare, mer kritiskt) mot nickel. Metallerna förekommer dock oftast i form av metallsulfater snarare än rena metaller.

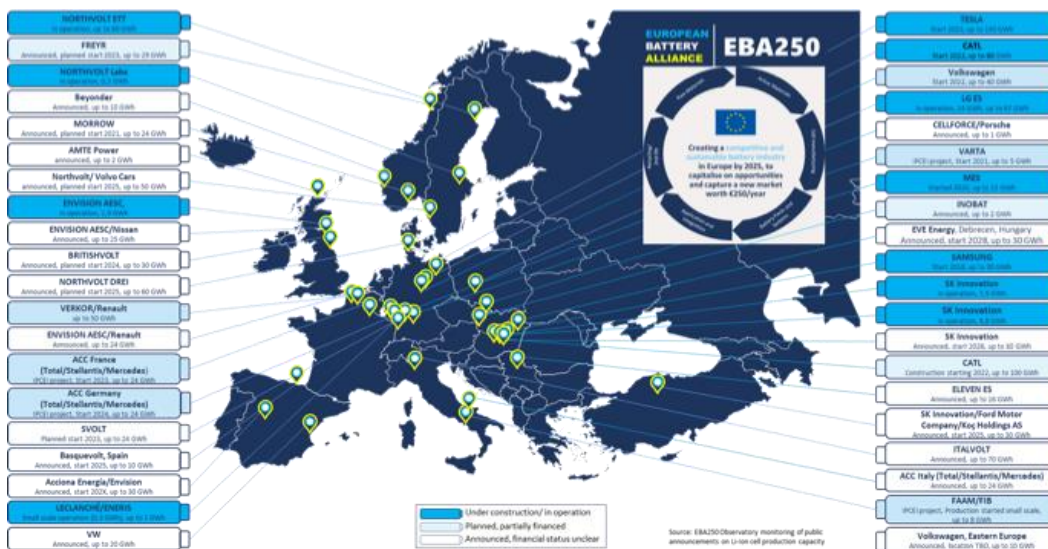
Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

Utöver NMC batterierna använda även så kallade litium-järn-fosfat (*lithium iron phosphate* LFP) batterier med snarlik användning. De båda olika sammansättningarna är sk litium-jonbatterier men med lite olika karakteristika. LFP-batterierna innehåller dock färre innovationskritiska metaller än NMC-batterierna men bägge använder grafit till stor del varför de olika sammansättningarna ställer likartade krav på säkrad försörjning av olika råvaror.

I figur 4 ovan framgår att aluminium är en av de metaller där den förväntade efterfrågeökningen är som störst. En stor anledning till detta är att aluminium i dagsläget används som hölje (*casing*) i många batterier. Framställning av aluminium är mycket energiintensivt och en fortsatt utveckling av olika tekniker för att framställa aluminium är således eftersträvansvärt.

En annan viktig råvara som behövs i batteriproduktion är grafit. Grafit finns i stora delar i Sverige men bryts och förädlas i dagsläget inte utan den batterigrafit som skall användas för industriell produktion importeras, huvudsakligen från Kina. Batterigrafit baseras idag i allt väsentligt på petroleumkoks och tillverkningsprocessen är både energiintensiv och miljöskadlig. Inhemsk jungfrulig grafitproduktion, eller teknikutveckling som medger tillverkning av batteri-grafit från andra råvaror som biomassa eller återvunnen plast är således eftersträvansvärd både från en miljö- och försörjningssäkerhetssynpunkt.

En omfattande elektrifiering av fordonsflottan och behovet av att skapa buffertar i ett intermittert energisystem kommer att ställa krav på en ökad användning av batterier. Som diskurats ovan pågår utvecklingen av olika kemiska sammansättningar av batterier men även en mängd industriella projekt är planerade eller har startats, se figur 7 nedan.

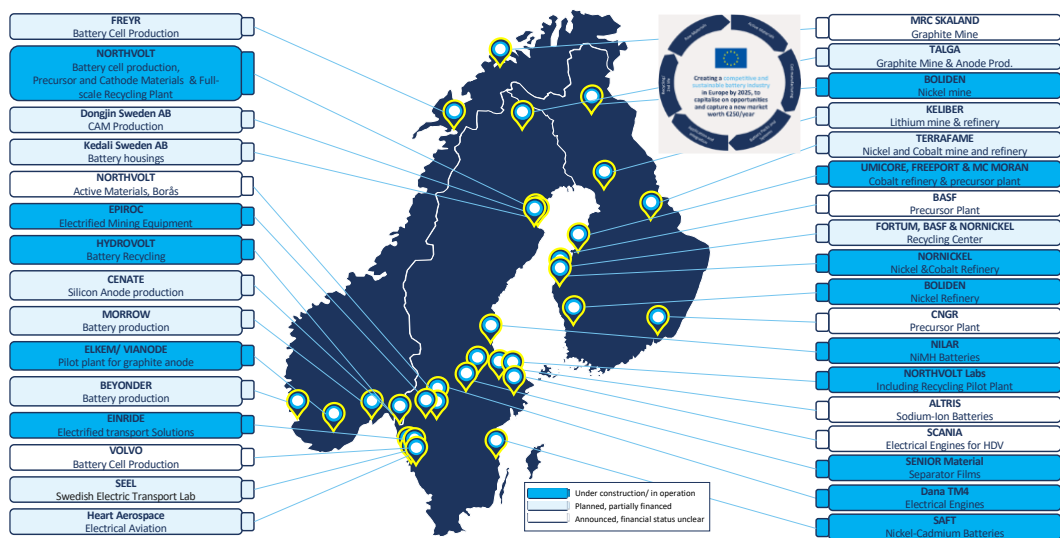


Figur 7. Planerad och pågående batterifabriksprojekt i Europa; Källa: Bo Normark, InnoEnergy

Återvinning av batterier och batterimaterial är än så länge relativt begränsad men teknik och industriell hantering är under utvecklande. Ett exempel värt att nämna är samarbetet mellan Northvolt och Norsk Hydro – Hydrovolt på området. I Norden finns

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

också ett stort antal planerade, på-började och genomförda projekt inom försörjningskedjan för batterier, se figur 8 nedan.



Figur 8. Nordiska projekt längs batteriförädlingskedjan; Källa: Bo Normark, InnoEnergy.

För att stimulera utvecklingen av en batterisektor i Sverige har en svensk batteristrategi tagits fram¹². Strategins bärande punkter redovisas nedan:

- Hållbara batterier för ett fossilfritt energi- och transportsystem: Stimulera efter-frågan och användning av hållbara batterier
- Hållbar batteriproduktion, en ny hållbar industri för Sverige: Skapa förutsättningar för utvecklingen av en hållbar batterivärdekedja i Sverige
- Återvinning och utvinning av material för en hållbar och cirkulär batteriindustri: Skapa förutsättningar för att gruvnäringen och återvinningsbranschen ska kunna bidra med hållbart producerade råvaror
- Kompetensutveckling för en laddad framtid: Satsa på forskning, innovation och utbildningsinsatser för kompetensutveckling
- Samverkan och dialog för tillväxt och export: Genomför och följ upp handlingsförslagen genom bred samverkan över hela batterivärdekedjan

Från figur 8 och den svenska batteristrategin kan det konstateras att industriellt är batterier redan viktiga för Sverige (och Norden). Att batterier är en central del av ett förnybart och intermitterant energisystem är också uppenbart även om Sverige har utomordentliga förutsättningar för flexibilitet i energisystemet via den stora mängd vattenkraft som kan fungera som buffertar i systemet. En ökad mängd mindre energigenererande enheter, som till exempel tak med solceller eller mindre vindkraftsparker, som inte är anslutna till energisystemet eller av andra skäl behöver buffertar kommer dock med stor sannolikhet att behöva förlita sig på batterier i någon form.

¹² "Strategi för fossilfri konkurrenskraft. En hållbar batterivärdekedja", *Fossilfritt Sverige* 2022

4.6 Vilka möjliga krav kan man ställa på återvinning

Olika former av återvinnig är nödvändig då tillgången på kända mineralreserver av IKM idag är begränsade eller lokaliserade till länder med låg hänsyn till miljö och social hållbarhet. Återvinna kan man göra på många sätt, men för materialåtervinning handlar det om att åter göra material tillgängliga för användning. Detta är väl etablerat i sammanhang som järnskrot och papper, men blir mer komplext för många IKM. Detta beror på att värdet av IKM i affärekosystemen ofta inte varit påtagligt och att många är IKM endast föreligger i liten mängd i ett avfallsflöde och då ofta funktionellt eller som legeringsämnen. Därför handlar återvinning av IKM till stor del om separationsprocesser, men ibland krävs även termiska eller kemiska reaktioner, vilket innebär större investeringar och driftskostnader. Härvid måste såväl utbyte, energiåtgång, miljö-påverkan, tillståndsprocesser, uppkomna restmaterial och produktkvalitet beaktas.

Vid återvinning av metaller är det många gånger inte ekonomisk och teknisk möjligt svårt att uppnå samma renhet eller sammansättning som i högvärdiga applikationer, detta betecknas vanligen med "downgrading". För många metaller är "downgrading" vid återvinningen ett större långsiktigt problem än bristen på materialåtervinning. Detta gäller till stora delar föroreningsämnen i stål som koppar och tenn och i aluminium som bly, kisel och koppar. Följaktligen måste funktionsförsäljningen öka. Där det inte fungerar är utvecklade Producentansvar ett alternativ. En annan central fråga är vad som sker med det som inte återvinns? Det gäller såväl produktionsavfall som gruvavfall och slagger från ljusbågsugnar som konsumtionsavfall t ex slagger och brännrester från förbränning av kommunalt insamlat avfall (ofta benämnt *municipal solid waste incineration*, MSWI).

Ur ett IKM-perspektiv är ett problem att de inte är synliga i materialflödena. Många IKM försvinner när metallfraktioner återvinns då de inte separeras utan får följa med huvud-strömmarna. Lite förenklat kan man säga att de legeras in i andra flöden. Det ger två olyckliga effekter; 1) IKM återvinns inte och på sikt tar de slut och 2) andra metallflöden förorenas vilket ger i bästa fall en ballast i metallerna och i värsta fall? förändrade egenskaper. Det är därför viktigt att förstå var metallerna finns i avfallsflödena och angripa hur de skall tas om hand. Man bör ha i åtanke att den nuvarande intensifieringen av användningen av IKM skapar nya och förändrade avfallsflöden. Det gäller även teknologiskiften.

Utvinning direkt ur skrotflöden kan ändå vara relativt rakt på att etablera. Det är förhållandevis väl definierade flöden där den IKM innehållande andelen borde gå att identifiera och hållas åtskild. Det är värre med blandade avfall och egentligen även alla fall av felsortering. Materialet i en neodym-magnet som sorteras på ett sätt så att det hamnar i en deponifraktion lär vara att betrakta som förlorad ur det cirkulära kretsloppet. För närvarande gäller det även i avfallsfraktioner som går till förbränning. Här finns det både forskning som teknikutveckling som ger hopp till förändring. Studier visar att de flesta IKM förvisso föreligger i låga halter, lägre än i jordskorpan normalt i de askor som kommer från olika avfallsförbränningsanläggningar.¹³ Johansson et al

¹³ Johansson I., Sahlin E., von Bahr B., Björkmalm J., Todorovic Olsson J. (2013): Kritiska metaller i svenska avfallsaskor; *Waste Refinery rapport WR-56*

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

(2013) uppger även att potentialen för de kritiska metallerna i svenska askor uppgick, 2013, till ca 1,3 miljarder kronor. Läger man därtill även kvarvarande mängder aluminium, koppar och zink ökade potentialen med ytterligare en miljard. Ingen hänsyn är då tagen till den praktiska genomförbarheten eller kostnaderna för utvinningen av metallerna. Trots detta har inte någon utvinning av IKM ur aska sett dagens ljus, troligen beroende på en kombination av osäkerhet i val av teknik, vilka IKM som skall adresseras och inte minst en trots allt ganska ringa volym vilket inte skapar ekonomisk hållbarhet. Detta kan med hjälp av t ex kvotplikter, ökade satsningar på forskning och innovation och ökade marknadspriser förändras. Dessutom finns idag flera företag (t ex Ragn-Sells, Stena, Fortum Waste Solutions och Noah) som jobbar både med utveckling och kommersiella processer för att utvinna andra komponenter ur aska (zink, klorider, fosfat etc.). I restmaterialet från dessa processer kan IKM koncentreras och om man kan lösa detta med ytterligare något eller några delsteg eller processteg kan eventuellt en rimligare marginalkostnad uppnås¹⁴.

På liknande sätt bör man titta på restavfall från gruv- och metallindustrin. Det som deponeras där i form av t ex slagg, varp bör vara intressant för utvinning av IKM vilket diskuteras på annan plats i rapporten.

Specifikt om återvinning av Nd/Dy-magneter finns relativt mycket arbete genomfört under mer än tio (10) års inom EU, bl a har de olika projekten EREAN, REE4EU och SUSMAGPRO, genomförts och det pågående projektet VALOMAG är på väg att avslutas. Förenklat är slutsatserna att teknologin i sig inte är begränsningen men kostnaden är mycket hög (jämfört med jungfruligt material) och osäkerheten stor när det gäller vad nya grundämnen som inte finns i mineralet men som kan finnas i det avfallsbaserade koncentratet, även om halterna är låga, får för konsekvenser. Det faktum att många magneter är belagda med krom för att få ett bra korrosionsskydd innebär med stor sannolikhet en utmaning i återvinningssteget

För att uppnå en ökad återvinning generellt och av IKM speciellt är införandet av en kvotplikt ett potentiellt verktyg. Kvotplikt har i Sverige tillämpats sedan år 2012 på bränslen till förbränningsmotorer för att öka andelen biobränslen. Den som sätter bränsle på marknaden är den som är ansvarig. Förutsättningarna för att få det att fungera på en lokal marknad som Sverige med möjligheter till kraftfulla sanktioner om kraven inte efterlevs är goda.

Inom EUCOM har man de senaste fem åren föreslagit att det vid revideringar, av exempelvis "skrotbilsdirektivet" skall ställas krav på att en viss andel av de plaster som finns i nya bilar skall utgöras av återvunnen plast, inkluderande produktionsavfall och återvunnen plast från andra tillämpningar än fordon, kanske främst förpackningar. Nuvarande förslag ligger på mellan 10 och 25 vikt-% av den termoplast som monteras i nya fordon. Begreppet "*Recycled content*" eller "*quota obligation*" har det senaste året börjat diskuteras även för metaller.

Effektiviteten av kvotplikt är sannolikt störst om följande kriterier uppfylls:

¹⁴ För en diskussion om lönsamheten i återvinning från deponerat material, se t ex Esguerra J.L., Krook J., Svensson N., Van Passel S. (2018): "Is Enhanced Landfill Mining Profitable"; *ISWA World Congress*; Kuala Lumpur

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

- Nuvarande styrmedel räcker inte för en långsiktigt hållbar hantering av vissa ämnen/material.
- Marknaden är geografiskt begränsad
- Kontrollmetoder för vad som räknas som "återvunnet" finns och tillämpas.
- Tillämpas på material som av GHG-perspektiv (exempelvis termoplaster, kolfiber och kiseloxid) bör återvinnas eller utgör ett innovationskritiskt grundämne med begränsad tillgänglighet i EU (ex neodym, litium och kobolt).
- Kvotplikt kan vara ett långsiktigt bra alternativ för IKM som inte återvinns idag som exempelvis neodym, dysprosium och indium.

Generellt är marknaden för metaller global jämfört med termoplaster som är lokal/regional. Värde och densitet är två orsaker till skillnaderna, olika geologiska lokala förekomster av vissa mineral/grundämnena en ytterligare orsak.

För att öka återvinningen måste dock så mycket material som möjligt utvinnas och förlusterna minimeras. Förluster kan ske t ex:

1. Vid insamlingen (så separat som möjligt och inte direkt till förbränning/deponering).
2. Vid separeringen (för mycket kvar av material Y i material X).
3. Under sorteringen (sortering utifrån andra kriterier).
4. Under bearbetningen (smältning, upplösning, etc.).

Var i kedjan av händelser som förlusterna uppstår skiljer mellan olika metaller, mellan olika produkter och mellan länder. Införandet av en kvotplikt skulle kunna motivera ytterligare produktionskostnader och investeringar i alla stegen, effekten är metalltypberoende.

De flesta metaller som återvinns kan ersätta jungfruliga metaller då de med dagens processer kan bearbetas till mycket hög renhet. Det finns några undantag:

- Järn (stål) med för höga halter av koppar och/eller tenn kan inte storskaligt renas från dessa föroreningar så att de mekaniska egenskaperna som krävs i t ex folier kan uppnås. De mekaniska egenskaperna för de flesta stål försämras av dessa föroreningar.
- Aluminium legeras ofta med koppar och/eller kisel för aluminium som gjutgods (t ex i motorblock). Föroreningar av bly (t ex blyvikter på gamla aluminiumfälgar) är också svårt att avlägsna i smältprocessen. Grundämnena koppar, kisel och bly i aluminium kan inte storskaligt avlägsnas i återvinningsprocessen vilket gör att aluminiumfolier av återvunnen tidigare "förorenad" aluminium inte går att tillverka.
- Ett något mer udda exempel: vismut i koppar, vilket är svårt att separera.

Slutsatsen blir att när en produkt som omfattas av kvotplikt introduceras på marknaden i Sverige också given den stora mängden import skulle införande av en kvotplikt sannolikt kräva mycket administration både för en producent och myndigheter. Även om dagens hantering av vissa delar av järn-flödet inte är långsiktigt hållbar är det svårt att se att införandet av en kvotplikt avsevärt skulle förbättra situationen jämfört med de negativa konsekvenserna.

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

Det finns även ett antal konsekvenser av ett införande av kvotplikt som skall undvikas, t ex:

- Fusk: det går för de flesta metaller inte att genom analysera prover fastställa om det är återvunnet eller inte. Dokumentationen behöver vara trovärdig.
- Suboptimeringar: det finns en risk att högkvalitativa material används i mindre krävande applikationer för att en kvotplikt kräver det. Ett exempel från fordonsindustrin är innerskärmar gjorda av återvunnen PET-plast som i sin första applikation hade egenskaper som gjorde att den var godkänd för kontakt med livsmedel.
- Rådighet: en del innovationskritiska metaller har ett så högt strategiskt värde att för stränga kvotpliktskrav kan bli orealistiska. Gallium och germanium som bla används som dopningsmetaller i elektronik och i ljusdioder är några exempel.

Gruppen rekommenderar således:

- Agera på EU-nivå för fördjupade utredningar med syfte att införa kvotplikt för vissa innovationskritiska metaller. Utredningar bör också omfatta vad som i olika applikationer är funktionskritiska föroreningar. Ett exempel: koppar i stål är ofta en funktionskritisk förorening medan kobolt i stål inte är det. Onödigt höga renhetskrav genererar oftast stora mängder avfall, högre utsläpp av växthusgaser och högre kostnader.
- När det gäller kvotplikt och metaller skall reglerna vara EU-gemensamma, det är svårt att se att bara svenska regler skulle fungera i praktiken.
- Några grundämnen har förutsättningar för krav på kvotplikt, som neodym (Nd, starka magneter) och Litium (Li-jonbatterier). Återvinningen av dessa grundämnen är idag nära noll.
- Om kvotplikt ska implementeras måste hänsyn tas till tillgänglighet av återvunnet material. Om mängden av en produkt som innehåller vissa metaller ökar exponentiellt och produkten har en lång livslängd, och gärna återanvändas, kommer det att ta tid innan jämvikt nås avseende tillgängligt återvunnet material. Olika typer av kvotplikt måste således användas med stor försiktighet för att inte slå ut producenter inom EU på den globala marknaden. Europeiska företag ska inte behöva avbryta produktion av en produkt för att mängden återvunnen metall inte ännu finns tillgänglig eller är för kostsam. Hänsyn måste tas till industrins globala konkurrenskraft
- Om kvotplikt skall införas behöver kraven i % i början vara låga men öka på ett förutsägbart sätt med tiden, så att nödvändiga investeringar har förutsättningar för att kunna skrivas av under brukstiden. Ett exempel: Storbritanniens införande av deponiskatt som under mer än 10 år ökade med ett förutbestämt belopp gjorde att Storbritannien nu har en högre deponiskatt jämfört med EUs och från att ha deponerat mest, nu är bland Storbritannien numer mindre än jämförbara länder inom EU.

4.7 Vilka krav kan man ställa på spårbarhet

Det finns ett flertal orsaker att upprätta god spårbarhet på metaller och mineral. Minskad miljöpåverkan är en viktig faktor, tillgänglighet en andra primär drivkraft. För att skapa cirkulära materialflöden krävs kunskap om var och respektive ämne förekommer. Cirkularitet är förvisso inget självändamål och heller inte nödvändigtvis i sig en hållbar lösning, men för många material är tillgången av kända förekomster begränsad och uttaget av jungfrulig råvara förenad med miljöpåverkan. Därtill är tillgången ofta i andra världsdelar och ekonomier, varför det ur ett geopolitiskt perspektiv finns drivkrafter att ta kontroll över återvinningen. En tredje betydande orsak till att etablera spårbarhet är för att säkerställa samhälls-, social och mänsklig hållbarhet vilket finns implementerat i olika system för upphandling av t ex koppar och de så kallade konfliktmetallerna (3T&G: tenn, tantal, volfram och guld).

Behovet av spårbarhet har lett till att det pågår ett flertal utvecklingsprojekt som avser att etablera spårbarhet genom användning av blockkedjeteknik. I Sverige drevs t ex projektet Tracemet¹⁵. TraceMet avsåg att bidra med ett spårbarhetssystem med målet att kunna miljöcertifiera metaller och därmed driva på för en globalt mer hållbar metallproduktion. Tanken är att ansvarstagande aktörer får en konkurrensfördel genom att använda miljöcertifiering. För att nå hit krävs standarder kopplade till transparens på miljöprestanda som dessutom skall finnas tillgänglig i hela värdekedjan. Tracemet som drevs inom Swedish Mining Innovation har hittills främst demonstrerat teknik genom blockkedjeteknik för Fe respektive Cu. Utöver Tracemet finns ett flertal större projekt inte minst på en europeisk arena. Gemensamt är att inga av dessa system täcker hela skalan av material, i synnerhet inte de innovationskritiska metallerna som är essentiella i den gröna omställningen.

Det finns ett flertal drivkrafter och komplexiteter att beakta vid upprättande av ett spårbarhetssystem, vilket ger en lång lista på krav:

- Kostnaden måste hållas låg, det blir snart stora system, datamängder och osäkerhet.
- Många ämnen korsar nationella gränser, vilket speciellt ur återvinningsavseende inte är trivialt.
- Innehållet i material och produkter kan vara väldigt låga halter och därför redovisas de inte.
- Spårbarhetskedjan får inte gå att manipulera, varför det måste finnas inbyggd transparens och kontroll (vilken blockkedjeteknik erbjuder).
- Systemlösningen bör integreras med kvalitets- och ekonomisystem (ERP) genom digitalisering och automation.
- Stöd för att möta lagar och regler behöver finnas integrerat (här finns en stor utmaning då dessa inte är harmoniserade globalt).

¹⁵ Berglund et al. (2021): "TraceMet – ett system för spårbarhet av hållbara metaller och mineral Rapport från projektet TraceMet – Traceability for sustainable metals and minerals; Svemin, Stockholm

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

- System bör vara öppna och tillgängligt för alla typer av produkter och materialflöden.

Denna omfattande lista på krav gör det tungarbetat, dyrt och svårt att implementera. Därför är de frivilliga initiativen som t ex bilindustrin förhåller sig till utmärkt. I bilindustrin drivs spårbarhetsarbetet i syfte att påvisa klimatnyttan (CO₂ reduktion), med system-utvecklingen som skapar en god grund att följa materialflödet i värdekedjan. Det finns dock en mängd andra produkttyper som inte täcks spårbarhetsarbete, t ex mobil-telefoner, vind-kraftverk, rakapparater, vitvaror, solceller, larm, ventilation, belysning, medicintekniska produkter m fl. Det kan noteras att det stora antalet produkter finns på konsumentsidan, medan de kommersiella applikationerna kan erbjuda de enklare systemen för utveckling och implementation.

4.8 Vilka viktiga metaller finns i Sverige

Sverige har varit en gruvnation i över tusen år. De metaller som har brutits har främst varit järn, basmetaller som koppar, zink och bly samt ädel-metallerna silver och guld. Brytning av kobolt, volfram och andra kritiska metaller har förekommit även om ingen sådan utvinning sker idag. I rapport från Nordic innovation (Eilu et al, 2021)¹⁶ framgår att de nordiska länderna har stor geologisk potential för de flesta av de kritiska metallerna och för Sverige nämns särskild grafit, fosfor och sällsynta jordartsmetaller, men även litium, tantal, volfram och vanadin. Samma rapport visar att Sverige har mineralpotential för alla av EU identifierade kritiska metaller. En del av de kritiska metallerna förekommer i restflöden till den gruvbrytning som sker idag och deponeras som gruvavfall. LKAB har utvecklat tekniker för utvinning av sällsynta jordartsmetaller och fosfor från befintlig avfallsström till järnmalmsutvinning. I det fall tillstånd erhålls planeras produktion av dessa biprodukter vara i drift 2027.

SGU har haft ett flertal regeringsuppdrag¹⁷ inom ramen för *Sveriges mineralstrategi*¹⁸ och industrialiseringsstrategin *Smart Industri* för att kartlägga potential för utvinning och återvinningspotential av metaller och mineral i Sverige. Av SGUs redovisning¹⁹ framgår bland annat att funktionell återvinning, dvs återvinning där mineralens primära funktion nyttjas, förekommer i Sverige idag för järn, koppar, krom, aluminium, bly, molybden, fosfor, zink, silver, guld och kobolt. Återvinning av traditionella material

¹⁶ Eilu P et al (2021): "The Nordic supply potential of critical metals and minerals for a Green Energy Transition", *Nordic Innovation Report*. ISBN 978-82-8277-115-3 (digital publication), ISBN 978-82-8277-114-6 (printed).

¹⁷ Se t ex: "Uppdrag att utföra en kartläggning och analys av utvinnings- och återvinningspotential för svenska metall- och mineraltillgångar"; <https://resource.sgu.se/produkter/regerings-rapporter/utvinnings-och-atervinningspotential-metaller-mineral-2014.pdf>; Uppdrag inom Smart industri: <https://www.sgu.se/om-sgu/verksamhet/regeringsuppdrag/avslutade-regerings-uppdrag/regeringsuppdrag-innovationskritiska-metaller-och-mineral/>

¹⁸ *Sveriges mineralstrategi. För ett hållbart nyttjande av Sveriges mineraltillgångar som skapar tillväxt i hela landet* (2013); Regeringskansliet, Stockholm

¹⁹ SGU 2014, Redovisning av regeringsuppdrag - Uppdrag att utföra en kartläggning och analys av utvinnings- och återvinningspotential för svenska metall- och mineralförekomster

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

som järn, basmetaller och ädelmetaller är redan idag hög i Sverige och bedöms enbart kunna öka marginellt. SGU påpekar dock att ökad återvinning är angelägen då den sparar materiella resurser och energi. Myndigheten gör samtidigt bedömningen att det teoretiskt beräknat finns en potential i kommunala deponier och urban mining (inbyggd i byggnader och infrastruktur) men att kunskapsläget är osäkrare. De påpekar samtidigt att det är svårt att bedöma mängder och hinder för kommande utvinning och därmed ekonomiska förutsättningarna för utvinning från urban mining. Kunskapsläget gällande återvinning från gruvavfall har med SGUs regeringsuppdrag ökat, men från en låg nivå. SGU har bland annat provtagit varpmaterial och sandmagasin från nedlagda verksamheter som påvisar potential för flertalet kritiska metaller. Inom ramen för regeringsuppdrag om kartläggning av innovationskritiska metaller och mineral fick SGU (2018, se ovan) även i uppdrag att ta fram en metod för kartläggning av gruvavfall. För att säkerställa systematisk insamling enligt framtagna metod krävs dock att resurser tillförs myndigheten.

Utöver de metallförekomster som finns inom riket i form av primärutvinning (gruvor) och som importerar för att skapa t ex legeringar, finns självklart en stor import av metaller och mineral som inte utvinns från svensk mark. Dessa ämnen kan vara t ex titan och titanlegeringar för tillverkning av processutrustning, ädelmetaller (t ex iridium och platina) för elektrodframställning och nyligen litium för batteritillverkning. Här finns således exempel på hur svensk tillverkningsindustri är beroende av import från utlandet – goda exempel på att få metall och mineralmarknader kan sägas vara nationella. Självklart finns signifikant import av produkter innehållande alla möjliga metaller och mineral som det moderna samhället brukar. En mobiltelefon kan innehålla upp till en stor mängd innovationskritiska metaller²⁰. I princip alla produkter och material har ett ändligt liv och blir så småningom avfall, vilket utgör en god möjlighet att nyttja för sluta cirkulära flöden även av de metaller som inte redan återvinns (järn aluminium och koppar). Dock finns ett par besvärande omständigheter, t ex:

- Halterna av de innovationskritiska ämnena är ofta låg. Det är låg mängd i ofta stora flöden, det innebär att det blir energikrävande (jmf termodynamikens andra huvudsats) och därför kostsamt att återvinna.
- Förekomsten av innovationskritiska ämnena i avfall är ofta dåligt karterad vilket gör det svårt att identifiera vad som kan återvinnas. Här krävs mer kunskap!
- De låga halterna och den komplexa teknik som måste appliceras för återvinning gör att tekniklösningar måste arbeta med stora avfalls-flöden för att nå hållbar skala.
- Det saknas ofta svenska aktörer som kan hantera den råvara som skulle komma från återvinning innovationskritiska ämnen. Att som svensk aktör exportera ett avfall för upparbetning utgör i bästa fall en administrativ utmaning. I realiteten saknas ofta kunskap om var man kan vända sig.

²⁰ Walton et al. (2021): "Securing Technology-Critical Metals for Britain Ensuring the United Kingdom's Supply Of Strategic Elements & Critical Materials For A Clean Future; *Cream Commission*, Univ. Birmingham; Birmingham (www.birmingham.ac.uk/creamcommission)

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

- Att komma runt dessa omständigheter kräver initialt kunskaps-uppbyggnad, men i förlängningen också aktörssamverkan.

4.8 Rätt design och funktionsförsäljning

4.8.1 stimulera innovation och nytänkande

För att få till en större implementering av cirkulär ekonomi i Sverige är det viktigt att bolag vågar satsa på innovation angående nya cirkulära affärsmodeller, reparation av komponenter samt återvinning av material. För att stimulera detta är det viktigt att lagar, standarder och definitioner inte ändras i snabb takt. Bolag behöver stabilitet för att våga satsa på utveckling. Cirkulära lösningar runt råmaterial har långa ledtider för utveckling. När regelverket tolkas som ostabilt hindrar det investeringar. Ett tydligt exempel på detta kan nu ses inom bilindustrin. Den nya *End-of-life-vehicle* (ELV) direktivet kommer göra det obligatoriskt för bilar att innehålla återvunnen plast. Idag använder sig bilindustrin mestadels av produktionsavfall och inte konsumtionsavfall pga prestandakrav på material. EU har tidigt i processen med det nya direktivet indikerat att enbart konsumtionsavfall får räknas. Osäkerheten runt detta har gjort att bolag inte vågar satsa på mer utveckling runt lösningar innehållande industriavfall.

Det är sedan också viktigt att staten premierar bolag som har lösningar som leder till en faktisk förändring. Nu när intresset runt användningen av återvunna material har ökat ser man också mer kreativa bokföringslöningar på marknaden, så kallad massbalans. Återvunnet material som ett bolag köper in kan allokeras till olika kunder oavsett vart deras material är producerat. Återvunnet material som används på en produktionsanläggning i Asien kan allokeras till en kund som köper material från en produktionsanläggning i Europa. Man vill använda sig av samma system som elcertifikat gör.

4.8.2 Vi lever i en global värld

Många svenska bolag agerar idag på den globala marknaden. Råmaterial köps in från många länder beroende på tillgång och pris. Många bolag säljer sedan också sina produkter på den globala marknaden. Detta påverkar det legala landskapet vi kan ha i Sverige. Det är viktigt att samma definitioner och standarder används som man refererar till globalt. Det blir svårt om regelverken skiljer sig för mycket globalt. Idag klarar man sig mycket bra genom att anpassa sig till EUs olika direktiv. Det är viktigt att nya regelverk i Sverige eller inom EU inte hindrar vår konkurrens på den globala marknaden. Med detta sagt vill vi självklart att Sverige ska sträva för mer cirkulära lösningar, men utförandet av nya lagar måste ta hänsyn till konkurrenskraften av svenska bolag på den globala marknaden.

I vissa industrier finns det datasystem för att hantera datablad. Inom fordonsindustrin används International Material Data System (IMDS). Detta är ett globalt system för hela fordonsindustrin och alla deras underleverantörer. Systemet gör att underleverantörerna inte måste skicka in deras information individuellt till varje bolag. Det sparar tid och gör det lättare för underleverantörerna. Men hela industrin måste därför följa samma standarder och räkna återvunnet material på samma sätt. Det är nämligen väldigt svårt att få igenom individuella regler för granskning av data som

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

skickas in. Systemet introducerades i juni 2000. För att inte röja företagshemligheter så måste inte 100% av vikten för komponent anges. Vissa procent kan undångömmas. Tyvärr rör detta oftast innovationskritiska material eftersom de används i mindre mängder. När det gäller återvunna material är det idag bara obligatoriskt att rapportera mängden återvunnen termoplast och inte andra material.

4.8.3 Tydliga standarder

Inom cirkulär ekonomi finns det idag inte starka standarder. Bolag har kommit längre än de definitioner som ska användas vilket gör att bolag tolkar tex mängd återvunna material, *close loop recycling* och *open loop recycling* olika. Detta märks också genom att olika rapporterings standarder som bolag ska använda sig av gör olika tolkningar. På grund av detta är det svårt att jämföra hållbarhetsambitionerna som bolag har eftersom de kan räkna på så olika sätt.

Ett område som tydligt visar på problematiken med avsaknad av standarder för återvunna material är livscykelanalyser. Det finns idag flera olika LCA metoder för att hantera koldioxid från återvunna material. Mängden koldioxid återvunnet material får släppa ut i återvinningsprocessen har stor påverkan på hur företag prioriterar deras användning. Detta är speciellt tydligt där återvunna material har en högre prislapp. Många svenska bolag har ett stort klimatengagemang och klimatambitioner i linje med Parisavtalet. Ett lågt koldioxidavtryck för återvunna material kommer därför att stimulera deras användning.

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

Method	Alternative names	Recommended by
Simple cut-off	Recycled content approach 100/0 method	International EPD system PAS 2050 Greenhouse Gas Protocol
Cut-off with economic allocation	-	Dutch Handbook on LCA
Cut-off plus credit	Module D	ISO 21930:2017 EN 15804:2012+A2 + CEN/TR 16970:2016 EN16485:2014
Allocation to material losses	Closed-loop approximation 0/100 method End-of-life approach Recyclability substitution Value of scrap approach	ISO 14044:2006 + ISO TR 14049:2012 ISO 14067:2018 ISO 20915:2018 PAS 2050:2011 Greenhouse Gas Protocol WorldSteel Association International Stainless-Steel Forum
Allocation to virgin material use	100/0 method	-
50/50 methods	-	Nordic Guidelines on LCA Ekvall (2000)
Quality-adjusted 50/50 methods	UBA approach	German requirements on LCA of beverage packaging Allacker et al. (2017)
Circular Footprint Formula	PEF approach	Product Environmental Footprint Guide
Market price-based allocation	Open-loop procedure	ISO 14067:2018
Market price-based substitution	-	Schrijvers et al. (2016a)
Price-elasticity approaches	Market-based modeling	Ekvall (2000)
Allocation at the point of substitution	APOS	Ecoinvent

4.8.4 EU taxonomin kan vara ett hinder

EU taxonomin som är tillsatt för att definiera och stimulera hållbara investeringar kan idag vara ett hinder för cirkulär ekonomi. Nya tekniker måste ha lägre CO2 än befintliga tekniker för att stämplas som hållbara, vilket är svårt när man testar ny teknik. Kemisk återvinning av mixat plastavfall är ett exempel. Slutmaterialet måste ha en lägre CO2 avtryck än plast producerat med fossila råmaterial. Man tar ingen hänsyn till det samhällsproblem som mixat plastavfall är och att stimulera återanvändning av materialet. Lösningar som ökar återvinning och återhållsamhet med icke förnybara resurser måste få premieras.

4.8.5 Regelverk måste passa alla aktörer

Det är viktigt att förstå att leverantörskedjorna för svenska bolag ser väldigt olika ut. Vissa arbetar enbart med inhemska bolag med stor transparens och andra bolag, tex inom bilindustrin, har väldigt komplexa leverantörskedjor med mer än 300 leverantörer per bilprogram. I komplexa leverantörskedjor är det många led mellan komponent-leverantörer och råmaterialproducenter vilket gör det väldigt svårt att få tag på information om ursprunget av råmaterial. Vikten av spårbarhet av råmaterial har fått ökad prioritet för industrin idag. Det är en del i att ta producentansvar. Tidigare har ansvaret ofta legat hos underleverantörer, men med dagens växande lagstiftning

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

inom riskhantering för bolag flyttas ansvaret till beställaren. Detta gäller även för värdekedjor för återvunna material där kraven idag växer för ursprungsmärkning. All återvinningsindustri utanför Sverige har inte samma höga krav på arbetsmiljö som vi har. Som exempel kan vi se barnarbete i Pakistan som förekom inom Stora Enso verksamhet 2014²¹ eller hur gamla fartyg tas om hand på stränderna i Asien²². Hållbarhetscertifiering av råmaterial ökar idag, eftersom man på så sätt kan säkerställa att bolag i sin leverantörskedja uppfyller både sociala krav och miljökrav. Användning av hållbarhetscertifiering minskar kostnaden för bolag att revidera deras leverantörskedjor, eftersom det ingår i material-certifikatet. Användningen stärker också trovärdigheten av bolag att man hanterar ESG problematik i sina leverantörskedjor. Blockchain används av vissa bolag för att garantera specifika leverantörskedjor. Med lagstiftningen om produktpass kommer också mer och mer krav på hållbarhetsdata, tex för batterier. Där ska spårbarheten av material finnas med och deras koldioxidavtryck ska också vara registrerat. Utvecklingen av återvunna, innovationskritiska material i Sverige med en hållbarhetsmärkning, likt Fair trade, skulle ha stor konkurrensfördel.

4.8.6 Data för spårbarhet måste bli hanterbart

För att göra materialcertifiering hanterbart, är det viktigt att vi inte får separat certifiering av varje enskilt material i en produkt. Detta skulle bli ohanterligt av bolag i tex fordonsindustrin med en så stor variation av råmaterial. Att veta ursprung på alla råmaterial är något som önskas men idag finns det inga system som kan hantera detta. Digitala tvillingar som registrerar alla materialtyper och reparationer under produktens livslängd skulle behövas.

4.8.7 Design för att främja cirkuläritet

Ett av de stora problemen idag är att många av de innovationskritiska materialen används i små mängder på spridda ställen i produkter och komponenter. Det gör det väldigt svårt att få till en lönsam återvinnings-process för dessa. Sällsynta jordartsmetaller (REE) i elektiska motorer är ett exempel. Permanentmagneter består till ca 30% av REE och de är fastlimmade djup in i motorerna vilket gör det svårt att ta ut dem på ett effektivt sätt. Det underlättar inte att magneterna har olika storlek för lika motorer, samt att rotorerna ser olika ut. Det är därför svårt att ta fram standardiserade verktyg som skulle underlätta uttagning av permanentmagneterna. Det är endast generatorerna från vindkraftverk där det lönar sig idag att manuellt plocka ut magneterna och återvinna REE. Innovativ design som möjliggör att kritiska råmaterial lätt kan separeras för återvinning måste premieras.

²¹ [Stora Enso anklagas för barnarbete | SVT Nyheter](#)

²² [EU to ban owners from scrapping ships on South Asian beaches | Reuters](#)

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

4.8.9 Märkning

För att underlätta för återvinningsindustrierna borde kritiska metaller markeras på komponenter/produkter, men med hänsyn till företagens immaterialrättsliga skydd. Idag är det svårt att se på tex en elmotor om den innehåller REE eller andra magnetlösningar. När nya återvinningsmetoder tas fram måste det vara lätt att förstå vilka komponenter man ska använda som råvara.

4.8.10 Krav på kvalitet vid återvinning.

Idag finns det vissa produktsegment som har krav på återvinnig när produkterna når slutet på sin livslängd. Idag ställs det enbart viktkrav vid återvinning och inte krav på kvalitet eller vika fraktioner som måste utvinnas. Detta leder till exempel att högkvalitativt stål nedgraderas till användning i armeringsjärn i stället för att gå in i mer likvärdiga produkter där man kan ta tillvara på legeringsämnen på ett bättre sätt. För att öka kvalitén på återvunna råmaterial måste vi börja med avancerad isärplockning. Detta borde minska problemen med kontamination, tex koppar i stålfraktioner. Robotar för isärplockning är ett utvecklingsområde som Sverige borde satsa på.

4.8.11 Nya affärsmodeller för råmaterial

Inom både industri och akademien pratar man mycket idag om nya affärsmodeller för att stimulera cirkulär ekonomi. Leasing modeller för råmaterial borde stimulera återvinning eftersom användaren måste återbörda materialen när produkten slutar att fungera. Detta är ett område som borde analyseras och konsekvenserna utredas.

4.9 Forskningsbehov: Hållbara Mineral- och Metallflöden

4.9.1 Nuläge

Sverige är över lag ett forskningsintensivt land och forskning kring metaller och mineral, metallutvinning, metallåtervinning, och hur metaller nyttjas har traditionellt haft en stark position i Sverige. Precis som i andra sektorer i Sverige står sektorns företag för en stor del av de forskningsinvesteringar som sker inom landet. Det är en av sektorns styrkor, och en av anledningarna till vår framstående position inom råmaterial är en stark samverkan mellan akademi, näringsliv och offentlig verksamhet. Samverkan mellan gruvbolag, teknikleverantörer, återvinningsindustri, institut och universitet har bidragit till att Sverige utvecklat en hållbar metallframställning och återvinningsindustri som ofta tar ledning internationellt.

Sverige har en god bas inom akademisk forskning kopplad till området. Akademisk forskning finns inom alla områden kopplat till metallförsörjning och materialflöden, vid ett flertal olika lärosäten som bl.a LTU, KTH, Chalmers m.fl och en stor del av forskningen sker i samverkan. Förutom forskning vid universitet och högskolor bedrivs även forskning kring mineral och metallutvinning vid instituten i Sverige där SWERIM med metallurgiskt fokus är en viktig aktör. Även Jernkontoret som samlar alla aktörer specifikt för stålindustri och har en lång tradition av metallurgisk forskning och fokuserar på ett antal forskningsområden varav ett är restprodukter från

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

ståltillverkning och hur dessa metaller och mineral i restprodukter kan tas tillbaka in i kretsloppet. *Minerals and Metals Recycling Research Center (MiMeR)* vid Luleå tekniska Universitet var ett kompetenscentrum finansierat av Vinnova och näringslivet som under 10 års tid fokuserat tittade på metallåtervinning från bi- och restprodukter för att skapa hållbara metallflöden. I forskningspropositionen 2008 lanserades de strategiska forskningsområdena (SFO)²³ och ett område med fokus på *Hållbart nyttjande av naturresurser* vid Luleå tekniska Universitet beviljades vilket lett till en långvarig satsning på metallutvinning och återvinning (*Center of Advanced mining and metallurgy*²⁴) med fokus på behovsmotiverad grundforskning längs mineral och metallvärdekedjan. SFO satsningen har lett till att Sverige kunnat bygga upp en kritisk massa inom forskningsområdet och lett till ett ökat fokus på hållbarhet, samt ökade kunskap och förståelse för komplexa fenomen och processer.

Under de senaste 20 åren har ett antal färdplaner för svensk forskning inom metall och mineral utvecklats. Genom den offentliga satsningen på strategiska innovationsagendor²⁵ skrevs under åren 2012 – 2016 ett antal innovationsagendor kopplade till metall och mineralområdet och hållbart materialnyttjande. Agendorna definierar forsknings-behov och utmaningar inom området samt stakar ut vägar för att lösa dessa. Agendorna var grunden till de strategiska innovationsprogrammen, där tre stycken kopplar till hållbara mineral och metallflöden: *Swedish Mining Innovation*²⁶ och *Metalliska Material*²⁷ *RE:Source*²⁸ finansierade genom Vinnova, Energimyndigheten och Formas och medverkande näringsliv. Inom programmen har agendorna därefter uppdaterats i takt med förändring i samhället och utmaningar

4.9.2 SGUs forskning

SGU har ansvar för att stödja geovetenskaplig tillämpad forskning och riktad grundforskning vid svenska universitet, högskolor, forskningsinstitut och myndigheter med forskningsuppdrag.

Forskning och utveckling är grunden för att föra geovetenskapen och dess tillämpningar framåt. Syftet med forskningsstödet är att möta samhällets behov av tillämpad geologi och bidra till en hållbar utveckling. Det är regeringen som beslutar hur mycket medel som SGU kan dela ut som stöd till geovetenskaplig forskning, sedan många år ca 6 MKr.

SGU bedriver också eget forsknings- och utvecklingsarbete samt deltar i olika nätverk och samarbetsprojekt, bland annat genom samarbete med universitet och högskolor. Detta arbete sker via externfinansiering, bland annat från EU.

²³ Regeringens proposition 2008/09:50: Ett lyft för forskning och innovation

²⁴ <https://www.ltu.se/centres/o/camm>

²⁵ Agendor för de strategiska innovationsprogrammen, Vinnova

²⁶ Swedish Mining Innovation - Innovation programme for mining and metal producing industry

²⁷ Metalliska Material

²⁸ Re:Source (resource-sip.se)

4.9.3 Forskning om materialflöden och miljöpåverkan ur ett systemperspektiv

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, Mistra, finansierar ett antal forskningsprogram med hög relevans för området vilka samlar svenska universitet (exempelvis Chalmers, Linköping, Uppsala och Lund), institut och näringsliv. Bland dessa kan nämnas Mistra *Closing the loop*, Mistra REES (*Resource efficient and effective solutions*), Mistra *Geopolitics*²⁹. Vidare kan nämnas mångåriga Energimyndighetens satsning på batteriforskning³⁰. Inom ramen för EU:s finansiering av forskning och innovation finns programmen *Horizon Europe*, *Horizon 2020* samt *EIT Raw materials* där svenska forskare deltar i europeiska samarbeten. Exempelvis pågår arbete med att kartlägga användningen av kritiska råvaror i EU både historiskt och framåtblickande (FutuRaM, 2022³¹) samt utveckla kurser om metoder för bedömning av kritikalitet (CritiCalc³², 2022).

4.9.4 Framtida forskningsbehov

För att säkra hållbara mineral- och metallflöden i Sverige och Europa krävs ett bibehållet starkt forskningskluster med möjlighet till forskning på flera nivåer. En fortsatt långsiktig och utökad finansiering av mer grundläggande forskning, liknande det tidigare strategiska forskningsområdet vid Luleå tekniska Universitet är ett måste för att kunna möta dagens och framtida utmaningar. Fortsatt satsning på innovation och samverkan, liknande de strategiska innovationsprogrammen är också en förutsättning för att ta idéer vidare i samverkan mellan aktörer.

Ovan nämnda satsningar är av vikt för att bibehålla en kritisk massa av forskare inom området, vilket också är av stor vikt då det gäller kompetensförsörjningen av specialister inom området men också för att kunna behålla och utveckla grundutbildning.

Det finns också ett antal mer specifika områden där Sverige behöver stärka och vidareutveckla sin kompetens. Eftersom fokus traditionellt varit på basmetaller och järn och stål, behöver forskningsansträngningar kring utvinning och återvinning av andra metaller, specifikt innovationskritiska metaller som är centrala för den gröna omställningen, utökas.

För att säkra utvinning/återvinning av innovationskritiska metaller krävs utökad forskning inom olika tekniker för utvinning och hur komplexa materialströmmar kan hanteras effektivt och säkert. Både mer tillämpad och grundläggande forskning krävs här för att optimera och vidareutveckla dessa områden som generellt ligger i tidiga forskningsfaser. Systemperspektivet är också av stor vikt för att inte suboptimera av

²⁹ <https://www.mistra.org/forskningsprogram/>

³⁰ <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/forskning/elsystem/batteri-fondsprogrammet/>

³¹ <https://cordis.europa.eu/project/id/101058522>

³² <https://eitrawmaterials.eu/project/criticalc-criticality-lifelong-learning-course/>

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

olika processer och tekniker skall skapa problem i andra delar av värdekedjan. Ett annat område där forskningen bör intensifieras är hantering av avfall och biprodukter från gruv- samt metallurgisk industri vilket blir allt viktigare när vi avser sträva mot en cirkulär ekonomi.

Sammantaget har Sverige en god utgångspunkt när det gäller forskning kring mineral och metaller som behöver bibehållas samt utökas inom vissa områden för att specifikt ligga i framkant inom kritiska metaller och se till att vi skapar hållbara mineral och metallflöden.

5. Förslag

5.1 Expertgruppen lämnar härmed följande kortsiktiga förslag.

5.1.1 Översyn av lagstiftning

Gruppen föreslår en översyn av all lagstiftning som berör avfall, avfallstransport, etc. som berör kritiska eller strategiska mineral och metaller ur ett innovationsperspektiv. Gruppen föreslår vidare att det i denna översyn också ligger ett ansvar att göra relevanta avvägningar mellan ekonomi, försörjningstrygghet, stimulans av återvinning och återbruk och miljö i enlighet med energi/miljöpolitikens mål.

En stor del av dagens lagstiftning är en skyddslagstiftning och är idag hämmande för utveckling mot ökad cirkularitet. Många återvinningsprocesser fokuserar på vad som är lönsamt/ lägsta kostnaden beroende på vem som är ägaren av materialet eller om det finns procentuella återvinningskrav i Producentansvarslagstiftningen. Gruppen föreslår att det bör utredas så att lagstiftningen fokuserar på vad som är samhällsviktigt, konkurrenskraftigt och på kvalitet, inte som idag på en hög återvinningsprocent.

Översynen bör ske mot bakgrund av att existerande lagrum, förordningar och direktiv som hämmar och försvårar återvinning, mer-utnyttjande och utveckling som stödjer övergången till mer cirkulära lösningar. Exempel på lagstiftning som bör genomlysas är följande:

- Miljöbalken: här bör dels möjligheten att tillåta temporära, mobila anläggningar, för återvinning ses över för att öka lokal återvinning, en möjlighet att påverka bedömningspraxis så att hushållningsaspekten uppvärderas i förhållande till försiktighetsaspekten vid miljö-prövningar bör även utredas.
- Aktiebolagslagen: ett rapporteringskrav om användning av kritiska metaller men även så kallade konfliktmineral bör utredas, särskild hänsyn bör här tas till vilka brytpunkter som skall anges för rapporteringskraven.
- Avfallslagstiftningen: en allmän översyn av all avfallslagstiftning från ett återvinnings-perspektiv bör snarast genomföras, i synnerhet bör möjlighet till kommersiell upp-gradering av deponerat material, slaggar, varp etc utredas och i synnerhet hur relationen mellan avfallslagstiftningen och Produktlagstiftningen (REACH, CLP, etc.) ser ut. Klassningen av olika material som avfall försvårar idag möjligheterna till att ersätta jungfruliga råvaror med återvunna.
- Avfallstransporter: transporter även mellan EUs medlemsstater är komplicerat. Varje medlemsstat kan inte investera i anläggningar för återvinning av innovationskritiska metaller som neodym (Nd) dysprosium (Dy) och litium (Li). Centrala uppabetnings-anläggning i EU kan det investeras i om tillgången på material från flera länder säkerställs.
- Möjligheten att lagstifta kring kvalitet i återvinningskedet för att stimulera till funktionell återvinning och undvika nedgradering bör utredas, här kan t ex en idé om material/materiel i tekno sfären som "insatta i en materialbank"

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

användas som ledstjärna, målet blir då att få ut så mycket värde som möjligt från "insatt" material och på detta sätt undvika nedgradering (*downcycling*)

- Ecodesigndirektivet och batteriförordningen (blir direktverkande i svensk lag när den kommer) bör implementeras/anpassas med inriktning på möjliga krav på minimilivstid, reparerbarhet, reservdelar och kompatibilitet
- Hur offentlig upphandling kan stödja övergången till cirkulariet bör utredas, härvid bör kriterier som skulle kunna användas i Sverige prioriteras, t ex:
 - Design i) Reparerbarhet ii) Livslängd iii) Tillgång till reservdelar.
 - Råvaror: i) Återvunna, ii) Ursprungsmärkning iii) Behov av innovationskritiska mineral och metaller

5.1.2 Kartering av olika typer av avfall

Gruppen föreslår att SGU bör få ett utökat uppdrag att systematiskt kartera även gruvavfall som en del i deras kartläggningsarbeten och att Naturvårdsverket får i uppdrag att systematiskt kartera annat avfall med metallinnehåll. Det bör inte vara tillfälliga medel utan permanent resurs-tillskott till basanslaget.

5.1.3 Kartera användning av innovationskritiska mineral och metaller

Gruppen förslår att flödet av samtliga innovationskritiska mineral och metaller i samhället karteras. Speciellt fokus bör ligga på behoven för tillverkningsindustrin, förekomster i produktledet och produkternas end-of life. Genom utvecklad kunskap kan hållbara punktinsatser för ökad återvinning ske, vilket med tanke på de ofta låga halterna i produkter bör kopplas till industriell symbios. Ett stöd för sådan återvinning vore att etablera spårbarhetssystem för produkters innehåll. Här bör det läggas ett uppdrag på relevant organisation att uppskatta hur samhällets "materialbanken" ser ut idag samt att fram en prognos på avfallsmängder och innehåll, dvs när och vilka mängder kommer de nuvarande produkterna i samhället nå sin slutliga livslängd (*End-of-life*) och bli tillgängliga för återvinnig.

5.1.4 Följa arbetet med metallstandarder

Gruppen föreslår att det avsätts resurser för att undersöka hur svenska aktörer bäst kan delta aktivt i arbetet kring metallstandarder på EU-nivå, hur lämplig kompetens för offentlig mottagarkapacitet kan byggas upp i det offentliga samt hur överenskomna standarder kan implementeras i en svensk kontext. Tydliga standarder är nödvändigt för att bolag inte ska bötfällas för *greenwashing* och våga göra investeringar.

För närvarande pågår ett antal initiativ i Europa kring möjligheten att öka spårbarhet och det växlande ägandet i de olika metallförsörjnings-kedjorna. Dessa initiativ, t ex CERA på Europeanivå och Tracemet i Sverige är centrala och viktiga för hur samhället långsiktigt ser på metallers sociala och ekologiska hållbarhet (inklusive klimatavtryck). Flera initiativ finns men någon konsensus har ännu inte nåtts om hur sådan ursprungsmärkning kan implementeras. Expertgruppen föreslår således att någon myndighet, t ex Tillväxtverket eller SGU får i uppdrag att följa denna utveckling och vid

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

tillfälle lämna förslag på vilken ursprungsmärkning som bör rekommenderas och hur detta skall göras.

5.1.5 Utred en ökad aktivering av Sverige på den internationella cirkulära arenan

Gruppen föreslår att det genomförs en utredning som föreslår hur Sverige skall aktiveras på den internationella cirkulära arean. Med den starka tekniska och kommersiella position svensk gruv- och metallnäring har finns alla möjligheter att ta ledande position i skapandet hållbara cirkulära eko-system. Detta kräver dock både politiskt och vetenskapligt engagemang i internationell utveckling av regler, standarder, lagstiftning, affärsekosystem och tekniska lösningar.

Gruppen föreslår att ovanstående utredning också rekommenderar hur Sverige bäst skall profileras och på bästa sätt växelverka med andra länder via internationell samverkan för industri, akademi och organisationer.

5.1.6 Genomför en översyn av myndighetsstrukturen

Gruppen föreslår en översyn över myndighetsstrukturen på mineral, metall- och material-områdena. Härvid bör en renodling av SGU till forskande myndighet utan tillsynsansvar ske och att reglerings- och tillsynsmyndigheten Bergsstaten separeras från SGU som forskande myndighet. Gruppen föreslår vidare att möjligheten att skapa en "Material-myndighet" med Energimyndigheten som förebild utreds skyndsamt. Bergsstatens roll och organisatoriska tillhörighet bör vara en del av en sådan utredning

En Materialmyndighet kan verka för att på kort och lång sikt trygga tillgången på innovationskritiska material och ökad återvinning. I detta ansvar skulle ligga att göra avvägningar mellan ekonomi, trygghet och miljö i enlighet med relevanta politiska mål.

Att säkra tillgång till råvaror har blivit allt viktigare allteftersom det globala behovet ökar. Samtidigt pågår strömningar i många länder att dessa råvaror bör hushållas med samt att de skall framställas på ett ansvarsfullt sätt. Ofta framställs återvinning som lösningen på den resursproblematik som uppstår men det är tyvärr omöjligt i en växande ekonomi där tillväxten är den drivande faktor.

Det är väl känt att inte ens 100% återvinning kommer att täcka behovet även vid moderat tillväxt om 4%. Om de material som är kritiska för t. ex. den gröna omställningen av energisektorn studeras är den förväntade tillväxten i efterfrågan betydligt högre. Slutsatsen är att antingen måste tillväxten minska, ökande mängder primärt material tillföras eller resurserna hanteras på ett mer ansvarsfullt sätt genom en kombination av t ex substitution, ökad användningstid och återvinning. Om innehållet av IKM i produkter minskar och därmed även det inneboende ekonomiska värdet, kan det minskade ekonomiska incitamentet för återvinning behöva kompenseras på annat sätt.

För att adressera helhetsfrågorna kring materialförsörjning är det sannolikt att det behövs ett övergripande ansvar och kontroll. Som exempel kan man nämna att på energisidan finns energimyndigheten för att säkerställa både forskning, kunskap och hur Sveriges energisystem bör hanteras mer generellt. Ett liknande system för råvaror, och då kanske främst metaller som är lättast, vore ett stort steg framåt. Idag är antalet

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

aktörer med varierande drivkrafter alldeles för många och ett samlat grepp för att säkra Sveriges tillgång till material finns inte. En grundförutsättning i råvarutillgången är att koordinera jungfrulig framställning och återvinning. Teknikerna är ofta liknande men behöver utvecklas. Det behövs i allmänhet inte fler systemstudier utan snarare behövs stöd till verksamheter som verkligen utvecklar mer effektiva och lönsamma tekniker för tillvaratagande av mer och fler av de metalltillgångar vi har. En separat, oberoende aktör skulle kunna samordna ett sådant arbete på ett bra sätt.

5.1.7 Materialdeklaration

Gruppen föreslår att en materialdeklaration motsvarande energi-deklarationen där en produkts innehåll av kritiska material synliggörs utreds dock med hänsynstagande till EU:s cirkulära färdplan och företagets rimliga behov av IP.

För att ge den enskilda medborgaren verktyg att göra bra val vid konsumtion går det även i det fallet att inspireras av energisektorn. Där har det sedan många år funnits ett energiindex på vitvaror. Det hjälper konsumenten att välja energisnåla produkter och bidrar på så sätt både till en förbättrad privatekonomi och till att öka Sveriges möjligheter att minska energiberoendet. På samma sätt skulle man kunna införa ett materialindex. Där skulle faktorer såsom, sällsynthet, produktionsteknik, mängd återvunnet material och etiska överväganden såsom barnarbete kunna ingå. Det är en bra tanke att dessa index skulle hanteras av den övergripande centrala myndigheten som beskrivs ovan. I sammanhanget måste dock producenternas rimliga krav på företagsspecifik kunskap och IP beaktas.

5.1.8 Genomför den svenska batteristrategin

Gruppen föreslår att resurser avsätts för att tillse att den svenska batteristrategin och de förslag som tagits fram i regeringsuppdraget om Sveriges roll i den hållbara europeiska batterivärdekedjan (Batteriuppdraget) genomförs på ett sätt så att de svenska möjligheterna i form av fyndigheter och teknologi för förädling och återvinning tas tillvara.

5.1.9 Genomför en översyn avseende kvotplikt

Gruppen rekommenderar en översyn av frågan avseende införande av kvotplikt för innovationskritiska metaller. I översynen måste man ta i beaktning tillgång på återvunna IKM inom EU och framtida EU lagstiftning på området. Särskilt måste hänsyn tas till hur kvotplikt samverkar/motverkar mål och strategier för längre livslängder och återanvändning av produkter.

Gruppen rekommenderar vidare avseende införande av kvotplikt för metaller att reglerna vara EU-gemensamma; att det finns några grundämnen har förutsättningar för krav på kvotplikt som Neodym (Nd, starka magneter) och litium (Li-jonbatterier); att om kvotplikt införs bör procentkraven vara låga inledningsvis men öka på ett förutsägbart sätt så att nödvändiga investeringar har förutsättningar för att kunna skrivas av under brukstiden; att Sverige agerar på EU-nivå för fördjupade utredningar med syfte att införa kvotplikt för vissa innovationskritiska metaller.

5.1.10 Skapa en svensk arena med internationell utblick för att stimulera cirkulära flöden

Gruppen föreslår att det skapas en arena där svenska aktörer kan mötas för att skapa cirkulära flöden för innovationskritiska mineral och metaller. Det kan göras via existerande exempel och paralleller som befintliga plattformar likt *Nordic Circular Hotspot* (<https://nordiccirculararena.com/>), *AIMday* (<https://aimday.se/collaborations/>), *Swedish Life Cycle Center* (<https://www.lifecyclecenter.se/>), (FN-organ som ([https://unece.org/trade/Circular Economy](https://unece.org/trade/Circular%20Economy)) eller *World Circular Economy Forum* (WCEF) med flera. Det finns även ett likartat förslag avseende batterier i Batteriuppdraget.

Att det behövs mer samverkan och det är en framgångsnyckel för att erhålla synergier är väl känt. Det finns också en del mindre framgångsrika ansatser att ta lärdom från som t ex återbruk av byggmaterial, plast etc samt en del goda exempel tex plast i Finland.

5.2 Expertgruppen lämnar härmed följande långsiktiga förslag:

5.2.1 Öka incitament för merutnyttjande

Gruppen föreslår ändrad reglering som skapar incitament för en bred satsning på merutnyttjande av tidigare deponerat material och på kvalificerat återbruk (reglering) samt att omfattande forskningsmedel tillskjuts för en bred satsning på merutnyttjande av tidigare deponerat material (forskningssatsning).

5.2.2 Öka forskningsmedel till relevant teknik

Gruppen föreslår vidare att omfattande forskningsmedel tillskjuts för material- och energiåtervinning dvs både för hydro- och pyrometallurgi för upparbetning av återvunna metaller och för återvinning av avfall från exempelvis sopförbränning.

Expertgruppen föreslår inledningsvis en genomgång av för området relevant forskning genomförs och följs upp, t ex genom ett uppdrag som definieras av Jernkontoret, Svemin eller Återvinningsindustrierna och som genomförs som ett konsultuppdrag. I uppdraget bör även ingå att säkerställa att statistik på var innovationskritiska mineraler och metaller används, hur mycket som används och hur länge de används i teknosfären i Sverige ingå (se kartläggning ovan)

Genomgången bör sedan följas upp genom tillskapandet av omfattande forskningsmedel för att stödja ökad forskning inom området, prioriterade områden är:

- Hur bibehålla kvalitet vid återvinning och minska nedgradering (down-cycling)
- Hur separera komplext återvunnet skrot för att bibehålla kvalitét i materialet
- Hur minimera volymer och demonteringsbehov, typ bilelektronik

5.2.3 Stötta pre-industriell metodutveckling

Gruppen föreslår att industriell utveckling av modeller och metoder som uppabetar kritiska metaller från avfallsflöden stöttas. För att nå framgång behövs såväl sorteringsmetoder, separationsmetoder (t ex kemisk hydrometallurgi, förfinad bildanalys, online röntgen-flouescens), digitalisering, spårbarhet och integration till befintlig industri och värdekedjor.) I satsningen bör även industriell utveckling av metoder som uppabetar kritiska metaller från avfallsflöden. För att nå framgång behövs såväl sorteringsmetoder, separationsmetoder (t ex kemisk hydrometallurgi, förfinad bildanalys, online röntgenflouescens), digitalisering, spårbarhet och integration till befintlig industri och värdekedjor.

Gruppen föreslår också att industriell uppbyggnad av nya anläggningar och testbäddar för att sluta cirkulära flöden stöttas då sådana saknas för många av metaller och ämnen. Det innebär ett stöd till industriella-offentliga partnerskap (public private partnerships) för uppbyggnad av nya testbäddar och anläggningar för att sluta cirkulära flöden. Sådana saknas idag för många av metaller och ämnen.

Ett första steg är att acceptera att i många stycken är det nuvarande svenska bidraget icke-cirkulärt: metall exporteras eller importeras och cirkuleras inte på svensk mark. Den i de stora mängderna fungerande skrotåtervinningen som sker i svensk regi fokuserar på järn, aluminium och koppar metaller. De ämnen som flödar i mindre mängd, ofta de innovationskritiska materialen, kommer endast undantagsvis fångas upp och cirkuleras, normalt genom export till andra länder. Det som inte fångas upp kommer spädas ut eller deponeras utan kunskap om var de tar vägen och utan framtida möjlighet att återföra dem till det aktiva affärsekosystemet.

5.2.4 Utbildning

Gruppen föreslår att medel tillförs eller allokteras så för att skapa ett fokus på utbildning, studentrekrytering och kompetensförsörjning avseende jungfrulig och sekundärt baserad framställning av innovationskritiska mineral och metaller samt att såväl grund- som forskarutbildning och livslångt lärande beaktas. Ett alternativ är att detta infogas som en del av Energimyndighetens – eller en materialmyndighets enligt ovan – nya uppdrag om kompetensförsörjning³³.

Gruppen föreslår vidare att forskning, innovation och implementering av, sannolikt, ny teknologi som signifikant reducerar eller substituerar användningen av innovationskritiska metaller och mineral befrämjas. Sådant stöd finns till del redan idag hos t ex Energimyndigheten (drivet av energibesparingar), men behöver byggas ut.

³³ <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2022/09/uppdrag-att-samordna-kompetens-forsorjning-for-elektrifieringen>

6. Medlemmar i expertgruppen

Följande personer har deltagit i expertgruppens arbete:

Namn, Organisation, Mailadress

Per Storm, Mahive Minerals AB, per.storm@mahvieminerals.se (ordförande)

Erika Ingvald, SGU, erika.ingvald@sgu.se

Christer Forsgren, Stena Recycling, ch.forsgren@polyfor.se

Jan Wikström, Region Uppsala, jan.wikstrom@regionupsala.se

Maria Ljunggren, Chalmers, maria.ljunggren@chalmers.se

Mikael Höök, Uppsala Universitet, mikael.hook@geo.uu.se

Linnea Petersson, Volvo Cars, linnea.petersson@volvocars.com

Jenny Greberg, LKAB, jenny.greberg@lkab.com

Charlotte Andersson, LTU, charlotte.andersson@ltu.se

Katarina Nilsson, Svemin, katarina.nilsson@svemin.se

Kalle Pelin, RISE, kalle.pelin@ri.se

Appendix 1. Ordlista

Anrikning

Process för separation av olika ämnen i en blandning eller lösning för att öka koncentrationen av ett specifikt ämne. Vad avser koppar och zink omfattar processen bland annat krossning, malning och flotation.

Basmetaller

Benämning innefattande bly, koppar, tenn och zink.

Bearbetningskoncession

Tillstånd för att bearbeta en mineralfyndighet. Bearbetningskoncession är ofta tidsbestämd och beviljas av myndigheten Bergsstaten i Sverige. Utöver detta tillstånd krävs även miljötillstånd, tillstånd enligt plan- och bygglagen och en markanvisning för att starta gruvverksamhet.

Brytning

Losstagning av berg eller malm i dagbrott eller underjordisk gruva. Sker vanligtvis genom borrhning och sprängning.

Mineralisering

Koncentration av potentiellt ekonomiskt intressanta mineraler, till exempel koppar, zink, bly och guld. Prospekteringsprojekt värderas ofta utifrån deras potentiella mineralisering.

Mineralreserver

I de fall som en noggrann studie visat att en utvinning blir lönsam, kallas den utvinnbara delen av en tillgång för mineralreserv. En utsaga om mineralreserv är alltid behäftad med osäkerhet på grund av möjliga ändringar i brytningsstart, priser, lagstiftning, teknologi, produktionskostnader och annat. Därmed kan också en tillgångs mineralreserv ändras över tiden.

Mineraltillgångar

En mineraltillgång avser en mineralisering som klassificeras i olika grad i förhållande till kännedom som antagen, indikerad eller känd. Beräkning och klassificering av mineral-tillgångar sker genom utlåtande från en kvalificerad person (på engelska: *qualified person*).

Miljötillstånd

Expertgruppen för hållbara mineral- och metallflöden

Gruvor ska uppfylla samma miljökrav som annan industriell verksamhet. I Sverige finns regler i miljöbalken som gäller för gruvor som för annan verksamhet som har inverkan på miljön. I denna prövning ingår en miljökonsekvensbeskrivning. Mark- och miljödomstolen bestämmer villkoren för verksamheten, till exempel buller, damning, upplagsplatser med mera. Gruvverksamhet i övriga Norden omfattas av liknande processer och regelverk.

Prospektering

Prospektering omfattar processen att söka efter och identifiera mineraliseringar.

Specialmetaller

Benämning på särskilda metaller och legeringar som förekommer inom avancerade teknikkomponenter, däribland kobolt, nickel och titan.

Undersökningstillstånd

Rätt att undersöka ett område efter förekomsten av brytvärda mineral. Undersökningstillstånd ska avse ett bestämt område, som inte får vara större än att innehavaren av tillståndet kan antas ha möjlighet att undersöka det på ett ändamålsenligt sätt och som i övrigt ska ha en för ändamålet lämplig form.

Ädelmetaller

Benämning innefattande bland annat guld, silver, platina och palladium.