



Þessi grein birtist upprunalega á þýsku 44/2021 (October 30th, 2021) útgáfu DER SPIEGEL.

Skítugi sannleikurinn um græna tækni

Verið er að nýta fátæka suðurhluta jarðarinnar til að hið ríka norður geti farið yfir í sjálfbærni í umhverfismálum. Verið er að eyðileggja heilu svæðin til að tryggja auðlindir sem þarf til að framleiða vindmyllur og sólarcellur. Eru til valkostir?

Hver eining (vindmylla) þarfnast sements, sands, stáls, sink og ál og mikiðs magn kopars: fyrir rafalinn, fyrir gírkassann, fyrir spennistöðina og fyrir endalausú kapalstrengina. Um það bil 67 tonn af kopar er að finna í meðalstórri vindmyllu. Til að ná þessu magni af kopar verða námumenn að grafa næstum 50.000 tonn af

jarðvegi og bergi, um það bil fimm sinnum þyngrri en Eiffeltúrninn. Málmgrýtið er tætt, malað, skolað og hreinsað. Niðurstaðan: mikil náttúra eyðilögð fyrir litla græna orku.

„67 tonn af kopar er að finna í meðalstórri vindmyllu. Til að ná þessu magni af kopar verða námumenn að grafa næstum 50.000 tonn af jarðvegi og bergi.“

Heimsókn til Los Pelambres námuna í norðurhluta Chile gefur skýra sýn á stærðina sem um er að ræða. Þar er ein stærsta koparútfelling heims, risastór grár gígur í 3.600 metra hæð (11.800 fet). Jörðin hér er full af málmgrýti. Tæp 2 prósent af koparframleiðslu heimsins koma úr þessari einu gryfju.

Flutningabílar, með 3.500 hestafla vélar, flytja margra tonna hlöss að brautunum sem liggja að námunni. Grjótið eru flutt með færibandi tæpa 13 kílómetra (8 mílur) inn í dalinn, þar sem koparinn er unninn úr berginu. Þessi vinnsla krefst gífurlegrar raforku og vatns, sem er sérstaklega dýrmæt vara á þessu þurra svæði.

Vinnslan er rekið af Antofagasta, Chile-námufyrirtæki í London sem á 60 prósent í námunni. Fyrirtækið byggði vatnsaflsvirkjun árið 2013, nær eingöngu til að sjá Los Pelambres fyrir rafmagn. Bændur mótmæltu því og hafa kennt verkefninu um vatnsskort á svæðinu.

Nú stefnir þó í að náman verði enn stærri. Fyrirtækið dælir auknu magni af vatni unnið úr sjó frá Kyrrahafsströndinni þvert yfir landið. Forráðamenn fyrirtækja vona að þetta geri þeim kleift að reka námuna áfram í nokkur ár í viðbót. Þegar öllu er á botninn hvolft er búist við að eftirspurn eftir kopar á heimsvísu muni vaxa gríðarlega, fyrir rafmagnskapla og rafmótora. Og fyrir vindmyllur.

Miklar vonir eru bundnar við að hægt sé að nota græna tækni til að bjarga loftslaginu, en sú björgun felur í sér að jörðin verði svipt dýrmætum auðlindum. Og þetta er þversögnin á bak við það sem er talið mikilvægasta verkefni hins iðnvædda heims um þessar mundir: alþjóðleg orkuskipti.

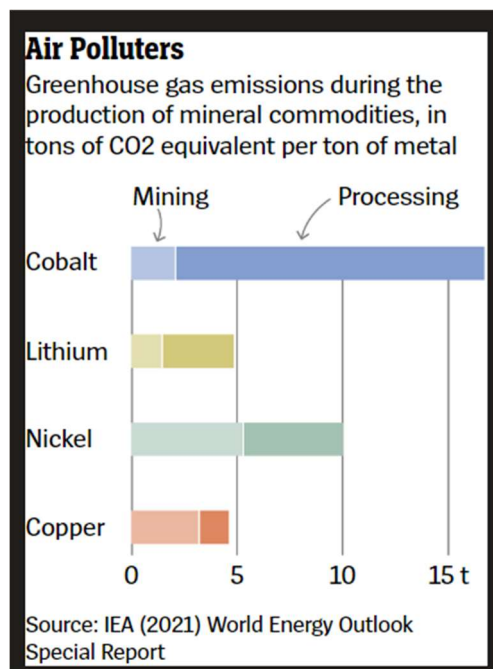
Vandamálið, sem kemur æ betur í ljós, er einnig í huga þeirra um 25.000 fulltrúa á heimsloftslagsráðstefnunni sem nú stendur yfir í Glasgow. Auðlindir í fátæka suðurhellingi jarðarinnar eru nýttar til að hið ríka "norður" geti farið yfir í umhverfislega sjálfbærni. Að minnsta kosti til lífsstíls sem virðist sjálfbær. Mathis Wackernagel, auðlindafræðingur sem býr í Kaliforníu, lýsir því sem hörmulegri þróun. „Við höfum ekki hugsað um framtíðina,“ segir hann.

Wackernagel, sem fæddist í Basel í Sviss árið 1962, er einn af áhrifamestu persónum umhverfishreyfingarinnar. Hann skapaði tvær myndlíkingar sem hafa áhrif á hugsun um sjálfbærni um allan heim.

Ein er hugmyndin um umhverfisfótsporið sem gefur til kynna hversu mikið land- og hafsvæði þarf til að endurnýja þær auðlindir sem við höfum neytt. Samkvæmt útreikningum Wackernagel þyrfti 1,75 jarðarplánetur til að plánetan endurnýi sig. Ef allt fólk á jörðinni ætti að haga sér eins sóun og íbúar Þýskalands, myndi það næstum krefjast þriggja jarðar.

Hinn er "Dagur ofnýttar jarðar", sem markar þann dag á hverju ári þegar mannkynið hefur notað eins mikið af auðlindum og plánetan getur endurnýjað á ári. Í ár rann sá dagur upp 29. júlí. Samlíkingarnar tvær þjóna til að undirstrika aðaláherslu Wackernagels: "Við erum að nota auðlindir framtíðarinnar til að borga fyrir núíð."

Hann á við að daglega neyslu á um 90 milljónum tunna af hráolíu, nýtingu lands fyrir byggingar, vegi eða ræktanlegt land – og einnig nýtingu jarðefnaauðlinda. Wackernagel segir líffræðilegu innstæðuna takmarkaða og að menn verði að ákveða í hvað þeir vilji nota það. Ef við notum það til að vinna kopar, þá verður það til dæmis ekki í boði fyrir ræktun á rófum. Hann segir að það sé skammsýni að halda að allt sem við þurfum að gera til að vernda umhverfið sé að skipta jarðefnaeldsneyti heiminn út rafmagni og skipta út sex strokka Jaguar fyrir rafhlöðuknúna Tesla.



Fáir eru meðvitaðir um þessa staðreyndir þar sem þeir keyra rafknúna farartæki sitt, nota rafmagn frá vind- eða sólarorku eða hafa litíumjónageymslu í kjallaranum - sem gerir þeim kleift að líða eins og brautryðjendum í sjálfbærni. Margir skilja ekki hversu gríðarlega mengandi framleiðsla hráefna sem græna tæknin er unnin úr í raun og veru. Hver vissi til dæmis að 77 tonn af koltvísýringi losna við framleiðslu á einu tonni af neodýmium, sjaldgæfum jarðmálmi sem er notaður í vindmyllur? Til samanburðar: Jafnvel framleiðsla á einu tonni af stáli losar aðeins um 1,9 tonn af CO₂.

Tæpum 50 árum eftir að bandaríski vísindamaðurinn Donella Meadows og félagar vöruðu við "takmörkum vaxtar" í skýrslu sinni til Rómarklúbbsins, er ofnýting náttúrunnar að ná óvæntri nýrri vídd.

„Hver vissi til dæmis að 77 tonn af koltvísýringi losna við framleiðslu á einu tonni af neodýmium, sjaldgæfum jarðmálmi sem er notaður í vindmyllur? Til samanburðar: Jafnvel framleiðsla á einu tonni af stáli losar aðeins um 1,9 tonn af CO₂.“

Hin mikla eftirspurn fyrir hráefni hefur stöðugt verið vanmetinn þáttur í allri þeirri tækni sem stefnt er að til að hjálpa til við að gera heiminn sjálfbærari. Vindmyllur, ljósvakakerfi, rafbílar, litíumjónarafhlöður, háspennulínur og efnarafal eiga það sameiginlegt að nota óhugsandi mikið magn af hráefnum í framleiðslu þeirra.

Í sólarcellugarði sem er 1.000 sinnum 1.000 metrar eru um 11 tonn af silfri. Einn Tesla Model S inniheldur jafn mikið af litíum og um 10.000 farsímar. Rafbíll þarf sex sinnum meira af mikilvægum

hráefnum en brunavél – aðallega kopar, grafít, kóbalt og nikkel fyrir rafhlöðukerfið. Vindmylla á landi inniheldur um það bil níu sinnum fleiri af þessum efnum en gasorkuver með sambærilega afköst.

Það eru sértakir eiginleikar sem þarf í þessa tækni sem gera þessa málma svo eftirsóknarverða. Kóbalt og nikkel auka orkuþéttleika rafhlöðu. Neodymium magnar upp segulkrafta í vindraftstöðvum. Platína flýttir fyrir ferlum í rafeldsneyti og iridium gerir það sama fyrir rafgreiningartæki. Leiðni kopars skiptir máli í hverri rafstöð. Um 150 milljónir tonna af kopar eru settar í raflínur um allan heim. Og mannkynið er aðeins í upphafi orkuskipta sinna.

Samkvæmt útreikningum Alþjóðaorkumálastofnunarinnar (IEA) mun eftirspurn á heimsvísu eftir mikilvægum hráefnum fjórfaldast til ársins 2040 - ef litíum er að ræða er gert ráð fyrir að eftirspurnin verði allt að 42 sinnum meiri. Samkvæmt IEA yfirmanni Fatih Birol eru þessi efni að verða „nauðsynlegir þættir í framtíðar grænu alþjóðlegu orkukerfi“.

Á starfsferli sínum hefur Birol, sem er með doktorsgráðu í orkuhagfræði, aldrei þurft að takast á við þessi efni fyrr en nýlega. Áherslusvið hans hafði alltaf verið olía og gas, fyrst sem sérfræðingur hjá OPEC og síðar hjá IEA, stofnað í París árið 1974 af neyslulöndunum til að bregðast við fyrstu olíuverðskreppunni. Kreppan sýndi sársaukafullt hversu háðir þeir voru orðnir háðir fáum framleiðsluríkjum.

„Einn Tesla Model S inniheldur jafn mikið af litíum og um 10.000 farsímar. Rafbíll þarf sex sinnum meira af mikilvægum hráefnum en brunavél – aðallega kopar, grafít, kóbalt og nikkel fyrir rafhlöðukerfið. Vindmylla á landi inniheldur um það bil níu sinnum fleiri af þessum efnum en gasorkuver með sambærilega afköst.“

Næstum hálfri öld síðar er Birol nú að fylgjast með því hvernig iðnríkin eru að verða háð á nýjan leik - ekki olíu, heldur málmum. Og það gæti reynst enn alvarlegra.

Margar af þessum mikilvægu vörum koma frá fáum löndum. Indónesía og Filippseyjar ráða um 45 prósent af nikkelframboði heimsins. Kína útvegar 60 prósent af sjaldgæfum jarðmálmum. Kongó ber ábyrgð á um tveimur þriðju hlutum kóbaltframleiðslunnar. Suður-Afríka er ráðandi um 70 prósent af platínumarkaðinum.

Landfræðileg samþjöppun er enn meira áberandi en í olíuviðskiptum. OPEC framleiðsluríki olíu ná aðeins 35 prósent af heimsframboðinu. Í námuvinnslu, hins vegar, framleiða aðeins 10 lönd um 70 prósent af hráefninu miðað við verðmæti þeirra.

Góðu fréttirnar eru að frá jarðfræðilegu sjónarmiði er ekki skortur á málmgrýti. Á hinn bóginn er námuvinnsla að verða dýrari og dýrari og meiri gæði og hráefnisinnihald sjaldgæfra málma minnkar. Þar sem lítið framboð mætir vaxandi eftirspurn hækkar verðið upp úr öllu valdi. Innan 12 mánaða hafa mikilvægir málmar orðið gríðarlega dýrari: Verð á nikkel hefur hækkað um 26 prósent, kopar um 43 prósent og ál um 56 prósent. Verð á litíumkarbónati hefur um það bil þrefaldast á einu ári í meira en \$20.000 pr. tonn. Á sama tíma hríðfalla birgðir af málmi í vöruhúsum um allan heim.

Það er augljóst að eitthvað er í ójafnvægi. Birol, yfirmaður IAE, þekkir stöðuna úr olíuviðskiptum og málmmarkaðir gætu einnig lent í svipaðri stöðu. Birol talar um yfirvofandi misræmi á milli óska og framboðs: milli vonar um að vernda loftslagið og erfiðleika við að fá nóg af kopar, nikkel og litíum á viðráðanlegu verði.

Í ljósi þess að eyðing auðlinda er einbeitt í fáum löndum, sérstaklega þeim sem eru pólitískt óstöðug, er framboð þeirra að verða alþjóðlegt öryggismál. „Þetta gæti leitt til truflana,“ varar Birol við.

Og það vekur upp spurninguna: Hversu hrein er græn tækni í raun og veru?

Námuvinnsla: Ríkur jarðvegur, fátækt fólk

Hamdallaye var þorp í norðvesturhluta Gíneu í Vestur-Afríku, byggð stráþekju leirkofaum í skugga ávaxtatrájá. Félagsfræðingurinn Mamadou Malick Bah, 25 ára, bjó áður í þorpinu. En Bah varð að



fara í fyrri. Þorpið og 700 íbúar þess stóðu í vegi fyrir bákítvinnslu.

Rauðleitt málmgryti sem leynist undir jörðinni er talið gull Gíneu, þar sem það er hráefnið í ál, mikilvægan léttmálm í vindmyllum og raflinum. Íbúum Hamdallaye voru fluttir í nýtt þorp sem staðsett var í fimm kílómetra fjarlægð frá því gamla. Á myndum líkist nýja samfélagið, byggt á hrúgu í herfangi, eyðimerkurlandslagi.

Mynd: Hartmut Schwarzbach / argus

„Þetta er eins og að vera á Mars," segir Bah. Þar getur ekki mikið vaxið. Jarðvegurinn er svo snauður að CBG, námufyrirtækið í Gíneu að hluta til ríkisins, þarf nú að styðja smábændurna, sem áður lifðu af eigin lóðum. Hver bóndi fær jafnvirði 94 evra á mánuði. „Sífelld fleiri ungt fólk yfirgefur þorpið," segir Bah, og heimamenn fengu ekki vinnu hjá CBG hvort sem er.

Fyrirtæki hófu námuvinnslu á Boké svæðinu fyrir meira en 50 árum og í dag ganga gröfur nánast stanslaust. Gínea, eitt af fátækustu löndum heims, er með stærstu bákítútfellingar á jörðinni. Sérleyfi til námuvinnslu hafa verið veitt fyrir stóran hluta landsvæðis landsins og kínversk fyrirtæki koma einnig við sögu.

Afleiðingar umhverfisins hafa verið hrikalegar. Bah segir að það hafi leitt til eyðileggingar á náttúrulegum fjölbreytileika og uppsprettum drykkjarvatns. Titrings vélanna olli því að kofi hans í gamla þorpinu hrundi fyrir fjórum árum. En hann hefur enn ekki fengið neinar bætur.

Einn umdeildur þáttur námuverkefnisins er sú staðreynd að þýsk stjórnvöld eiga hlut að máli. Árið 2016 veitti Berlín tryggingar upp á 246 milljónir evra fyrir stækkun námunnar, þrátt fyrir gagnrýni frá þýsku umhverfisstofnuninni. Í skýrslu lofaði þýska efnahagsráðuneytið því að hægt væri að stjórna hnattvæðingunni í Gíneu á réttlátan hátt. Í stað þess að einblína á eignarnám vestur-afrískra bænda, benti skýrslan á að fjárfestingin hjálpi til við að tryggja störf aftur í Þýskalandi.

Skýrslan greinir frá því að stækkun námunnar myndi gera fyrirtækinu Aluminum Oxid Stade (AOS) í Þýskalandi kleift að tryggja framleiðslu sína í meira en 10 ár. AOS er síðasti þýski bákít vinnsluaðilinn sem eftir er og mikilvægur birgji fyrir bílaiðnaðinn. Audi E-Tron bíll inniheldur 804 kíló af áli.

Hin umdeilda bákítnáma í Vestur-Afríku er aðeins eitt dæmi um sambandsleysið á milli vinsælla umhverfisvænna vara merktum "Made in Germany" og uppruna innihaldsefna þeirra. Reyndar er það þversögn gnægðanna sem hrjáir lönd eins og Gíneu. en samt tekst þeim ekki að ná aukinni velmegun.

En þetta er ekki endilega sjálfsgefið. Noregur er líka blessaður af auðlindum, en þeim tekst líka að nýta þann kost vel: Landið er áreiðanlegt pólitískt, stofnanir þess eru sterkar og glæpatíðni er lág. Góðir stjórnarhættir eru lykillinn að því að tryggja að lönd eins og Gínea geti einnig hagnast á alþjóðlegri hrávöruuppsveiflu.

Helstu inneignirnar má finna í þremur „A“ álfum— Afríku, Ástralíu og Andesfjöllum, sem öll þjást mjög af loftslagsbreytingum. Í öllum álfunum er vatn af mjög skörum skammti og gífurleg orku þarf til að vinna hráefnið.

Mulning og mölun bergs er allt að 3 prósent af raforkuþörf á heimsvísu. Það er meira en öll orka sem Þýskaland notar.



Námuiðnaðurinn lýsir sjálfum sér jafnvel sem „skítugum, rykugum, hættulegum“ iðnaði. Enginn iðnaður er jafn eyðileggjandi fyrir umhverfið. Starfsemin skilur oft eftir sig tungllandslag, auk menguðum vatnasviðum, svokölluðum pittum, fullum af mengaðri seyru sem leifum vinnslunnar er safnað í. Um 32.000 af þessum eitruðu vötnum eru um allan heim. Í janúar 2019 sprakk stífla nálægt járnnámu í Brasilíu og myndaði aurskriða sem braust inn í dalinn og drap meira en 270 manns.

Áður fyrr gátu námafyrirtæki hunsað umhverfið. En þeir mæta mótspyrnu í dag. Nýlega urðu mótmæli frumbyggja Maya í Gvatemala gegn svissnesku námufyrirtæki sem vann nikkel í norðausturhlutanum til þess að landið lýsti yfir neyðarástandi. Margir viðskiptavinir námufyrirtækja, sérstaklega fjárfestar, líta ekki lengur auðveldlega framhjá misferli – að minnsta kosti ekki innan stærstu fyrirtækjanna. Þeir forðast atvinnugreinar sem eru taldar vafasamar í umhverfinu, jafnvel þótt þær séu fjárhagslega vænlegar.



Um 32.000 af þessum eitruðu vötnum eru um allan heim eftir námuvinnslu.

Þetta neyðir námufyrirtækin til að bregðast við líka. „Við uppfyllum allar kröfur til að vera áhugaverðir fyrir fjárfesta," sagði Iván Arriagada, forstjóri chileska koparrisans Antofagasta, og hughreystir fjárfesta. Arriagada, 58 ára, er nútímalegur stjórnandi með meistaragráðu frá London School of Economics – og ekki einn af námuauðjöfunum af gamla skólanum sem myndu aldrei mæta án þess að vera með bindi. Arriagada leitast við að staðsetja Antofagasta sem frumkvöðul í umhverfisvernd – að minnsta kosti að því marki sem mögulegt er í greininni.

„Miklar vonir eru bundnar við að hægt sé að nota græna tækni til að bjarga loftslaginu, en sú björgun felur í sér að jörðin verði svipt dýrmætum auðlindum. Og þetta er þversögnin á bak við það sem er talið mikilvægasta verkefni hins iðnvædda heims um þessar mundir: alþjóðleg orkuskipti.“

Hann segir að nærri helmingur þess vatns sem fyrirtækið notar í námum eins og Los Pelambres komi nú úr sjó í stað úr fjöllum; og á árinu 2025 er gert ráð fyrir að sú tala fari upp í 90 prósent. „Við notum hvern dropa af vatni sjö eða átta sinnum áður en hann gufar upp," segir Arriagada.

Um tugur fyrirtækja taka þátt í alþjóðlegum hrávöruviðskiptum. Glencore frá Sviss er ráðandi á kóbaltmarkaði, bandaríska fyrirtækið Albermarle er í 1. sæti í litíum, Brasilíska Vale er leiðandi á heimsvísu í nikkel og Chile Codelco og breska Antofagasta eru leiðandi í kopar. Öll þessi fyrirtæki finna fyrir vaxandi þrýstingi til að vernda umhverfið. „Við þurfum virkilega að breyta hugarfari okkar," játaði Jakob Stausholm, forstjóri Rio Tinto, á nýlegri fjárfestaráðstefnu í London. Þetta Bresk-Ástralska fyrirtæki hefur sett sér að helminga CO2 losun sína fyrir 2030. Á sama tíma verða aðstæður námuiðnaðarins í vinnslu úr jarðefnaauðlindum gerðar erfiðari.

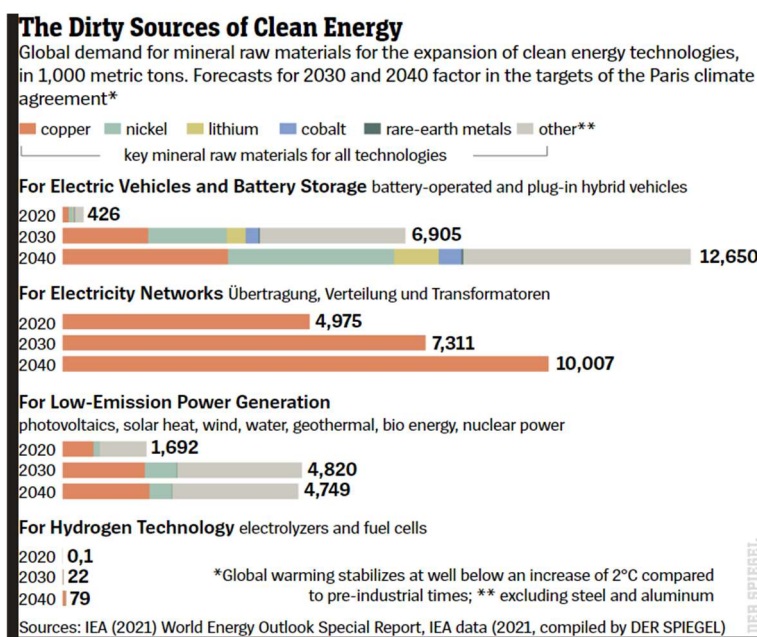
Undanfarin 15 ár hefur magn koparinnihalds í námum í Chile minnkað um tæpan þriðjung í 0,7 prósent af jarðvegi. Fyrir þremur kynslóðum var þessi tala 2 til 3 prósent. Í dag þarf iðnaðurinn að grafa mun dýpra til að vinna sama magn af góðmálum en áður – og hann eyðir samsvarandi meiri raforku, eldsneyti og vatni.

Námurnar sem auðveldara var að vinna hafa þegar verið unnar og engar stórar nýjar hafa verið nýttar í Chile í mörg ár. Aðeins 2 prósent allra rannsókna leiða í raun til byggingu námu. „Það þarf heppni, mikla þrautseigju og þrautseigju," segir Arrigiada forstjóri Antofagasta. Og að meðaltali líða 16 ár frá því að hentugur staður er fundinn þar til námuvinnsla hefst. „Sjóndeildarhringur okkar í skipulagsmálum spannar áratugi," segir hann.

Reyndar er erfitt að auka núverandi framboð á málum. Samkvæmt spám IEA mun magn frá virkum og fyrirhuguðum námum ekki nægja til að fylla eftirspurn. Til dæmis mun núverandi námurekstur aðeins standa undir helmingi framtíðareftirspurnar eftir litíum og kóbalti. „Framboðs- og fjárfestingaráætlanir fyrir mörg mikilvæg steinefni eru langt undir því sem þarf til að styðja við hraða uppsetningu á sólarrafhlöðum, vindmyllum og rafknúnum farartækjum,“ varar Birol yfirmaður IEA við.

Arriagada segir að fyrirtæki sitt hafi gert ráð fyrir aukinni eftirspurn í spám sínum, en segir að skriðþunginn hafi komið þeim á óvart. Aðalástæðan fyrir þessu er ört vaxandi eftirspurn eftir grænni tækni. Hann segir að rafbílur sé nú ábyrgir fyrir 1 eða 2 prósent af koparþörfinni. Árið 2030 er gert ráð fyrir að hlutfallið verði meira en 10 prósent.

„Heimsfaraldurinn hefur skapað meðvitund um að við þurfum að bregðast við sameiginlega og hratt til að takast á við kerfisáhættu eins og loftslagsbreytingar,“ segir Arriagada. Fyrirtæki hans hagnast á þeirri þróun.



Samkvæmt spám Alþjóða Orkumálastofnunarinnar (IEA) mun framboðið af sjaldgæfum málum sem þarf í „grænu“ tæknina (rafbíla, vindmyllur og raflagnir) ekki nægja að anna eftirspurninni. „Græna tæknin“ er rétt að byrja og áætlað er að eftirspurn eftir slíkum málum í rafbíla fari úr 426 þús. tonnum í 12,7 millj. tonna árið 2040 og eftirspurn á kopar (frumvinnslu) tvöfaldist á næstu 20 árum.

Rafbílar: Fjársjóðir í undirvagninum.



Rafbíll þarf á bilinu 150 til 250 kíló af sérstöku hráefni, allt eftir rafhlöðugerð. Stærsti hlutinn samanstendur af grafíti, nikkeli og kopar, en restin úr mangani, litíum og kóbalti. Bílaframleiðendur halda nú áfram að auka framleiðslu rafrænna bíla og samkeppni hefur brotist út meðal þeirra til að tryggja sér hráefnisbirgðir.

Í vor gaf Oliver Zipse, forstjóri BMW, viðskiptavinum sínum og hluthöfum djörf loforð. Hann lýsti því yfir að BMW myndi smíða „grænasta“ bíl í heimi. Það er ekki bara loftið í borgunum sem ætti að verða hreint heldur líka allir hlekkirnir í virðiskeðjunni. Þar átti hann einnig við námur þar sem börn vinna eða vatn er mengað af mengunarefnum. Með kóbalti, eitt mikilvægasta innihaldsefnið í nútíma rafhlöðum, gerist það oft.

Orð Zipse bera ef til vill keim af ódýru umhverfisáróðri en hann er líklega ósvikinn. Þegar öllu er á botninn hvolft fylgir hann einfaldlega hagfræðilegri rökfræði. Rafbílar snúast um að standa sig betur en brunahreyflar í sjálfbærni. Að öðrum kosti falla mikilvægustu söluröksemdirnar.

Jafnvel þótt framleiðsla á hráefni fyrir rafbíl og rafhlöður hans eyði gríðarlega miklum auðlindum, þá er það samt mun umhverfisvænna en að keyra hefðbundið farartæki. Hvað varðar kolefnisfótsporið hefur rafbíllinn augljósa yfirburði.

Samkvæmt IEA losar jarðeldneytisbíll 40 tonnum af gróðurhúsalofttegundum á 200.000 kílómetra lífsferli sínum, meira en tvöfalt meira en rafbíll, þrátt fyrir CO₂-freka framleiðslu rafhlöðunnar.

Veikleiki rafbílsins er að hann krefst miklu meira steinefnahráefna en sprengivélin, þar á meðal talsvert af mikilvægum efnum sem oft eru unnin við vafasamar aðstæður. Rafhlaðan í iX rafjeppanum sem BMW kynnti nýlega inniheldur um 6 kíló af kóbalti, 10 kíló af litíum og 60 kíló af kopar. Allt eru þetta hráefni sem finnast sjaldan eða nánast aldrei í gas- eða dísilvél.

Um helmingur eftirspurnaraukningar sem græn tækni mun kalla fram á næstu tveimur áratugum tengist fjárfislegri uppsveiflu í rafbílum og orkugeymslu. BMW spáir því að árið 2030 verði 50 prósent bíla sem það selur eingöngu rafbílar, en hlutfallið er aðeins 3 prósent í dag.

Fyrirtækið mun lenda í vandræðum. Námuverkamenn í Kongó ættu ekki að þurfa að borga reikninginn fyrir efnað fólk í München til að hafa hreint loft. „Við getum ekki takmarkað okkur við að starfa bara sjálfbært í okkar eigin verksmiðjum,“ segir Patrick Hudde, yfirmaður sjálfbærni birgðakeðju og hráefnastjórnunar hjá BMW.

Fyrirtækið segist ekki lengur vilja reiða sig á milliliði og loforð þeirra um að hráefni þeirra komi frá hreinum uppruna. BMW kaupir nú litíum og kóbalt beint af námuaðilum - ekki í Kongó, þar sem náman fer að mestu fram með höndunum, heldur frá námufyrirtækjum í Marokkó, Ástralíu og Argentínu, sem BMW segist hafa skoðað vandlega.

Hudde segir að valferlið hafi verið strangt og að meira en 100 birgjar hafi ekki fengið samninga "vegna þess að við vorum ekki sannfærð um að þeir uppfylltu umhverfis- og félagslega staðla."

En BMW nær markmiðum fljótt þegar kemur að getu sinni til að sinna eftirliti. Reglulegar fyrirtækisáætlanir og stundum fyrirvaralausar heimsóknir þjálfara endurskoðenda. Starfsmenn hjá birgjum geta einnig sent kvörtun beint til BMW. „Ef við verðum vör við brot tryggjum við tafarlaust að bót sé gerð á kvörtunum á staðnum,“ segir hann. Á endanum eru þær þó aðeins skyndirannsóknir. BMW treystir á samstarfsaðila sína til að fara að samningsbundnum félagslegum og umhverfislegum stöðlum. Vegna brota getur bílaframleiðandinn illa leyft sér að sleppa birgi. Það væri næsta ómögulegt að skipta um stóran kóbaltbirgða í skyndi.

Í slíkum vanda gæti fyrirtækið reynt að draga úr hráfnisnotkun sinni með tæknilegum aðferðum. Fyrsta kynslóð Mirai vetnisbíls Toyota þurfti enn 40 grömm af platínu í hvert ökutæki. Í nýjum gerðum hefur magnið sem krafist er lækkað um þriðjung; og árið 2040 vill Toyota minnka það í 5 grömm. En jafnvel slík verkfræðiafrek í besta falli dregur aðeins úr því að atvinnugreinin sé háð hráefnum. Það er ekki hægt að útrýma henni.

„Samkvæmt IEA losar jarðeldneytisbíll 40 tonnum af gróðurhúsalofttegundum á 200.000 kílómetra lífsferli sínum, meira en tvöfalt meira en rafbíll, þrátt fyrir CO₂-freka framleiðslu rafhlöðunnar.“

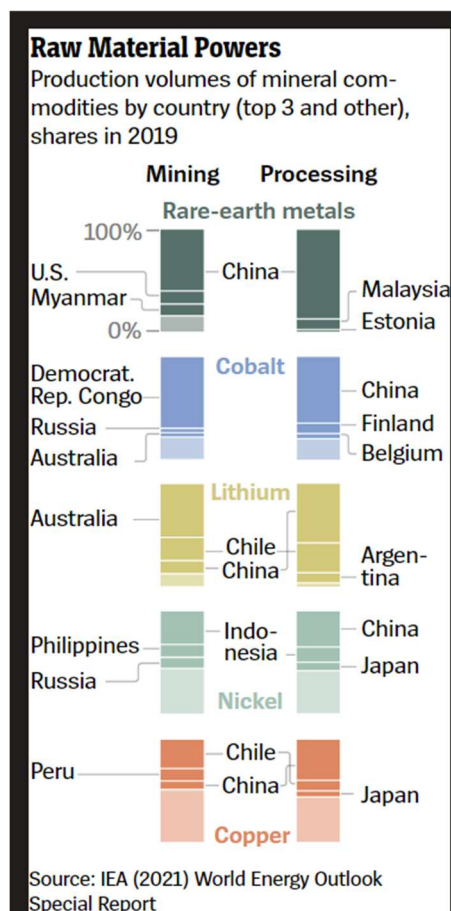
Kína voldugra en OPEC.

Sá veruleiki hefur bein áhrif á samskipti vestrænna hagkerfa og Kína. Með hlutdeild upp á um 50 prósent af alþjóðlegri eftirspurn eftir hráefnum, hefur Kína nú yfirburðastöðu sem var frátekin fyrir Bandaríkin um miðja 20. öld, segir Peter Buchholz, yfirmaður þýsku jarðefnastofnunarinnar (DERA). „Það mun ekki breytast í bráð,“ segir hann.

Kína er stærsti birgir fjölmargra málma. Á sama tíma hefur Peking byggt upp net samstarfsríkja – og það hefur gert þau háð þeim. Það dælir fjármagni inn í lönd eins og Chile, Bólivíu og Kongó, kaupir námuréttindi og aðgang að af sjaldgæfum hráefnum.

Yfirburðir Kína í vinnslu eru enn áberandi. Landið er leiðandi framleiðandi á 23 af 26 unnum hráefnum og hlutur þess af sjaldgæfum jarðefnum er um 90 prósent. Peking stefnir að því að ná yfir öll stig virðiskeðjunnar, frá málmgryti til rafgeyma í rafbílum. Kína ræður yfir um 75 prósentum af allri framleiðslugetu litíumjónarafhlöðu í heiminum.

Ameríka og Evrópa hafa fylgst með af áhyggjum þegar markaðsstyrkur hrávörurisans vex. Thierry Breton, framkvæmdastjóri innri markaðar Evrópusambandsins, varar við „að vera algera háðir Kína,“ sérstaklega hvað varðar birgðir af sjaldgæfum jarðefnum. Fyrir tíu árum sýndi Kína fram á áhrifamátt sinn þegar það dró dró skyndilega úr útflutningi á sjaldgæfum jarðefnum, sem leiddi til þess að verð hækkaði upp úr öllu valdi og steypiti heiminum í eftirspurnarkreppu og gaf Þýskaland tilefni til að móta fyrstu drög að hráfnisstefnu sinni.



Kína notar fjárfestingar sínar í Afríku og Suður-Ameríku sérstaklega í pólitískum valdaleik. Sjálfstraust þess treystir áhrif, veitir milljarðalán og skapar þannig tengsl sem vaxandi fjöldi landa verður háður. Að sögn hagfræðingsins í Hamborg, Thomas Straubhaar, eru engar aðgerðir sem Peking hefur gert af tilviljun. Landið stundar „valdstefnu,“ segir hann.

Sérstaða Kína stafar ekki af því að jarðvegurinn í Austurlöndum fjær sé ríkur af steinefnum – það eru nægar hráefnisbirgðir um allan heim. Hvað jarðfræði varðar gæti Þýskaland jafnvel staðið undir nokkrum af málmpörfum sínum sjálft.

Héruð eins og Harz og Erzgebirge fjöllin hafa nú þegar aldagamlar námuhefðir. En fyrirtæki hafa þess í stað valið að kaupa málmið erlendis frá – á verði þess að verða háð þeim. Að lokum er ódýrara að fá vistir erlendis frá. Aðalatriðið er að þeir þurfa ekki að óhreinka hendur sínar.

Annars staðar hafa innflutningslönd reynt að vinna gegn yfirburði Kína með því að virkja aftur ónýttar námur. Í Kaliforníu endurræstu fjárfestar gömlu Mountain Pass námuna árið 2018 til að vinna sjaldgæfa jarðmálma. Og í Svíþjóð ætlar járnnaufyrirtækið LKAB að vinna sjaldgæf efni úr úrgangi sem myndast við rannsóknarstarfsemi þess. Önnur

fyrirtæki eru að kanna síðustu landamæri plánetunnar: Fjársjóðina sem liggja í dvala í sjávardjúpinu, milljarða tonna af málmenndum steinefnum.

Fyrirtæki eins og Deep Green og UK Seabed Resources eru að kanna leiðir til að nýta hafsbotninn í vinnsluskyni. Það hafa líka orðið framfarir í flutningstækni. Mokstursvélar sem vega allt að 250 tonn eiga að flytja hráefnið upp með brynvörðum slöngu. Þær þurfa að vera mjög áreiðanlegir og geta staðist mikinn vatnsþrýsting. Það væri of mikið vesen að þurfa að taka þær aftur upp á yfirborðið til viðgerðar.

Sérfræðingar hjá BCC Research búast við nýju hrávörukapphlaupi, í djúpsjávarnámuvinnslu, með markaðsverðmæti allt að 15 milljarða dollara í lok áratugarins. Um leið vara umhverfisverndarsinnar við eyðileggingu vistkerfa sem varla hafa verið könnuð, ef hafsbotninn er plægður í gegn..

„Yfirburðir Kína í vinnslu eru enn áberandi. Landið er leiðandi framleiðandi á 23 af 26 unnum hráefnum og hlutur þess af sjaldgæfum jarðefnum er um 90 prósent. Peking stefnir að því að ná yfir öll stig virðis_keðjunnar, frá málmgryti til rafgeyma í rafbílum. Kína ræður yfir um 75 prósentum af allri framleiðslugetu litíumjónarafhlöðu í heiminum.“

Ekki er hægt að treysta á vinnslu úr sjó fljótt, samkeppnishæfa og, það sem meira er, umhverfisvæna hráefnisuppsprettu. Endurheimt málma úr úrgangi gefur meiri fyrirheit.

Endurvinnsla: Tæting fyrir nýjar auðlindir

Eyjan Peute í höfninni í Hamborg er heimkynni stærstu koparverksmiðja Evrópu sem rekin er af Aurubis. Verksmiðjan hefur framleitt kopar fyrir rör, plötur og vír síðan 1907, meira en milljón tonn af koparvörum á hverju ári. Auk málmgrýtisins sem er afhent frá Chile, Perú eða Brasilíu byggir verksmiðjan að miklu leyti á endurunnu efni.

Fjöll kopars er að finna við aðstöðuna, hrúga af glansandi, rauðleitu koparkorni af mismunandi áferð, sum gróf, önnur fín – allt framleitt úr faörguðum vír. Við hliðina á haugunum eru tunnur fullar af rifnum leifum af tölvum eða farsímum. Christian Plitzko, málmfraðingur hjá Aurubis, grípur handfylli. „Þetta eru fjársjóðirnir sem við höfum áhuga á,“ segir hann.

„Ef framleiðendur myndu merkja rafrásir sínar, þá myndum við síðar, í endurvinnsluferlinu, geta fjarlæggt ákveðna málma sérstaklega áður en þeir eru bræddir niður.

Málmfraðingur hjá Aurubis Christian Plitzko hefur verið hjá Aurubis í 24 ár, lítur niður á glansandi græna og silfurlitaða efnið í hanskahöndinni sinni. „Þetta var áður móððurborð í tölvu,“ segir hann. Hvert kíló af efni í slíku rásarborði inniheldur 250 grömm af hreinum kopar.

Það er tæknilega gerlegt að vinna aðra málma úr slíkum úrgangi, en átakið er enn of mikið. Ef það væri hægt að fjarlægja, til dæmis, hluta *neodymium* sérstaklega úr rásarborði með hjálp strikamerkis og leisis, þá gæti það verið þess virði, segir Plitzko. „Ef framleiðendur myndu merkja rafrásir sínar, þá myndum við síðar, í endurvinnsluferlinu, geta fjarlæggt ákveðna málma sérstaklega áður en þeir eru bræddir niður.

Eftirspurn eftir kopar hefur aukist verulega og bræðsluofnarnir hjá Aurubis vinna á fullu – og framleiðsla í verksmiðjunni heldur áfram allan sólarhringinn, sjö daga vikunnar. Fyrirtækið nýtur góðs af því að kopar er mikilvægur þáttur í allri grænni tækni og að endurvinnsla er tiltölulega hrein aðferð til að bæta upp skort á hráefninu. Að endurheimta málminn sem er innbyggður í rásarborði tekur aðeins 20 hluta orkunnar sem þarf til að vinna málminn með námuvinnslu.

Ferlið gerir iðnaðinum kleift að mæta að minnsta kosti hluta af eftirspurn sinni eftir hráefni með aðferðum sem auka ekki ósjálfstæði þess við upprunalöndin. Meira en nokkru sinni fyrr er

endurvinnsla orðin lykilþáttur í vöruframboði. En það er fullt af möguleikum sem enn er ekki nýttir. Sífelld meira rafeindamagn er framleitt og verður úrgangur – í formi fargaðra farsíma, sjónvarpa og ísskápa. En í stað þess að lenda á endurvinnslustöðvum ratar mikið af verðmætu hráefni á urðunarstaði eða sorpbrennslustöðvar. Í Þýskalandi er aðeins um 44 prósent af rafrænu rusli safnað, en heimshlutfallið er lægra en fimmtungur.

Vindorkuiðnaðurinn hefur sérstaklega mikilvægu hlutverki að gegna. Margar túrbínur frá fyrstu dögum iðnaðarins eru nú tilbúnar til að skipta um. Flest efni sem notuð eru í turna og hverflahús er hægt að endurnýta, en það er ekki alveg eins auðvelt með snúningsblöðin, þar sem þau eru oft gerð með epoxíðuðum koltrefjum eða trefjagleri. Margir lenda í brennsluofni.

Framleiðendur rafbíla eru iðnir við að forðast að endurtaka þessi mistök. Þeir eru að vinna að hugmyndum sem gera það auðveldara að endurvinna verðmæt efni sem nú eru notuð til að framleiða ný farartæki. Helmingur þess áls sem BMW notar í vélar sínar og yfirbyggingar er til dæmis endurunnið, en hlutfallið er umtalsvert lægra fyrir efni eins og nikkel, kóbalt og litíum sem eru notuð til að framleiða rafhlöður.

Raffarartækja tímabilið, þegar allt kemur til alls, er aðeins nýbyrjað, og það er ekki enn mikið framboð af notuðum rafhlöðum í boði. Það mun þó breytast um leið og rafbílar verða helmingur eða meira af allri umferð ökutækja á næstu árum. Þá ætlar BMW að hafa innleitt endurvinnslustefnu sem leiðir til minni og minni þarfa á frumhráefni.

Rafbílafrumkvöðullinn Tesla vonast meira að segja til þess að hann geti fullnægt nánast allri hráefnisþörf sinni með gömlum rafhlöðum. Jeffrey Brian (JB) Straubel, sem hefur verið tæknilegur hugmyndasmiður fyrirtækisins um árabíl, ásamt Elon Musk, stofnaði meira að segja eigið endurvinnslufyrirtæki í þeim tilgangi. Hann telur að það verði „róttæk breyting“ til að lækka rafhlöðuverð þegar hægt er að endurvinna gríðarlega mikið af rafhlöðum, allt um 95-98 prósent.

Hann telur að þær yrðu bæði vistfræðileg og fjárhagsleg bylting fyrir bílaframleiðendur. Rafhlöður eru nú um það bil þriðjungur af kaupverði rafeindabifreiða, aðallega vegna dýrra efna sem eru í framleiðslu þeirra.

Volkswagen reynsluafstaða hefur þegar hafið starfsemi í Salzgitter, rétt við hliðina á staðnum þar sem verksmiðjan mun hefja starfsemi árið 2024, og búast við 500.000 rafhlöðum fyrir rafbíla á hverju ári. Fargaðu rafhlöðurnar eru teknar í sundur í bylgjumálmgeymslu og tætt í sundur áður en verðmæt efnið í þeim eru síðan síuð frá.

Til lengri tíma litið vonast fyrirtækið til að endurvinna 97 prósent af öllu hráefni sem notað er. Eins og er nær VW um 50 prósentum, en búist er við að fjöldinn fari fljótlega upp í 72 prósent með hjálp nýju endurvinnslustöðvarinnar. VW lítur ekki á gamlar rafhlöður sem „hættulega úrgang“ heldur „verðmæta uppsprettu hráefna“.

Samt sem áður mun endurvinnsla ein og sér ekki nægja til að mæta hinum miklu hráefnisþörfum í grænum iðnaði. Hlutfall upp á 45 til 50 prósent fyrir kopar bendir til þess að enn sé einhver möguleiki á endurvinnslu og að vistjafnvægi rafhlöðukerfa, vindmylla og sólargarða muni batna. Þessi útreikningur stenst hins vegar ekki, segir Aurubis sérfræðingur Plitzko. Koparinn sem endurunnið er í dag var framleiddur og notaður að meðaltali fyrir 35 árum, þegar umtalsvert minna af honum var framleitt. Sem slíkt er hlutfallið meira eins og 80 prósent, segir Plitzko.

„Sem samfélag náum við ekki að mæta allri eftirspurn okkar eftir kopar með endurvinnslu,“ segir hann. „Við munum líka þurfa frumkopar ef við viljum mæta núverandi og framtíðareftirspurn.“

Það þýðir að jafnvel metnaðarfullsta endurvinnslutilraunin mun ekki duga til að binda enda á miskunnarlausu ofnýtingu á umhverfi okkar. Náttúran mun halda áfram að tæmast, meðal annars vegna þess að mannkynið vonast til að búa, starfa og ferðast á umhverfisvænni hátt í framtíðinni. Svo lengi sem við höldum áfram að viðhalda núverandi velmegunarstigi, munum við óhjákvæmilega halda áfram að neyta meiri auðlinda, sem á endanum skaðar lífríkið. Ef við höldum áfram að nota meira en náttúran framleiðir munum við fara yfir mörk plánetunnar okkar. Þetta er eins og bankareikningur, segir sjálfbærnisérfræðingurinn Wackernagel: Þú getur fengið yfirdrátt á inneignina þína um tíma, en ekki að eilífu.

Þýðir það að afsala sér neyslu sé eina lausnin til að draga úr hungri okkar í hráfni eins og sumir hafa lagt til? Wackernagel glottir. „Þetta hljómar fyrir mér eins og allt of mikil þjáning og fórn einstaklinga,“ segir hann. Gott líf, heldur hann áfram, er líka mögulegt innan þeirra vistfræðilegu marka sem eru til staðar. Það þarf ekki tveggja tonna rafbíl til að flytja mann. sem er 75 kíló.. Rafmagnshjól getur alveg eins unnið verkið, segir hann.

Ennfremur telur Wackernagel að annar þáttur muni ráða úrslitum þegar kemur að framtíðarsjálfbærni samfélags okkar: fjöldi fólks. Þegar hann fæddist árið 1962 voru um 3,1 milljarður manna á jörðinni. Í dag eru 7,8 milljarðar. Ef fjölgun á heimsvísu breytist ekki umtalsvert munu þær verða nálægt 10 milljörðum í lok aldarinnar. Wackernagel telur að jarðarbúum þurfi að byrja aftur að fækka. Færri fólk, þegar allt kemur til alls, þurfa færri úrræði. „Til lengri tíma litið,“ segir hann, „er það mikilvægasti þátturinn.

„Það þýðir að jafnvel metnaðarfullsta endurvinnslutilraunin mun ekki duga til að binda enda á miskunnarlausu ofnýtingu á umhverfi okkar. Náttúran mun halda áfram að tæmast, meðal annars vegna þess að mannkynið vonast til að búa, starfa og ferðast á umhverfisvænni hátt í framtíðinni. Svo lengi sem við höldum áfram að viðhalda núverandi velmegunarstigi, munum við óhjákvæmilega halda áfram að neyta meiri auðlinda, sem á endanum skaðar lífríkið.“

„Wackernagel segir líffræðilegu innstæðuna takmarkaða og að menn verði að ákveða í hvað þeir vilji nota það. Ef við notum það til að vinna kopar, þá verður það til dæmis ekki í boði fyrir ræktun á rófum. Hann segir að það sé skammsýni að halda að allt sem við þurfum að gera til að vernda umhverfið sé að skipta jarðefnaeldsneyti heiminn út rafmagni og skipta út sex strokka Jaguar fyrir rafhlöðuknúna Teslu.“

„Það þarf ekki tveggja tonna rafbíl til að flytja mann. sem er 75 kíló.. Rafmagnshjól getur alveg eins unnið verkið, segir hann.“