



Mineralmarknaden

Tema: Specialmetaller

SGU

Sveriges geologiska undersökning
Geological Survey of Sweden

Periodiska publikationer 2011:1

© Sveriges geologiska undersökning

Omslagsbilder

Överst från vänster:

1. Tack vare REE blir de bärbara datorerna lättare och effektivare. Foto: SGU.
2. Monazit, Ce (REE,Th)PO_4 , från Hållands gruva i Norge. Bilden hämtad från Wikipedia.

Mitten från vänster:

1. Bastnäsit, $\text{Ce,Lu(CO}_3\text{)F}$. Bilden hämtad från Wikipedia.
2. För att producera solpaneler krävs REE. Bilden hämtad från Wikipedia.
3. Xenotim, YPO_4 , från Zagi Mountain i Pakistan. Bilden hämtad från Wikipedia.

Underst från vänster:

1. Flera av mobiltelefonens delar består av REE. Foto: SGU.
2. Apatit från Kanada. Bilden hämtad från Wikipedia.
3. LED-lampan tillverkas bland annat av REE. Bilden hämtad från Wikipedia.

ISSN 0283-2038

Tryck: Elanders Sverige AB

Layout: Rebecca Litzell, SGU, 2011

FÖRORD

Detta är SGUs fyrtioåttonde rapport om mineralmarknaden. Rapporten behandlar ett urval av metaller och mineralprodukter som har ekonomisk betydelse för Sverige. Landet berörs i egenskap av såväl råvaruproducent som råvarukonsument.

Rapporten riktar sig till myndigheter, företag, organisationer, studerande och enskilda som har ett intresse av att översiktligt följa utvecklingen på mineralmarknaderna. Översikten är ett led i SGUs uppgift att bl.a. följa mineralhanteringen och att informera om utvecklingen.

Den allmänna delen redovisar mineralmarknadens utveckling under det gångna året. Temadelen behandlar specialmetaller, främst sällsynta jordartsmetaller, som är en grupp grundämnen av stor betydelse för vårt nutida samhälle. De används exempelvis till vindkraftverk, solceller, mobiltelefoner, datorer, fluorescerande material i LED-lampor och katalysatorer.

Rapporten har utarbetats av Mugdim Islamovic, Peter Åkerhammar och Lars Norlin. Temadelen specialmetaller är författad av Helge Reginiussen, Lisbeth Hildebrand, Daniel Larsson, Anders Hallberg, Peter Åkerhammar och Mugdim Islamovic.

Uppsala i mars 2011

Jan Magnusson
Generaldirektör

Christina Lundmark
Enhetschef

INNEHÅLL

Förord	1
Kort om konjunkturläget	4

Metallmarknaden – översikt

Platinametallerna	6
Platina.....	6
Palladium.....	8
Rodium	8
Guld	12
Silver.....	15
Koppar.....	17
Bly	19
Zink.....	21
Aluminium	23
Nickel	25
Övriga metaller	27
Uran	27
Järnmalm och stål	29
metallmarknaden i Sverige	31
Prospektering.....	31
Produktion.....	32

Tema: Specialmetaller

Sällsynta jordartsmetaller	35
Historik	35
Indelning och egenskaper.....	36
Mineralogi	37
Förekomstsätt	38
Användningsområden.....	40
Återvinning	42
Tillgångar.....	43
Förekomster och prospektering i Sverige.....	44
Processbeskrivning.....	46
Marknadsstruktur.....	48
Gallium, indium och germanium.....	52
Gallium	52
Germanium	52
Indium.....	54
Tillgångar av indium, gallium och germanium i Sverige	55
Metallprisets utveckling.....	57
Produktionsteknik för gallium, germanium och indium	57
Referenser	59
Förkortningar och måttenheter	60

KORT OM KONJUNKTURLÄGET

Första halvåret 2010 kännetecknades av fortsatt återhämtning i världsekonomin. De tidigare förväntningarna på att Asien och främst Kina skulle agera ”draglok” åt ekonomierna i USA och Västeuropa infriades under 2010. Den kinesiska ekonomin hade 2008 en ökning av BNP med 9,6 procent. Krisåret 2009 var BNP-tillväxten 9,1 procent och 2010 blev tillväxten 10,1 procent (fig. 1). Detta kan jämföras med euroområdet där BNP 2008 ökade med endast 0,5 procent och 2009 hade en negativ tillväxt med 4,1 procent. År 2010 blev tillväxten endast 1,7 procent.

Sverige drabbades ännu hårdare av krisen. BNP föll både 2008 (–0,2 procent) och 2009 (–5,1 procent). Däremot har återhämtningen varit starkare i Sverige; tillväxten blev 5,5 procent för 2010. Den kinesiska industriproduktionen steg med drygt 16 procent under perioden januari–september 2010 jämfört med motsvarande period året innan. Den kinesiska detaljhandeln ökade än mer, drygt 18 procent i september 2010 jämfört med september 2009.

Under andra halvåret ökade dock osäkerheten i världsekonomin. Det började redan under senvintern och våren 2010 med krisen som uppstod på grund av Greklands omfattande budgetunderskott och rädslan för att konsekvenserna av detta skulle sprida sig till övriga länder i EU med svag ekonomi, de så kallade Piigs-länderna (Portugal, Italien, Irland, Grekland och Spanien), och därmed hota den finansiella stabiliteten i Europa. I maj medgavs lån på 110 miljarder euro till Grekland under förutsättning att landet genomför stora nedskärningar och besparingar.

Ett allmänt räddningspaket på 720 miljarder euro utfästes av EMU-länderna för att trygga den finansiella stabiliteten inom Europa. Utöver Grekland har bl.a. Spanien, Storbritannien och i viss mån Frankrike och Tyskland påbörjat olika åtstramningspaket. I november i år fick Irland ett lån på 85 miljarder euro, främst från EMU-länderna, men även Sverige bidrog med ca 0,6 miljarder euro.

Risken för en dubbel-dipp, en nedgång i ekonomin, lika kraftig som hösten 2008 har också påverkat marknaden. Trots osäkerheten steg råvarupriserna överlag samtidigt som ädelmetallpriserna slog nya rekord (fig. 2). Guldpriset har sedan våren haft ett flertal

rekordnivåer. Priset har stigit med drygt 20 procent sedan årsskiftet. För många investerare fungerar guld som värdesäkrare i oroliga tider.

En anledning till guldets uppgång är den sjunkande dollarkursen. Dollarns värde har sedan årsskiftet 2010–2011 minskat med 15 procent gentemot kronan och sedan juni 2010 minskat med ca 12 procent gentemot euron. Orsaken står att finna i de strukturella problemen i USAs ekonomi, med ett budgetunderskott på 1 300 miljarder USD och ett bytesbalansunderskott på 400 miljarder USD. En anledning till USAs bytesbalansunderskott anses vara USAs handel med Kina och, enligt amerikanerna, den undervärderade kinesiska valutan som gynnat Kinas export men missgynnat andra länders export till Kina. USA har utövat påtryckningar för att Kina ska skriva upp sin valuta men kineserna anser inte att valutan är undervärderad och menar att en uppskrivning skulle leda till att tillväxten hämmas i Kina. Konflikten mellan USA och Kina befaras leda till en ökad protektionism med t.ex. importtullar i USA.

Ett uttryck för ökad protektionism är även att Kina utökat sina restriktioner för export av sällsynta jordartsmetaller (REE). Kineserna anser att andra länder med REE-tillgångar själva bör kunna bryta dessa. Den högteknologiska industrin utanför Kina, speciellt i Japan, kan drabbas hårt och priserna på REE har stigit dramatiskt under hösten.

Oljepriset har under året hållit sig stabilt mellan ca 80 och 90 USD per fat (fig. 3). Detta är ett oljepris som både oljeproducerande länder och stora konsumentländer troligen är ganska nöjda med, eftersom nivån ligger tillräckligt högt för att stimulera till utbyggnad och prospektering efter olja, men den ligger ändå inte så högt att priset verkar pressande för världsekonomin.

Den framtida utvecklingen är fortsatt osäker och marknaden förväntar sig ytterligare stimulansåtgärder från den amerikanska centralbanken. Det finns också en oro för deflation och lägre tillväxt i USA, vilket har pressat de långa räntorna till historiskt mycket låga nivåer.

Trots uppgången i ekonomin under året har inte arbetsmarknaden förbättrats nämnvärt. Arbetsmarknaden har stabiliserats men på en fortsatt låg nivå.

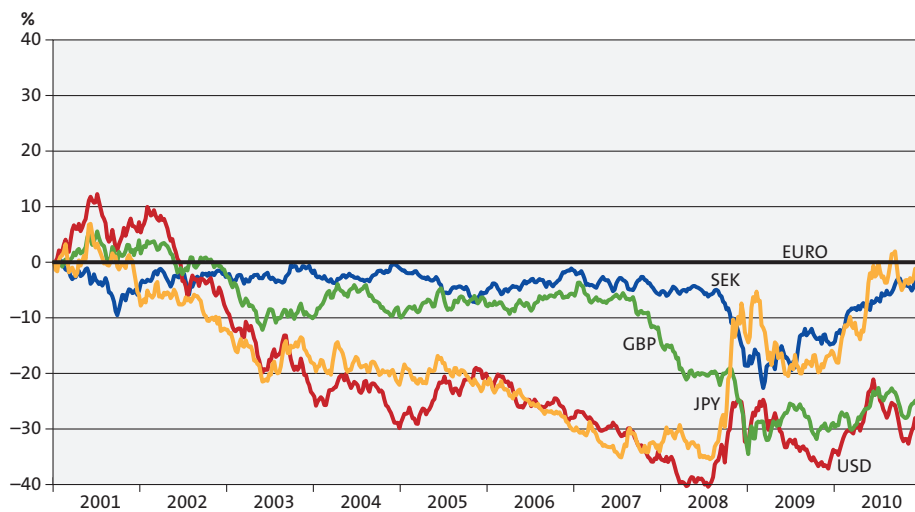


Fig. 1. Vissa valutakursers ändring (%) gentemot kursen på euro åren 2001–2010.

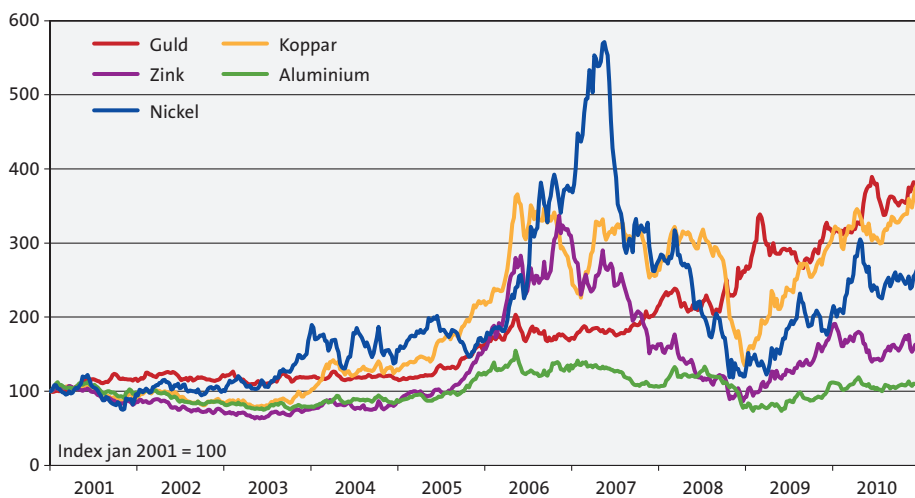


Fig. 2. Index för prisutvecklingen på vissa metaller och KPI åren 2001–2010. SEK, nominella värden årsmedeltal.

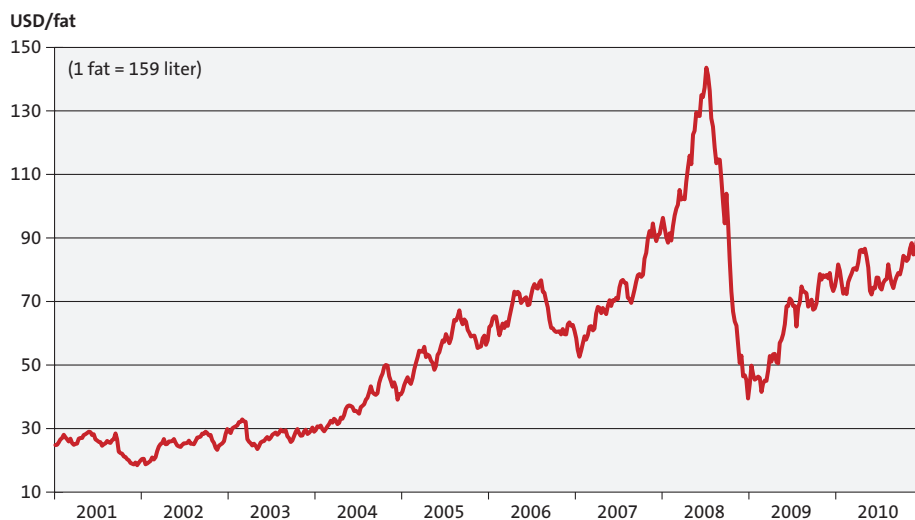


Fig. 3. Utvecklingen för råoljepriset åren 2001–2010, veckomedeltal.

Metallmarknaden – översikt

PLATINAMETALLERNA

Platina

Efter en kontinuerlig ökning under hela 2009 fortsatte priset på platina att öka även under de fyra första månaderna 2010 (fig. 4 och tabell 1). Detta var en följd av en stark efterfrågan efter investeringsmöjligheter, särskilt för ETFer (Exchange Trade Funds), samt på grund av försvagningen av USD och tecken på återhämtning av den globala ekonomin. I början av 2010 låg priset på 1500 USD per oz och i slutet av april månad kulminerade priset med 1752 USD per oz. I maj 2010 började rädslan för en ekonomisk kollaps på grund av av den grekiska statsskulden och dess eventuella spridnings-

effekter i de europeiska ekonomierna att bromsa prisökningen. Under sommaren handlades platina för mellan 1500 USD och 1600 USD. En stark fysisk efterfrågan från industrin, speciellt från Asien, samt den sydafrikanska utbudssidans oro har varit bidragande faktorer till en fortsatt prisökning under tredje kvartalet av 2010. Året slutade med platinapriset 1752 USD.

Tillförsel och användning av platina finns sammanställt i tabell 2. Under år 2010 prognostiseras en tillförsel på totalt 243,8 ton varav drygt 34 ton kommer från skrotade bilkatalysatorer och knappt 23 ton från smyckeindustri. Detta är en ökning med 5,5 procent,

USD/troy oz

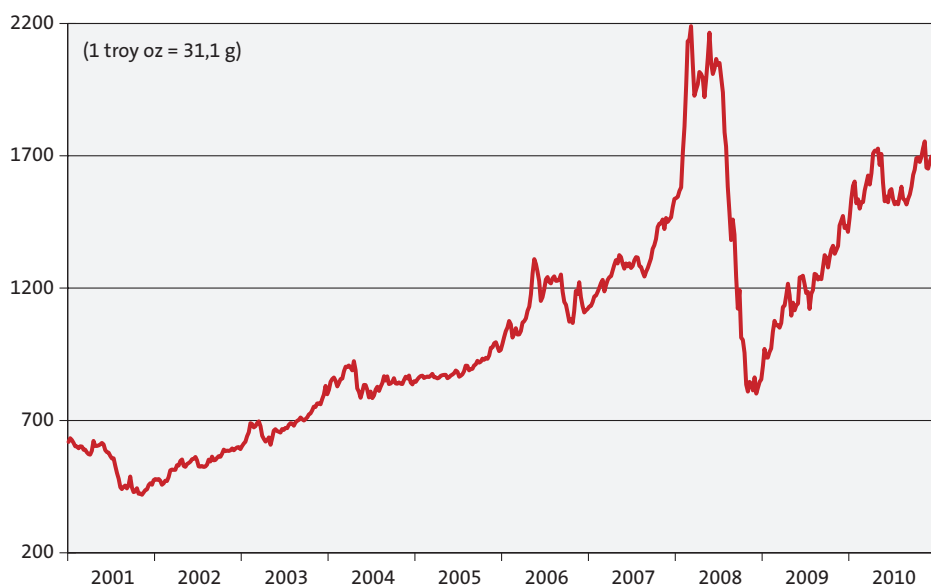


Fig 4. Prisutvecklingen för platina, 2001–2010.

Tabell 1. Prisutvecklingen för platina i medeltal, 2005–2010.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-30
USD per troy oz	896,52	1142,6	1302,81	1571,51	1204	1475	1786	1 610	1756
SEK per kg	215 983	270 650	282 616	322 403	293 800	344 479	423 544	372 193	384 090

jämfört med år 2009. Av den primära tillförseln kommer 76 procent från Sydafrika, en minskning med två procent jämfört med år 2009. Även tillförseln från Ryssland och Zimbabwe visar en ökning på årsbasis medan tillförseln från Nordamerika kommer att minska 20 procent. Mängden återvunnet material kommer att öka och ligga på ungefär samma nivå som 2008.

Prognoser pekar på en total användning på drygt 234 ton under år 2010, vilket är en ökning med tio procent i jämförelse med år 2009. Den största användningen är fortfarande i avgaskatalysatorer för bilar, vilket står för drygt 39 procent av användningen. Därefter kommer smyckeindustrin som står för 32 procent av användningen. Användningen kommer att öka generellt med undantag för platina som nyttjas inom petrokemisk industri, där en tioprocentig minskning förväntas. Det hänger samman med fortsatt minskat intresse för olja och oljeprodukter som följd av en långsam konjunkturåterhämtning.

Platinaleveransen väntas förbli nästan oförändrad under 2010 på 186,9 ton. Leveranserna från nuvarande

gruvverksamhet i Sydafrika förväntas minska något till 142,6 ton som följd av en rad olyckor och avbrott p.g.a. säkerhetsrisker och strejker.

Kostnaderna för utvinning av platinametaller ökar i Sydafrika. Det finns en kostnadshöjande faktor i det faktum att det bryts allt lägre halter i Sydafrika. I Anglo Platins gruvor var halten 5,5 gram per ton år 1999. År 2008 var halten endast 3,4 gram per ton och i de första nio månaderna 2010 låg halten i genomsnitt på 3,18 gram per ton. Det är således en minskning med 42 procent på 11 år, vilket måste kompenseras med högre gruvproduktion.

Anglo Platinum, rapporterar ökad gruvproduktion med fem procent under de första nio månaderna 2010, jämfört med samma period 2009. Totalt producerades 51,46 ton platina. Den totala raffinerade produktionen ökade med 11 procent under de första nio månaderna 2010, jämfört med samma period 2009, och ligger på 49,78 ton.

Impala Platinum är det näst största företaget som utvinna platinametaller i Sydafrika. Under de första

Tabell 2. Tillförsel och användning av platina (ton), källa: Johnson Matthey.

Tillförsel	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Från gruvor					
Sydafrika	164,7	157,7	140,4	144,2	142,6
Ryssland	28,6	28,5	25,2	24,4	25,2
Nordamerika	10,7	10,1	10,1	8,1	6,5
Zimbabwe	5,1	5,3	5,6	7,2	8,7
Övriga	3,3	3,7	3,6	3,6	3,9
Totalt	212,4	205,3	184,9	187,5	186,9
Tillförsel – bilkatalysatorer	26,7	29,0	35,1	25,8	34,1
Tillförsel – smyckeindustri	17,3	20,4	21,6	17,6	22,8
Total tillförsel	256,4	254,7	241,6	230,9	243,8
Användning	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Bilkatalysatorer	121,4	128,9	118,3	68,0	92,1
Kemisk industri	12,3	13,0	12,3	9,0	14,0
Elektrisk industri	11,2	7,9	7,0	5,9	7,0
Glasindustri	12,6	14,6	12,1	0,3	11,4
Investerare	1,2	5,3	13,2	20,5	13,5
Smyckeindustri	68,2	65,7	64,1	87,4	75,3
Petroleumindustri	5,6	6,4	7,6	6,5	5,4
Övriga	15,2	15,4	15,6	13,7	15,7
Total användning	247,7	257,2	250,2	211,3	234,4

nio månaderna 2010 ökade gruvproduktionen med sju procent jämfört med samma period 2009.

Engelska Lonmin rapporterar en ökning av säljbar platina i sin slig med fem procent under 2010. Mängden raffinerad platina visade en ökning med fem procent och uppgick till 19,4 ton.

Ryska Norilsk ökade sin produktion av platina med tio procent under de första sex månaderna år 2010 jämfört med motsvarande period 2009. Produktionen uppgick till 9,35 ton platina.

Efterfrågan på platina från bilindustrin ökade med cirka 37 procent till drygt 90 ton under 2010. Ökningen var en följd av den uppåtgående trenden i den globala fordonsförsäljningen, men nivån ligger fortfarande lägre än för 2008 års fordonsförsäljning.

I Europa beräknas antalet sålda fordon ligga på 17 miljoner lätta fordon vilket är drygt en miljon fordon mer än 2009, men 2,3 miljoner fordon mindre än 2008. Antalet sålda tunga fordon beräknas till 442 000, en ökning med 33 procent jämfört med 2009.

Även i Japan ökade bilproduktionen av både lätta och tunga fordon. Produktionen av lätta fordon ökade med 30 procent till 8,7 miljoner fordon samtidigt som produktionen av tunga fordon ökade med 18 procent till 80 000 fordon.

Även i USA märktes att återhämtningen av fordonsindustrin är på väg. Totalt såldes 9,5 miljoner lätta lastbilar, vilket är en 35-procentig ökning jämfört med 2009. Eftersom platina, palladium och rodium förekommer i katalysatorer för avgasrening i bilar påverkades även marknaden för dessa metaller av uppgången.

En annan marknad särskilt för platina är smyckeindustrin. Det stigande platinapriset har haft en negativ påverkan på efterfrågan. Den kinesiska smyckeindustrin har under senare år köpt allt mer platina, men trenden vändes under 2010 då efterfrågan minskade med 21 procent. Efterfrågan på den japanska marknaden minskade något under 2010 och samma trend märks i Europa där efterfrågan från smyckeindustrin beräknas minska med 0,3 ton till 5,4 ton under år 2010.

Palladium

Palladiumpriset har i stora drag följt platinapriset. Medelpriset låg på 544 USD per oz under 2010 (fig. 5, tabell 3). För palladium gäller, liksom för platina, att bilindustrins förbättrade förutsättningar påverkar pri-

set. Året inleddes med ett pris strax över 400 USD per oz och priset fortsatte att öka till 550 USD per oz i maj. En brant nedgång i pris under maj månad efterföljdes av en konstant uppgång under resten av året. Årets högsta pris nåddes den 30 december med 798 USD per oz.

Prognoser för palladiumtillförseln tyder på en ökning med drygt 4 procent, från 267,5 ton år 2009 till 279 ton under år 2010. Den primära tillförseln kommer att minska med 0,5 procent från 223,2 ton år 2009 till 222 ton år 2010. Orsaken är en minskning av produktionen i Ryssland och Nordamerika. Denna minskning kompenseras till viss del av en ökning av produktionen i Sydafrika. Den sekundära tillförseln från skrotade katalysatorer beräknas öka med 30 procent, från drygt 44,3 ton till drygt 57,4 ton. Tillförseln från Ryssland består av metall producerad främst i Norilsk och från den ryska statens utförsäljning av sina strategiska lager. Det har rapporterats att man misstänker att de ryska strategiska lagren kommer att vara uttömda inom några år.

Av prognosen i tabell 4 framgår att användningen av palladium kommer att ha ökat med 15 procent från drygt 241 ton år 2009 till drygt 278 ton år 2010. Ökningen kommer att ske inom områdena bilindustri och elektronisk industri.

Rodium

Rodiumpriset minskade under de första nio månaderna 2010 (fig. 6, tabell 5), från ett grundpris på 2 550 USD per oz i januari till 2 400 USD per oz i slutet av december, trots att metallen handlades för så mycket som 2 975 USD per oz i april som följd av en ökad efterfrågan från fordonsindustrin. Det genomsnittliga priset låg på 2 435 USD per oz och var betydligt högre än under 2009.

Rodiumtillförseln från de primära källorna ökade med 11 procent under 2010 jämfört med år 2009 (tabell 6). Prognosen för 2010 pekar mot en minskning med 0,8 procent jämfört med 2009. Produktionen beräknas ha minskat med knappt åtta procent i Sydafrika och förbli nästintill oförändrad i Ryssland och Nordamerika. Produktionen i Zimbabwe förväntas ha ökat med drygt 30 procent. Det prognostiseras ett underskott för marknaden på 0,5 ton, som resultat av en minskad produktion i Sydafrika.

Iridiumpriset stärktes avsevärt under de första nio månaderna 2010, från 425 USD per oz i januari till

USD/troy oz

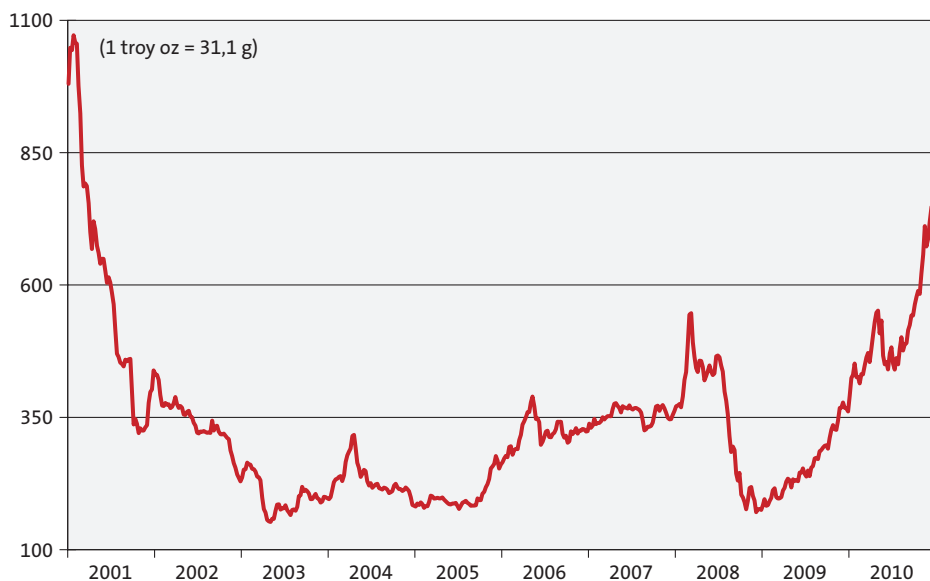


Fig. 5. Prisutvecklingen för palladium, veckomedelvärde London Bullion Market.

Tabell 3. Prisutvecklingen för palladium i medeltal 2005–2010.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per troy oz	201,12	320,04	354,77	350,83	263,2	395,0	797,0	525,3	798
SEK per kg	48 547	75 845	77 104	71 957	63 786	95 003	174 328	121 103	174 546

Tabell 4. Tillförsel och användning av palladium (ton), källa: Johnson Matthey.

Tillförsel	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Från gruvor					
Sydafrika	86,3	86,0	75,6	78,6	77,3
Ryssland	121,9	141,2	113,8	110,7	115,4
Nordamerika	30,6	30,8	28,3	23,3	17,4
Zimbabwe	4,2	4,2	4,4	5,6	6,8
Övriga	4,2	4,7	5,2	5,0	5,1
Summa	247,2	266,9	227,3	223,2	222
Från skrotade bilkatalysatorer	25,0	31,6	36,4	30,0	41,1
Från skrotad elektronik	9,0	9,2	10,7	12,2	13,7
Från smyckeindustri	4,2	7,0	4,0	2,1	2,6
Total tillförsel	285,4	314,7	278,4	267,5	279,4
Användning	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Bilkatalysatorer	124,9	141,3	136,2	126,0	160,2
Guldsmedsarbeten	30,9	22,2	26,6	24,1	19,6
Tandvård	19,3	19,6	19,6	19,7	19,3
Kemisk industri	13,7	11,7	10,9	10,4	12,0
Elektronisk industri	37,5	38,6	41,2	39,5	43,7
Investerare	1,5	8,1	13,1	19,4	20,8
Övrigt	2,7	2,6	1,8	2,2	2,5
Total användning	230,5	244,1	249,4	241,3	278,1

720 USD per oz i september, det högsta på nästan 30 år. Stark fysisk efterfrågan bidrog till att driva upp priset under första halvåret 2010. Inköp gjorda av den kinesiska kloralkaliindustrin och elektroniksektorn, främst för smältdeglar som inom kristallindustrin används i LED-tillverkning, bidrog till att hålla priset på denna nivå.

Ruteniumpriset har hållit sig mellan 80 och 90 USD per oz hittills under år 2010. Detta är sannolikt en följd av att efterfrågan har fortsatt att minska. En väsentlig

reduktion har skett i dess största tillämpning, vid tillverkningen av hårddiskar för datorer, där ruteniumskikten har gjorts tunnare utan att funktionen blivit sämre.

Ruteniumpriset pendlade mellan 160 USD per oz i januari 2010 och 245 USD per oz i maj 2010 som följd av en ökad efterfrågan från den kinesiska kloralkaliindustrin. När efterfrågan avtog sjönk priset gradvis och nådde 180 USD per oz i slutet av september 2010.

USD/troy oz

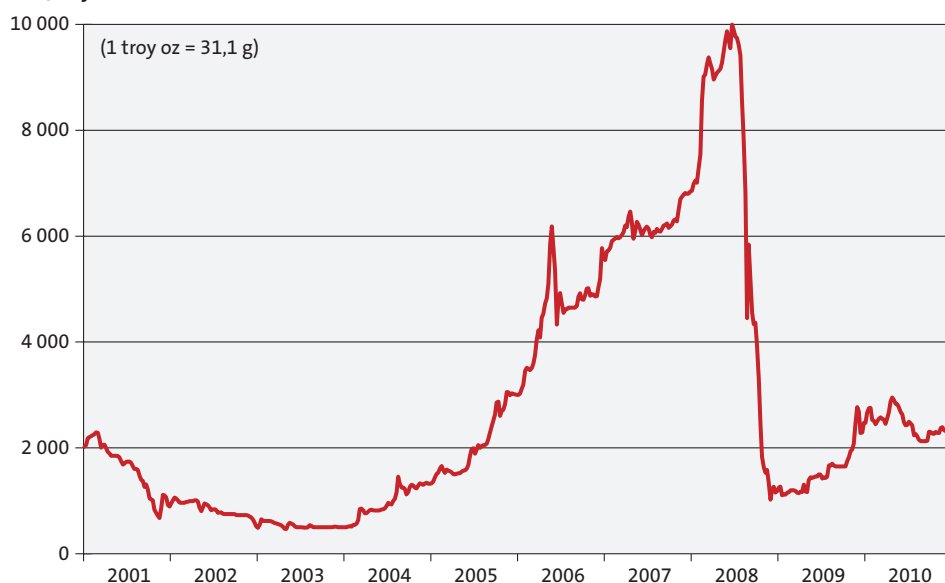


Fig. 6. Prisutvecklingen för rodium.

Tabell 5. Prisutvecklingen för rodium i medeltal 2005–2010.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-30
USD per troy oz	2 061	4 551	6 192	6 535	1 584	2 125	2 975	2 452	2 425
SEK per kg	485 979	1 038 894	1 300 294	1 269 132	368 866	462 721	681 774	549 538	513 028

Tabell 6. Tillförsel och användning av rodium (ton), källa: Johnson Matthey.

Tillförsel	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Från gruvor					
Sydafrika	20,7	21,6	17,9	20,6	19,1
Ryssland	3,1	2,8	2,6	2,2	2,2
Nordamerika	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4
Zimbabwe	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8
Övriga	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0
Summa	24,9	25,6	21,6	24,0	22,5
Från skrotade bilkatalysatorer	5,3	6,0	6,4	5,8	4,3
Summa tillförsel	30,3	31,6	28,0	29,8	26,8
Användning	2006	2007	2008	2009	2010 (prognos)
Bilkatalysatorer	26,8	27,6	23,6	19,3	22,6
Kemisk industri	1,5	2,0	2,1	1,7	2,1
Elektrisk industri	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Glasindustri	2,0	1,8	1,2	0,6	1,8
Övrigt	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6
Summa användning	31,4	32,2	27,8	22,3	27,1

GULD

Guldpriset har under det senaste året stigit kraftigt, över 34 procent (fig. 7, tabell 7). I början av 2010 var värdet ca 1120 USD per troy oz, vilket mot slutet av året hade ökat till närmare 1400 USD per troy oz. Under sommaren och hösten 2010 sattes ett flertal nya rekord för guldpriset i USD. Anledningarna till guldets prisökning är flera. Ett stort skäl är att många värdesäkrar i metall-len, inte minst på grund av aktuell inflationsrisk. Andra skäl är de låga räntenivåerna såväl som oron över den framtida ekonomiska utvecklingen.

Den globala gruvproduktionen av guld har sedan år 1989 ökat från 1 733 ton till 2 572 ton år 2009, vilket motsvarar en genomsnittlig ökningstakt med ca 2,4 procent per år. Jämfört med år 2008 ökade nyproduktionen med totalt 163 ton, eller med nästan sju procent. Pro-

duktionen har ökat i nästan samtliga av de 20 största guldproducerande länderna. Undantaget är Sydafrika och USA som minskade med ca 14 ton vardera.

Den största produktionsökningen skedde i framför allt Indonesien (63 ton), Kina (32 ton), Ryssland (16 ton), Ghana (10 ton) och Argentina (9 ton). Prognosen för den globala gruvproduktionen 2010 är en ökning på två procent.

Den ökade guldproduktionen 2009 är en kombination av nya gruvor, moderniseringar och ökad brytning i Grasbergs och Batu Hijaus koppar-guldgruvor i Indonesien. År 2009 producerade Grasberg 57 ton guld mer än året innan och Batu Hijau ökade med sju ton. I resterande gruvor i Indonesien minskade produktionen. Under första halvåret 2010 har dock produktionen

USD/troy oz

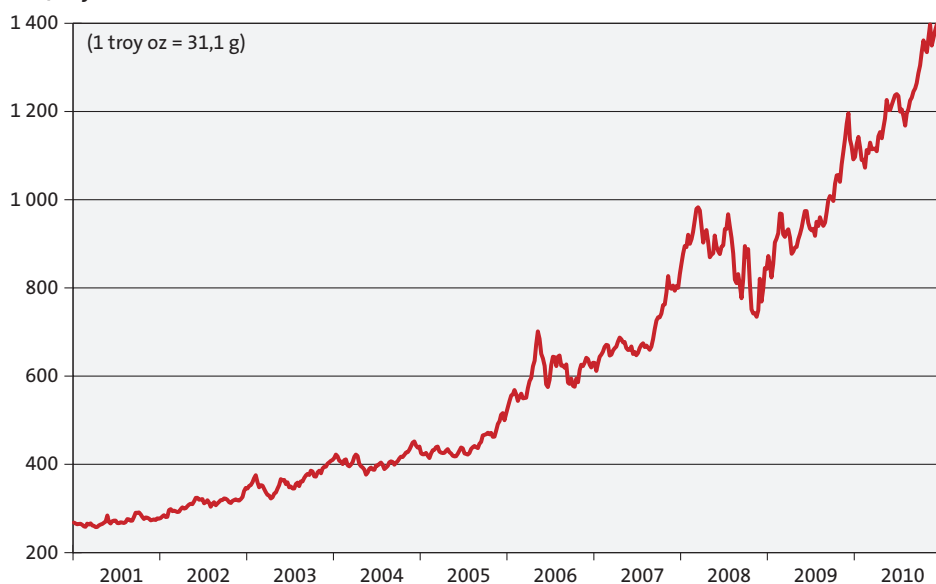


Fig. 7. Prisutvecklingen för guld, veckomedelvärde London Bullion Market.

Tabell 7. Prisutvecklingen för guld, veckomedelvärde London Bullion Market.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per troy oz	444	603	695	872	972	1058	1421	1225	1406
SEK per kg	107 096	143 015	1150 817	183 682	238 045	250 784	323 119	283 179	307 644

dramatiskt fallit med 47 procent i Grasbergsgruvan p.g.a. ändrad gruvplanering till följd av geotekniska stabilitetsproblem.

Kina stärker sin ställning som världens ledande guldproducerande land, en position man haft sedan 2007 (tabell 8). Ökningen på 32 ton beror på det höga guldpriset i kombination med billig arbetskraft. En hel del småskaliga låghaltiga guldgruvor kom i produktion under 2010. Även de kinesiska myndigheternas starka stöd och stimulanspaket anses ha gynnat gruvindustrin. Under första halvåret 2010 har ökningen fortsatt med åtta procent.

Ökningen i Ryssland beror främst på modernisering av gruvorna. Pioneergruvan i Amurregionen har fått ökad kapacitet att uppfordra malm från gruvan samt en större fordonspark. Kupolgruvan på Chukotka-halvön i Fjärran Östern ökade mest, med åtta ton. En ny gruva är Titimukhta i sibiriska Krasnoyarsk, den

största gruvregionen i landet. Första halvåret 2010 föll produktionen med 3 ton jämfört med samma period året innan. Det berodde främst på minskad produktion i Kupolgruvan.

Sydafrika var under många år världens absolut största producentland av guld och svarade t.ex. år 1989 för 608 ton eller ca 35 procent av den globala gruvproduktionen. 2009 var produktionen nere på 220 ton, en minskning med ca 64 procent. Produktionsminskningarna i Sydafrika visar inga tecken på att avta och den minskade produktionen under 2009 orsakades av olika problem. Ökade underhållsarbeten i TauTona- och Mponenggruvan, produktionsstopp i Savukagruvan efter en seismisk händelse samt problem i anrikningsverket i Kalgid var några orsaker.

Gruvorna i Sydafrika är mogna underjordsgruvor med höga kostnader för investeringar i nya nivåer samt ökade underhållskostnader och arbetskraftskostnader,

Tabell 8. Världens 20 största guldproducerande länder, 1989, 2008 och 2009 (ton/år), källor: "Gold Survey" respektive år, GFMS Limited.

	1989	2008	2009	Ändring ton	
	ton	ton	ton	2009–2008	2009–1989
Kina	80,0	292,0	324,0	32,0	244,0
Australien	197,0	215,1	222,8	7,7	25,8
Sydafrika	608,3	233,8	219,8	–14,0	–388,5
USA	259,1	233,6	219,2	–14,4	–39,9
Ryssland ¹	n.a.	188,7	205,2	16,5	205,2
Peru	12,6	179,5	182,4	2,9	169,8
Indonesien	10,4	94,7	157,5	62,8	147,1
Kanada	158,4	95,0	96,0	1,0	–62,4
Ghana	13,4	80,4	90,3	9,9	76,9
Uzbekistan	n.a.	72,7	74,5	1,8	74,5
Papua Nya Guinea	36,7	70,3	70,6	0,3	33,9
Brasilien	96,9	58,7	64,8	6,1	–32,1
Mexiko	11,5	50,8	55,5	4,7	44,0
Mali	n.a.	47,0	48,9	1,9	48,9
Argentina	n.a.	40,3	48,8	8,5	48,8
Tanzania	n.a.	35,6	40,9	5,3	40,9
Chile	20,0	39,2	40,0	0,8	20,0
Filippinerna	37,1	35,6	37,0	1,4	–0,1
Colombia	30,7	26,0	27,0	1,0	–3,7
Venezuela	15,0	24,3	24,8	0,5	9,8
Sverige	3,6	4,9	5,5	0,6	1,9
Övriga länder	145,7	295,6	321,9	26,3	176,2
Världen totalt	1 732,8	2 408,8	2 571,8	163,0	839,1

¹⁾ Kommentar: före år 1990 producerade Sovjetunionen ca 280 ton per år.

vilket leder till allt lägre produktion. Prognosen för 2010 är en fortsatt minskning med åtta procent.

World Gold Council rapporterade att under tredje kvartalet 2010 steg efterfrågan på guld med 12 procent (fig. 8). Köp av smycken i Indien stod för den största ökningen med 36 procent. Sett under hela året förväntas

dock den största ökningen ske för guld i form av olika typer av finansiella instrument. Lagringen av guldackor (bar hoarding) väntas öka med 60 procent till 125 ton. Skillnaden mellan utbud och efterfrågan, som kallas nettoinvesteringar i annan form (Implied Net Investment) är fortsatt hög, ca 35 procent av efterfrågan.

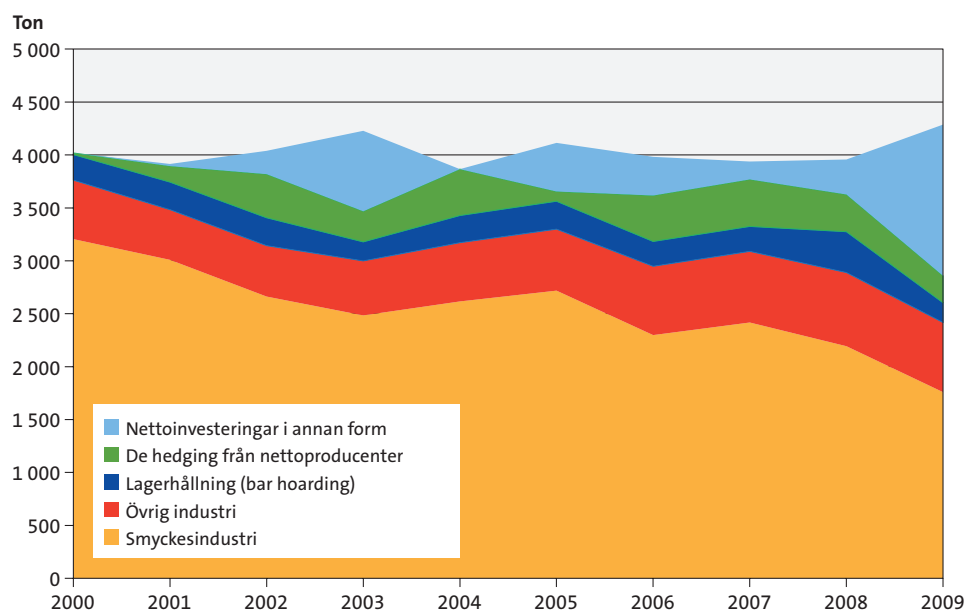


Fig. 8. Efterfrågan på guld.

SILVER

Silverpriset har genomgått samma utveckling som guldpriset och stigit kraftigt under året (fig. 9, tabell 8). I slutet av år 2010 nåddes det högsta priset på 28 år med 30,7 USD per oz. Rekordet för silver är från 1980 med 49,45 USD per oz. I medeltal har priset på silver hittills under år 2010 legat på 20,19 USD per oz. Det är främst investeringsintressen som driver silverpriset uppåt, och silver framstår som allt mer intressant att handla med bland finansanalytiker. Metallen har liknande monetära egenskaper som guld och som följd av att silver används i industrin får den även del av prisutvecklingen för basmetallerna, t.ex. koppar och aluminium. Silver gynnas både när ekonomin försämras och förbättras.

Det totala utbudet av silver beräknas 2010 fortsätta öka med fem procent. Produktionen från de primära silvergruvorna väntas öka marginellt, mycket p.g.a. stora investeringar under året, bl.a. i Pirquitas i Argen-

tina, där man bygger fler ramper, och i Dukatgruvan i Ryssland som väntas expandera kraftigt. Den stora tillförseln av silver beräknas komma från guldgruvor, främst Dolores i Mexico och Hidden Valley i Papua Nya Guinea, men även från bly- och zinkgruvor, främst Penasquito i Mexico.

Utbudet av silver från återvinning (skrot) väntas öka med tio procent år 2010, främst beroende på växande tillförsel från industrin och silversmidesbranschen och trots minskningar från fotoindustrin som är den främsta källan. Nettoförsäljningar av silver från regeringar och centralbanker väntas också öka kraftigt 2010 och huvuddelen av dessa försäljningar förväntas göras av Ryssland.

Den totala efterfrågan för bearbetat silver bedöms år 2010 ha ökat med tio procent, och en fortsatt men något lägre ökning väntas ske 2011. Den industriella efter-

USD/troy oz

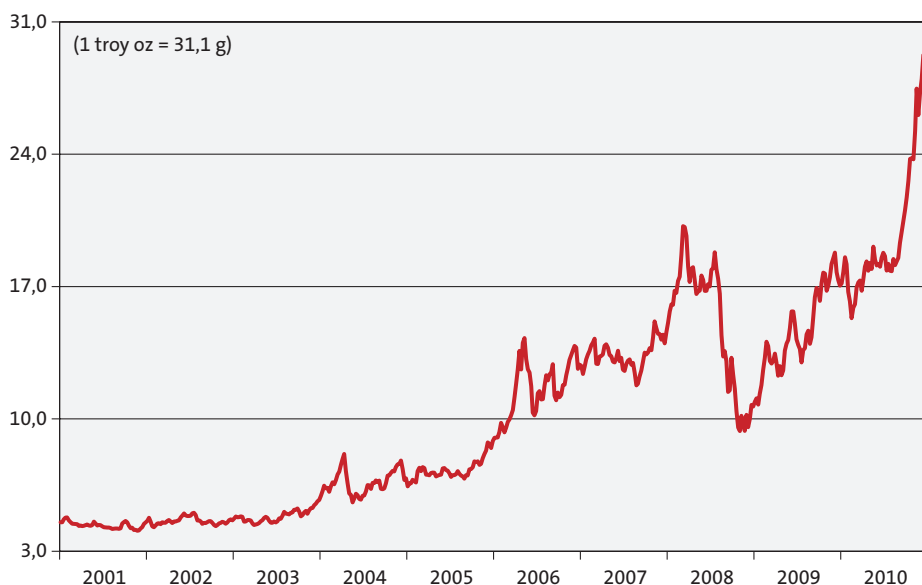


Fig 9. Prisutvecklingen för silver, veckomedelvärde London Bullion Market "spot".

Tabell 8. Prisutvecklingen för silver, veckomedelvärde London Bullion Market "spot".

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-30
USD per troy oz	7,31	11,55	13,38	14,98	14,68	15,14	30,70	20,19	30,63
SEK per kg	1763	2729	2906	3104	3575	3572	6715	4637	6700

frågan på silver har enligt prognos från analysföretaget Gold Fields Mineral Services Ltd, GFMS (GFMS 2010) stigit kraftigt med 18 procent under 2010. Återhämtningen har skett mycket beroende på en uppdämd efterfrågan av silver som ännu inte till fullo kommit upp i 2008 års nivå.

Vad gäller silversmiden och smycken så tror GFMS att nettoefterfrågan kan ha ökat med cirka tre procent

år 2010. De extremt höga guldpriserna har bidragit till att silver i viss utsträckning har substituerat guld.

Enligt prognoserna förväntas efterfrågan på silver för investeringar (inklusive mynt och medaljer) ha ökat under 2010 och nå en ny rekordnivå. GFMS tror att det kommer att ligga på ca 6 500 ton och trenden kommer att fortsätta under 2011. Det hänger samman med att silver används som ett allt populärare finansiellt instrument.

KOPPAR

Kopparpriset har i enighet med den positiva utvecklingen på råvarumarknaden visat en fortsatt stark utveckling under 2010 (fig. 10, tabell 9). Under första halvåret pendlade priset mellan 6 000 och 7 500 USD per ton och fortsatte rakt uppåt under andra halvåret. Året slutade med ett pris på 9 739 USD per ton, vilket är ett nytt rekord.

Genomsnittspriset för 2010 låg på 7 662 USD per ton. Kopparlagren på de ledande råvarubörserna (LME, COMEX, SHFE) låg på 568 182 ton i slutet av december 2010, vilket är en ökning med 119 509 ton från december 2009. International Copper Study Group (ICSG) publicerade i januari 2011 uppdateringen av sin årsstatistik med utbud- och efterfrågebalans för koppar under en tioårs-period, se tabell 10.

Den globala kopparmarknaden noterade ett underskott på omkring 34 000 ton under oktober månad.

Efter säsongsjusteringar för den globala produktionen och konsumtionen noterades ett underskott av raffinerad koppar på ca 35 000 ton.

Gruvproduktionen av koppar i världen ökade med 0,5 procent under de första tio månaderna 2010 jämfört med samma period 2009. Den totala produktionen blev 13 212 000 ton. Produktionen av kopparslig ökade med 2,2 procent under de första tio månaderna 2010 jämfört med samma period 2009. Produktionen i Chile, som är världens största kopparproducent, ökade med 0,7 procent från den låga nivån under samma period 2009, samtidigt som produktionen från Peru, USA, Australien och Indonesien minskade med sammanlagt 7,3 procent (213 000 ton). Kapacitetsutnyttjandet låg på 79,7 procent under de första tio månaderna av 2010.

Under samma period ökade produktionen av raffinerad koppar med 4,6 procent (700 000 ton) jämfört

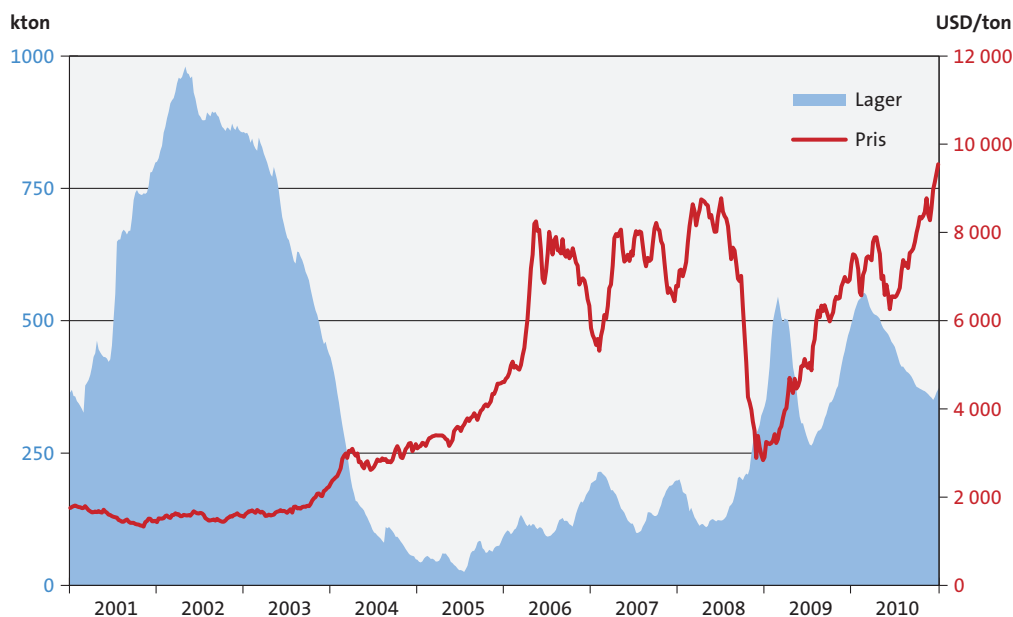


Fig. 10. Pris- och lagerutveckling för koppar, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

Tabell 9. Prisutvecklingen för koppar, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

	Medeltal år					Priser år 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per ton	3 683	6 729	7 122	6 954	5 163	6 091	9 739	7 547	9 739
SEK per kg	27 706	49 394	48 066	44 462	38 679	46 688	66 251	54 063	65 151

med produktionen de tio första månaderna år 2009. Produktionen av primärt raffinerad koppar ökade med 1,8 procent, medan produktionen av sekundär (återvunnen) koppar ökade med 20,8 procent.

Tillväxten i världen har främst drivits av Kina (13 procent), Japan (9,6 procent) och EU (7 procent), som tillsammans står för nästan hälften av världens konsumtion av raffinerad koppar. Produktionen i de två andra stora raffinaderiländerna, Chile och USA, som står för omkring en fjärdedel av världens produktion, minskade med 2,5 procent. Utnyttjandegraden av produktionskapaciteten för raffinerad koppar ökade till

79,3 procent under årets första tio månader 2010. Tillgången på slig på spotmarknaden har varit knapp under såväl första halvåret som större delen av tredje kvartalet 2010, vilket pressade smältlönen på spotmarknaden. Konkurrensen om slig har ökat till följd av en kraftig utbyggnad av smältverkskapaciteten i Kina. I slutet på tredje kvartalet 2010 ökade dock tillgängligheten på slig i takt med att importen till Kina minskade och smältlönen på spotmarknaden steg. Den är dock fortfarande lägre än kontraktsnivån för 2010 som är 46,5 USD per ton slig.

Tabell 10. Utbuds- och efterfrågebalans för koppar (tusen ton), källa: ICSG.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 (jan-sept)	2010 (jan-sept)
Total gruvproduktion	13 633	13 577	13 757	14 594	14 924	14 991	15 474	15 534	15 910	13 147	13 212
Total gruvkapacitet	14 429	15 091	15 318	16 042	16 814	17 122	18 058	18 704	19 461	16 164	16 585
Primär raffinaderiproduktion	13 746	13 456	13 487	13 858	14 412	14 678	15 191	15 377	15 465	12 819	13 045
Sekundär raffinaderiproduktion	1 892	1 898	1 786	2 069	2 161	2 613	2 743	2 823	2 829	2 282	2 756
Total raffinaderiproduktion	15 638	15 354	15 279	15 928	16 573	17 291	17 934	18 200	18 296	15 101	15 802
Raffinaderikapacitet	17 703	18 266	18 804	19 179	20 250	20 854	21 818	22 764	23 606	19 595	19 928
Total konsumtion av raffinerad koppar	14 946	15 231	15 716	16 839	16 673	17 058	18 239	18 056	18 118	15 069	16 206
Totala rapporterade lager av raffinerad koppar	1 992	2 048	1 780	923	867	1 131	1 027	1 161	1 428	1 252	1 265

BLY

Priset på bly vid London Metal Exchange (LME) har under första halvåret visat en stark nedgång, vilken påbörjades i januari år 2010 för att sedan vända uppåt under andra halvåret. Årets lägsta pris, 1 558,50 USD per ton, noterades den 7 juni. Priset har sedan dess konstant stigit och den 11 november noterades årshögsta på 2 593,5 USD.

Lagren av bly vid LME har även ökat under året från cirka 192 000 ton i början av januari år 2010 till cirka 203 900 ton i slutet av november. Det är viktigt att komma ihåg att lagren vid LME bara är en del av de totala lagren av en metall. I slutet av november 2010 var lagren av bly vid LME 203 900 ton, lagren hos producenter 133 900 ton och lagren hos konsumenter

102 400 ton. Lagerkvoten var 4,7 det vill säga lagren skulle räcka i nästan 5 veckor med den dåvarande efterfrågan, vilket måste anses vara tämligen kort tid.

Gruvproduktionen av bly i världen har ökat med drygt sju procent om man jämför perioden januari till november år 2010 med samma period år 2009 (tabell 12). Under den aktuella perioden år 2009 producerades 3,48 miljoner ton blymalm i världen och samma period 2010 producerades 3,75 miljoner ton. Den största produktionsökningen, 17 procent, registrerades i Asien, där Kina står för 88 procent av gruvproduktionen. Oceanien ökade sin produktion med 2,5 procent och Europa ökade med 3,5 procent, samtidigt som gruvproduktionen i Amerika har minskat med 3,5 procent.

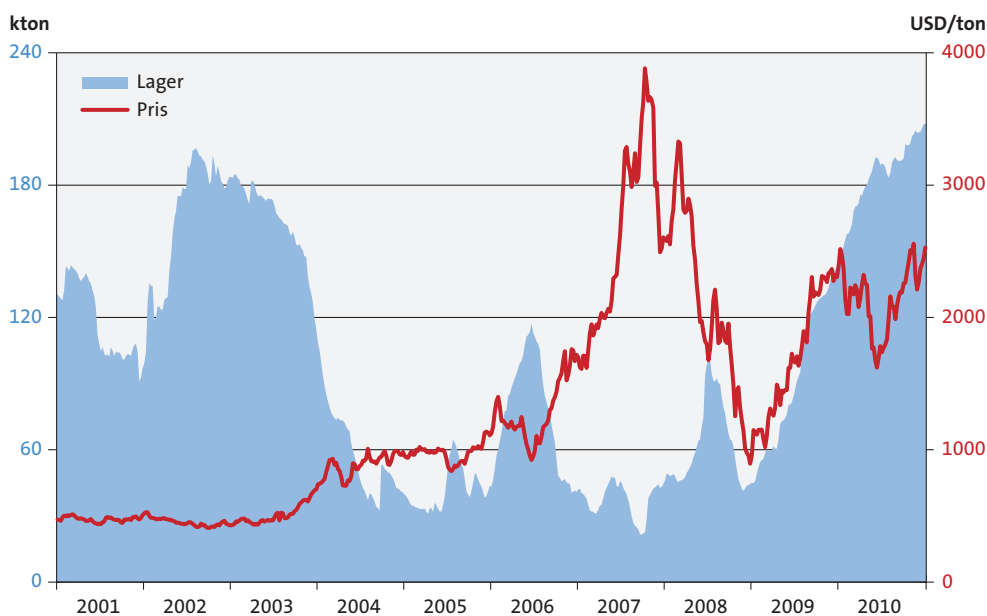


Fig. 11. Pris- och lagerutveckling för bly, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

Tabell 11. Prisutvecklingen för bly, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per ton	975	1286	2596	2084	1725	1558	2593	2148	2586
SEK per ton	7298	9460	17426	13379	12908	12567	18425	15372	17591

Bland länderna med större minskningar finns Peru, som minskade från 277 000 ton till 241 000 ton, och USA som minskade från 372 000 ton till 335 000 ton.

Även produktionen av raffinerat bly i världen har ökat om man jämför januari–november år 2009 med samma period år 2010. Ökningen är 5,9 procent, från 8,08 miljoner ton till 8,55 miljoner ton.

En avsevärd ökning av produktionen i Kina kan noteras, från 3,35 miljoner ton januari till november 2009 till 3,78 miljoner ton samma period år 2010. Det andra stora producentlandet, USA, ökade sin produktion något från 1,11 miljoner ton till 1,13 miljoner ton, om man jämför de två perioderna. Av de större europeiska producenterna av primärt bly har Italien, Spanien och England minskat sin produktion, samtidigt som Tyskland ökade produktionen från 356 000 ton till 376 000 ton. Italien minskade sin produktion från 138 000 ton till 131 000 ton, Spanien från 127 000 ton till 119 000 ton och England från 286 000 ton till 281 000 ton.

Produktionen i Sverige ökade från 47 000 ton till 54 000 ton under januari–november 2010 jämfört med samma period 2009.

Under perioden januari till september år 2009 efterfrågades 3,4 miljoner ton bly i världen och samma period 2010 efterfrågades 3,57 miljoner ton. Efterfrågan har minskat i de allra flesta konsumentländer, men efterfrågan i Kina har ökat med osannolika 25 procent, eller från cirka 2,0 miljoner ton till cirka 2,5 miljoner

ton under de två jämförda perioderna. Den kinesiska efterfrågan beror dels på provinsregeringarnas lageruppbyggnad och dels på den stora efterfrågan av bly för startbatterier till den kinesiska bilindustrin, som upplever en rejäl ökning i produktionen.

Ökat miljömedvetande i Kina har lett till att kinesiska miljömyndigheter har inventerat smältverk i provinsen Yunnan och uppgifter finns att 90 procent av dessa verk kan komma att stängas på grund av miljöskäl. Detta skulle innebära att en produktionskapacitet på ca 500 000 ton per år skulle försvinna från världsmarknaden.

En prisnivå över 2 000 USD per ton för bly har verkat hämmande på handeln med bly.

Av utbuds- och efterfrågebalansen ovan framgår att det fanns ett litet överskott av bly på marknaden år 2010 och tendensen verkar vara att det blir ett litet överskott även år 2011.

När det gäller utsikterna för bly för år 2011 bedömde Internationella bly- och zinkstudiegruppen (ILZSG) i oktober 2010 att den globala efterfrågan av bly kommer att öka år 2011 till sammanlagt 9,79 miljoner ton.

Konsultfirman Gold Fields Mineral Services Ltd (GFMS) hade i december en positiv syn på marknadsutsikterna för bly, mycket beroende på att efterfrågan förväntas stiga i och med att vintern medför ökad efterfrågan på ersättningsbatterier i fordon. Priset för bly förväntas ligga mellan 2 200 och 2 500 USD per ton under 2011.

Tabell 12. Utbuds- och efterfrågebalans för bly i västvärlden (tusen ton), källa: ILZSG.

	2006	2007	2008	2009	2009, jan–sept	2010, jan–sept
Bly i koncentrat	2 013	2 031	2 143	2 012	1 502	1 492
Import/export från f.d. "östländer"	–618	–619	–724	–753	–559	–534
Summa tillgänglig för smältning	1 395	1 412	1 419	1 259	943	958
Produktion av primär metall	1 457	1 393	1 422	1 237	924	869
Produktion från sekundär metall	3 505	3 630	3 676	3 496	2 599	2 668
Summa produktion	4 962	5 023	5 098	4 733	3 523	3 537
Efterfrågan	5 672	5 430	5 244	4 620	3 400	3 573
Import/export från f.d. "östländer"	621	375	180	5	–20	71
Försäljning från lager US-DLA	19	0	0	36	0	0
Metallbalans	–70	–32	34	118	104	33
Rapporterade lager (vid periodslut)	270	265	306	388	357	439

ZINK

Priset på zink vid London Metal Exchange (LME) har stigit under år 2010 (fig. 12, tabell 13). Det lägsta priset för zink under året noterades 7 juni och var då 1 594 USD per ton (prompt). Sedan dess har priset stigit och den 26 oktober nåddes årets högsta nivå på 2 554 USD per ton. Priset har sedan pendlat mellan 2 200 och 2 400 USD per ton under resten av året.

Lagren av zink var 530 000 ton i början av år 2010 och en lageruppbyggnad har ägt rum under året till 580 000 ton i slutet av december.

Gruvproduktionen av zink i världen har ökat om man jämför januari till november år 2010 med samma period år 2009, från 10,23 miljoner ton till 11,22 miljoner ton (tabell 14). Den största ökningen, 18 procent, rapporterades i Asien och det är i Kina som ökningen är procentuellt störst. Från januari

till november år 2009 var gruvproduktionen i Kina 2,7 miljoner ton och samma period år 2010 var den 3,3 miljoner ton. Det är en ökning med drygt 20 procent. Den näst största producenten, Peru, minskade från 1,38 miljoner ton till 1,36 miljoner ton. Den tredje största, Australien, ökade sin gruvproduktion med 14 procent från 1,16 miljoner ton till 1,31 miljoner ton. Bland de större producentländer som ökat sin produktion kan nämnas USA, Indien, Mexiko och Kazakstan. Under perioden januari till augusti år 2010 producerade USA 701 000 ton, Indien 678 000 ton, Mexiko 545 000 ton och Kazakstan 449 000 ton zinkslig.

Världsproduktionen av raffinerad zink var under perioden januari till november år 2010 11,68 miljoner ton och under samma period år 2009 var den 10,19 miljoner

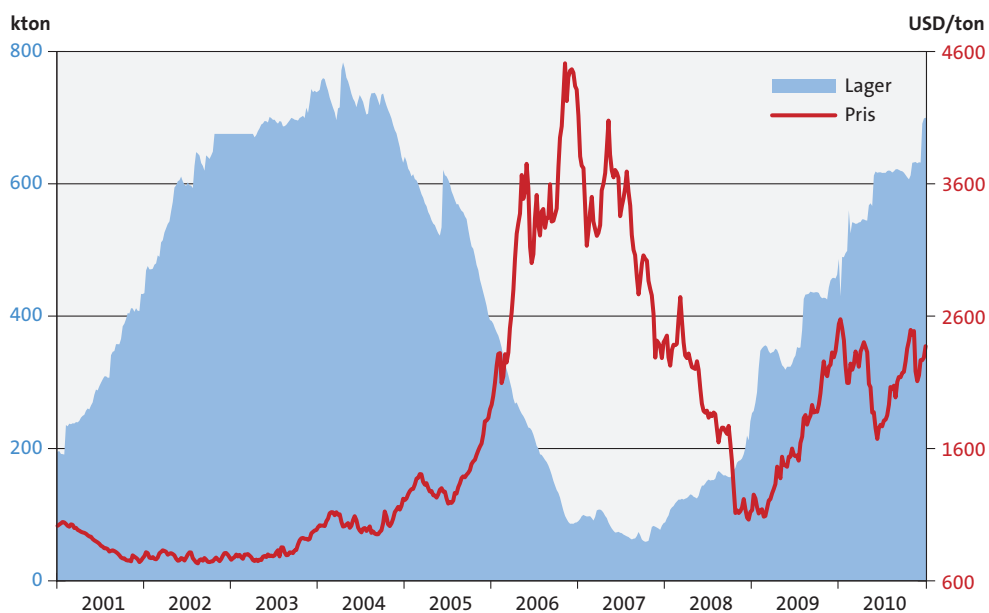


Fig. 12. Pris- och lagerutveckling för zink, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

Tabell 13. Prisutvecklingen för zink, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

	Medeltal år					År 2010		Medel	Dagspris 2010-12-31
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst		
USD per ton	1381	3272	3250	1871	1658	1595	2634	2159	2432
SEK per ton	10372	23940	22048	12036	12420	12862	18736	15474	16545

ton, en ökning med 12 procent. Den kinesiska produktionen ökade med 21 procent under den aktuella perioden, från 3,90 miljoner ton år 2009 till 4,73 miljoner ton år 2010. Både i Amerika och i Europa har en ökning i produktion av zink ägt rum under år 2010. Produktionen under januari till november var 1,86 miljoner ton i Europa och 1,51 miljoner ton i Amerika under år 2009. Samma period år 2010 var produktionen i Europa 2,21 miljoner ton och i Amerika 1,66 miljoner ton. Ökningen är 19 procent i Europa och 10 procent i Amerika. De tre största producentländerna i Europa är Finland, Holland och Ryssland och i Nord- och Sydamerika är det Kanada (överbäret störst med en produktion av 635 000 ton under januari–november år 2010), Mexiko och Brasilien (med en produktion kring 300 000 ton vardera under perioden).

Efterfrågan på zink i världen har ökat från 9,81 miljoner ton till 11,45 miljoner ton om man jämför perioderna januari till november år 2009 med år 2010. Ökningen är således nära 16 procent, globalt. Den europeiska efterfrågeökningen är avsevärt större, nära

30 procent, och efterfrågeökningen i Asien är 15 procent. Kina och Japan bidrar mest till den procentuella efterfrågeökningen. I Europa är det ett stort antal konsumentländer som var och en har en efterfrågan mellan 100 000 och 500 000 ton som har ökat sin efterfrågan med mer än 30 procent. Ett exempel är Tyskland med en efterfrågan på 452 000 ton (339 000 ton år 2009), Belgien med en efterfrågan på 359 000 ton (264 000 ton år 2009), Italien med en efterfrågan på 284 000 ton (193 000 ton år 2009) och Spanien med en efterfrågan på 179 000 ton (136 000 ton år 2009) under perioden.

Utbud- och efterfrågebalansen för zink i västvärlden redovisas i tabell 4. Det förefaller som om ett överskott på zink byggs upp även år 2010 och det är rimligt att anta att överskottet blir större än överskottet år 2009.

GFMS förutser i decembernumret av sin rapport Base Metals One Year Forecast (GFMS 2010) att 2011 års produktion kommer att ligga på 12,96 miljoner ton, samtidigt som efterfrågan kommer att ligga på 12,83 miljoner ton.

Tabell 14. Utbud- och efterfrågebalans för zink i västvärlden (tusen ton), källa: ILZSG.

	2006	2007	2008	2009	2009, jan–sept	2010, jan–sept
Zink i koncentrat	6 729	7 186	7 602	7 366	5 565	5 770
Import och export från f.d. "östränder"	–534	–944	–1 201	–1 615	–1 167	–1 022
Användning av zinkoxid	4	4	4	4	2	2
Summa tillgänglig för smältning	6 199	6 246	6 405	5 755	4 400	4 750
Produktion av primär metall	5 859	5 926	6 050	5 601	4 138	4 574
Produktion från sekundär metall	613	636	625	472	347	391
Summa produktion	6 472	6 563	6 674	6 073	4 485	4 965
Efterfrågan	7 286	7 151	6 904	5 683	4 154	4 973
Import och export från f.d. "östränder"	434	581	412	–226	–261	104
Försäljning från lager	28	7	0	0	0	0
Metallbalans	–352	0	182	165	69	98
Rapporterade lager (vid periodslut)	548	580	764	925	878	1 024

ALUMINIUM

Aluminiumpriset steg starkt under 2009 på London Metal Exchange (LME) efter den kraftiga nedgången från senare delen av 2008 (fig. 13, tabell 15). Priset ökade under de första månaderna 2010 till nivåer omkring 2 450 USD per ton i mitten av april. LME-priset på aluminium sjönk sedan under våren och försommaren till det årslägst pris 1 828 USD per ton den 7 juni. Sedan dess har priset stigit och nådde det årshögsta priset 2 459 USD per ton på nyårsafton.

I början av januari 2010 var aluminiumlagren vid LME drygt 4,6 miljoner ton vilket motsvarar drygt 12 veckors global konsumtion. Lagren har minskat med ungefär 300 000 ton sedan årsskiftet 2009/2010 och låg i slutet av december på knappt 4,3 miljoner ton.

Efterfrågan på aluminium har varit relativt stor under 2010. Jämfört med 2009 kommer efterfrågan att ha ökat med mellan 15 och 22 procent enligt olika analytiker. Även aluminium ETF (Exchange Trade Funds) har hjälpt till att hålla priset uppe tillsammans med en försvagad USD. Konsultfirman Gold Fields Mineral Services Ltd (GFMS) förutsäger att marknaden kommer att vara i överskott under innevarande år men att det blir balans under första kvartalet 2011. Vidare tror dock GFMS att det blir ett överskott om ca 300 000 ton för hela 2011.

Kinesiska myndigheter har beslutat att stänga ned vissa aluminiumsmältverk för att förbättra energieffektiviseringen i den för landet gällande femårsplanen, vil-

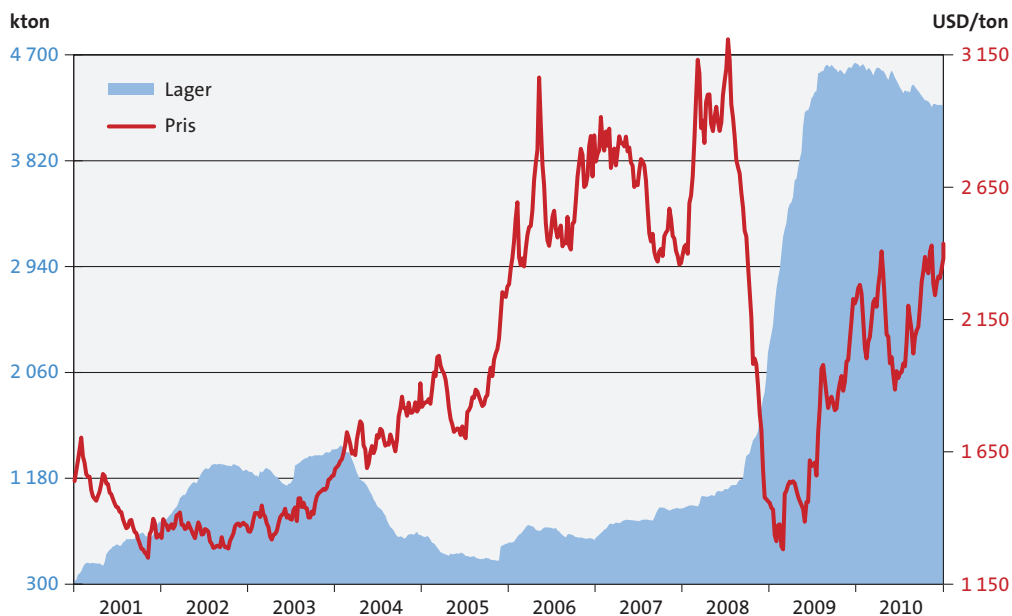


fig. 13. Pris- och lagerutveckling för aluminium, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

Tabell 15. Prisutvecklingen för aluminium, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

	Medeltal år					År 2010		Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per ton	1 897	2 565	2 639	2 572	1 667	1 828	2 459	2 173	2 459
SEK per ton	14 212	18 890	17 873	16 600	12 576	14 144	17 522	15 594	16 724

ken tar slut 2010. Chalco, som är den största kinesiska aluminiumproducenten, har minskat sin smältkapacitet med 10 procent eller 400 000 ton per år.

Produktionen av primärt aluminium i Kina förväntas under 2010 öka med 26 procent till 16,4 miljoner ton för att ytterligare öka med 5,6 procent till knappt 17,4 miljoner ton under 2011. Världsproduktionen av

primärt aluminium uppskattas bli ca 41,3 miljoner ton under 2010. Den globala efterfrågan på aluminium beräknas uppgå till 40,8 miljoner ton under detta år. Världsproduktionen av bauxit under 2010 förväntas bli knappt 205 miljoner ton och för aluminiumoxid drygt 52,5 miljoner ton. Siffror för årets tre första kvartal samt tidigare helår framgår av tabell 16.

Tabell 16. Global utbuds- och efterfrågebalans för aluminium (tusen ton), källa: WBMS, IAI.

År	2006	2007	2008	2009	2009, jan–sept	2010, jan–sept
Produktion av bauxit	191 655	209 014	218 177	193 088	142 860	152 303
Produktion av aluminiumoxid	58 395	54 484	55 958	49 946	37 079	39 770
Produktion av primär metall	33 975	38 186	39 669	36 994	27 069	30 376
Produktion från sekundär metall	9 092	9 662	8 839	7 895	5 775	5 926
Efterfrågan	33 935	37 566	37 009	34 812	25 487	29 794
Rapporterade lager (vid periodslut)	2 764	2 961	4 709	6 486	-	6 531

NICKEL

Nickelpriset på London Metal Exchange (LME) har haft en uppåtgående trend sedan bottennoteringen i slutet av 2008 (fig. 14, tabell 17). Toppnoteringen för år 2010 är 27 575 USD per ton (cash) som nåddes den 16 april. Sedan har priset gått ned och låg i slutet av 2010 på omkring 25 000 USD per ton.

LME-lagren av nickel har hittills minskat med ca 30 000 ton sedan årsskiftet 2009/2010 och låg i slutet av december 2010 på ungefär 135 000 ton.

Tabell 18 visar marknadsbalansen för nickel i världen under åren 2005–2011. Prognoserna för 2010 och 2011 är gjorda i oktober 2010.

Den globala gruvproduktionen av nickel bedöms öka med nästan 15 procent till 1,54 miljoner ton under 2010.

Under 2011 kommer gruvproduktionen av nickel, enligt International Nickel Study Groups (INSG) bedömning, att öka med ytterligare drygt 16 procent. Användningen av nickel uppskattas öka med 15 procent under 2010 och ytterligare 6,7 procent under 2011. Under 2010 förutspår INSG att marknaden blir i stort sett i balans (med ett underskott på 2 000 ton). 2011, då många nya gruvor förväntas komma igång, kommer marknaden enligt INSG att uppvisa ett överskott med 85 000 ton.

Efterfrågan på nickel var mycket svag under första halvåret 2009 p.g.a. kraftig neddragning i produktionen av rostfritt stål världen över, i finanskrisens spår. Omkring 2/3 av all producerad nickel används vid tillverkningen av rostfritt stål. En viss återhämtning av

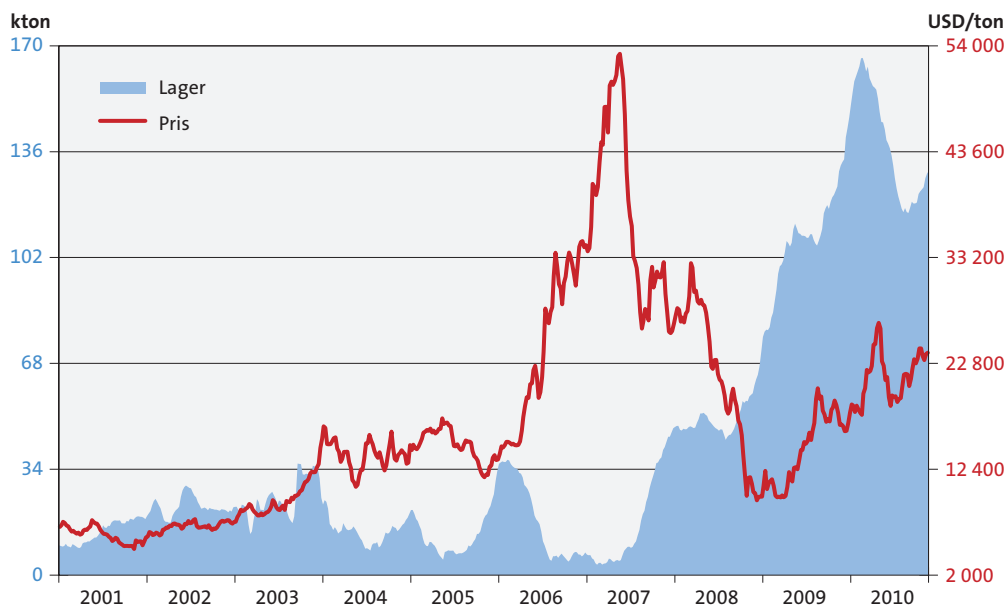


Fig. 14. Pris- och lagerutveckling för nickel, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

Tabell 17. Prisutveckling för nickel, veckomedeltal LME "Cash" respektive veckoslutsnoteringar.

	Medeltal år					År 2010			
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	Dagspris 2010-12-31
USD per ton	14 726	24 271	37 173	21 027	14 695	17 033	27 575	21 807	24 950
SEK per ton	109 721	177 156	252 449	134 171	110 371	124 959	197 437	156 600	169 722

efterfrågan skedde under andra halvan av 2009 men tog riktig fart under första halvåret 2010 p.g.a. ökning av den globala produktionen av rostfritt stål. Enligt INSG kommer efterfrågan på nickel att mattas något under sista halvåret 2010 och även i början av 2011.

Den globala produktionen av rostfritt stål uppgick till 22,1 miljoner ton under 2009, vilket är en minskning med 14,6 procent jämfört med 2008. Enligt analytikerna bedöms den globala produktionen av rostfritt stål ha ökat till mellan 26,5 och 28,5 miljoner ton under 2010. Kina står för drygt 34 procent av världsproduk-

tionen av rostfritt stål. Nedanstående figur visar konsumtionen av rostfritt stål per capita mot BNP per capita för år 2009. På tio år har konsumtionen av rostfritt stål i Kina ökat från ca 1,8 kg per capita till drygt 6 kg per capita (fig. 15).

På lång sikt förväntas världsproduktionen av rostfritt stål öka med omkring fem procent årligen under perioden 2009–2020. Om Kinas konsumtion av rostfritt stål ökar med 7–9 procent per år kan landets konsumtion av rostfritt stål uppgå till 25 miljoner ton år 2025.

Tabell 18. Produktion och användning av nickel (tusen ton, p=prognos), källa: INSG.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010p	2011p	2009–2010 ändring (%)	2010–2011 ändring (%)
Gruvproduktion	1384	1468	1586	1523	1340	1535	1786	14,6	16,4
Produktion av primärt nickel	1274	1344	1435	1382	1347	1427	1611	6,0	12,9
Nickelanvändning (konsumtion)	1249	1401	1310	1287	1242	1429	1525	15,1	6,7
Marknadsbalans	+25	–57	+125	+95	+105	–2	+85		

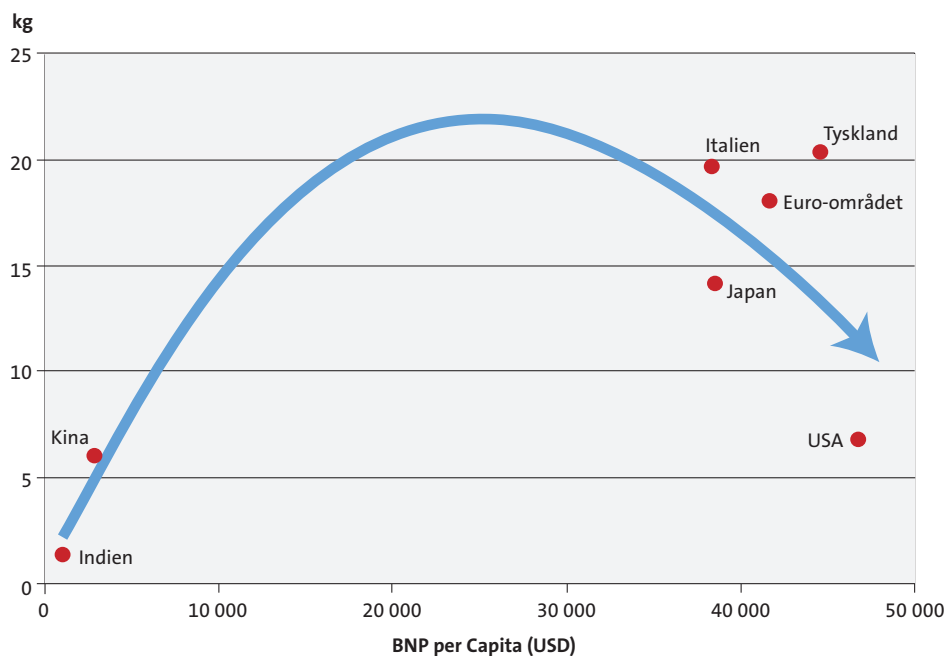


Fig. 15. Punkterna visar konsumtionen av rostfritt stål per capita i förhållande till BNP per capita 2009. Pilen i figuren illustrerar en tänkt tillväxt av Kinas och Indiens konsumtion av rostfritt stål till västvärldens nivåer,

ÖVRIGA METALLER

Uran

Det finns ingen börshandel med uran, men två företag (TradeTech och UxC) sammanställer globala spotpriser veckovis, baserat på industrienkäter. Det mesta av handeln med uran sker dock med långtidskontrakt. Spotpriset på uran låg på 62,50 USD per lb U_3O_8 i slutet av 2010 (fig. 16, tabell 19).

Eftersom de långa kontrakten ofta har en klausul som kopplar dem till spotpriset över tiden, så är det förmodligen så att de långa kontrakten redan i januari kommer att vara någon USD eller två högre.

Under de tre senaste åren har vi sett en kraftig efterfrågeökning på U_3O_8 på spotmarknaden under årens tredje kvartal. 2008 drevs volymökningen av en kollaps av de finansiella marknaderna. Förra årets pristopp orsakades av nyheten om en olycka i Olympic Dam-

gruvan, och i år har priset ökat kraftigt under oktober och november månad. Ökningen i spotpriset stöddes av rekordstora spotmarknadsaktiviteter under 2010, med en årlig försäljningsvolym på 42,8 miljoner lb U_3O_8 . Senaste gången aktiviteten på spotmarknaden var nära denna nivå inträffade år 1990, när försäljningsvolymen uppgick till 40,6 miljoner lb U_3O_8 .

En förklaring till ökade spotpriser under 2010 är Kinas kärnkraftsexpansion med 27 reaktorer under konstruktion och ytterligare 50 på ritbordet, enligt World Nuclear Council (WNC). Tillsammans med Ryssland (10 nya reaktorer), Indien (6 nya reaktorer) och Sydkorea (5 nya reaktorer) utgör dessa 27 reaktorer mer än två tredjedelar av de 63 som nu byggs. Kina har under året undertecknat två större avtal. Det med franska Areva om långtidsleveranser av uran anses vara



Fig. 16. Prisutvecklingen för uran.

Tabell 19. Prisutvecklingen för uran.

	Medeltal år		År 2010					Dagspris	
	2005	2006	2007	2008	2009	Lägst	Högst	Medel	2010-12-31
USD per lb U_3O_8	27,68	47,98	95,05	63,58	46,7	40,5	62,5	46,4	62,5
SEK per kg	461,0	775,0	1475,0	485,7	788,5	643,6	944,7	736,0	944,7

det största i Arevas historia enligt ett pressmeddelande från Areva. Detta anses också ha bidragit till den ökade efterfrågan på uran på spotmarknaden under 2010.

De långa kontrakten låg på 65,00 USD per lb i slutet av 2010, vilket är en ökning med drygt åtta procent från 60,00 USD per lb under tredje kvartalet 2010. Det finns ökade förväntningar om att det avtalade priset kommer att fortsätta att visa ett tryck uppåt, vilket kan höja priset över de 70,00 USD per lb som krävs för att stödja utvecklingen och sätta igång beslut i ett antal projekt i avancerade stadier, särskilt i Namibia, till exempel det storskaliga företaget Extract Resource Limiteds Bannerman-projekt, och eventuellt Marenica Energy Limiteds projekt Deep Yellow.

Priserna låg i stort sett stilla, runt 40 USD per lb, under första och andra kvartalen 2010. I och med en konstant efterfrågeökning på U_3O_8 började en prisökning i juni månad och i slutet av december nåddes årets högsta pris på 62,50 USD per lb.

Behovet av uran under 2010 uppskattas ha varit cirka 195 miljoner lb U_3O_8 medan produktionen beräknas bli 154 miljoner lb. Det finns planer för en kapacitetsökning hos de största uranproducenterna.

I sin rapport för tredje kvartalet 2010 noterar den kanadensiska uranproducenten Cameco att företaget producerade totalt 16,5 miljoner lb U_3O_8 under de tre första kvartalen 2010. Det är en ökning med 17 procent jämfört med samma period 2009 samtidigt som företaget har sänkt sina produktionskostnader med 13 procent jämfört med samma period 2009. Cameco beräknar att produktionen under hela 2010 blir 22 miljoner lb U_3O_8 . Det finns långt gångna planer hos Cameco på att fördubbla produktionen fram till 2018. Kazakstan produ-

cerade 13 528 ton U_3O_8 under de första nio månaderna 2010. Det är en ökning med 42 procent jämfört med samma period 2009. Den totala produktionen beräknas uppgå till 18 222 ton, vilket är en ökning med 30 procent jämfört med 2009.

För närvarande finns det 441 kärnkraftsreaktorer i drift och 63 under konstruktion i världen. Det finns planer på att bygga 474 nya kärnreaktorer totalt, vilket är en ökning med nio procent jämfört med december 2009, då fanns planer på att bygga sammanlagt 435 reaktorer.

Sydkoreas regering har släppt en preliminär långsiktig energiplan som skulle kunna resultera i byggandet av upp till 14 nya reaktorer till 2024 för att minska beroendet av fossila bränslen och bidra till att tillgodose den ökande efterfrågan på el. Om regeringen godtar planerna ökar antalet planerade nya reaktorer till 488.

Sammanlagt 84 nya reaktorer är planerade att tas i drift senast 2017. De nationer som visar det högsta antalet planerade och föreslagna nya kärnreaktorer är: Kina 157, Indien 58, Ryssland 44, USA 31 och Ukraina 22.

Den 17 juni 2010 sa Sveriges riksdag ja till regeringens förslag om att slopa förbudet mot nya kärnkraftsreaktorer. Beslutet innebär att nya kärnkraftsreaktorer ska få ersätta gamla som tas ur drift. Om nya reaktorer byggs får dessa endast uppföras på platser där det redan finns kärnkraftverk i drift, det vill säga i Forsmark, Ringhals och Oskarshamn. Totalt ska det inte få finnas fler än dagens tio reaktorer. Enligt regeringens förslag skulle förbudet mot ny kärnkraft upphävas den 1 augusti 2010. Riksdagen senarelade sedan detta datum till den 1 januari 2011.

JÄRNMALM OCH STÅL

Efterfrågan på järnmalm har varit stark under 2010 och drivs till stor del av Kinas behov av järnmalm till sin inhemska stålindustri. Kina importerade 458 miljoner ton järnmalm under de tre första kvartalen 2010, vilket är en minskning med tre procent jämfört med samma kvartal 2009. Den största minskningen har skett under det tredje kvartalet 2010 p.g.a. neddragning hos stål-tillverkarna som en följd av energirestriktioner från den centrala regeringen.

Figur 17 visar hur marknaden för sjöburen järnmalm har förändrats mellan åren 2000 och 2009. För 2010 bedöms handeln med sjöburen järnmalm nå drygt en miljard ton. Idag står de tre största järnmalmproducenterna (Vale, Rio Tinto och BHP Billiton) för nästan 70 procent av den sjöburna handeln med järnmalm.

De årliga förhandlingarna om järnmalmspriset slutade tidigt under 2010. De största järnmalmproducenterna har gått över till kvartalskontrakt trots starkt motstånd från såväl kinesiska ståltillverkare som från japanska och europeiska stålindustriorganisationer. Det finns dock fortfarande järnmalmproducenter som har tecknat årsavtal med sina kunder under 2010. LKAB är ett exempel och detta har medfört att deras järnmalmspriser ligger i nivå med priserna 2008 (fig. 18).

Världsproduktionen av stål, som använder järnmalm som råmaterial, har legat på höga nivåer under 2010. Branschorganisationen World Steel Association meddelar att den globala råstålsproduktionen under perioden januari–november 2010 nådde 1 281 miljoner ton, vilket är en ökning med 16,2 procent jämfört med samma period 2009. Råstålsproduktionen under november månad 2010 var 5,1 procent högre än motsvarande månad 2009. Största ökningen har skett i Nordamerika med 37,9 procent, följt av EU-27 med 26,3 procent och Sydamerika med 17,9 procent.

Råstålsproduktionen i Asien ökade med 12,7 procent, där Japan och Taiwan uppvissade de största procentuella ökningarna, med 27,8 respektive 25,6 procent. I Kina ökade produktionen med 10,1 procent till 524 miljoner ton råstål vilket motsvarar drygt 45 procent av den globala produktionen. I Sverige ökade råstålsproduktionen med 82 procent till 4,45 miljoner ton vilket är den största procentuella ökningen hos alla de 66 rapporterande länder som ingår i World

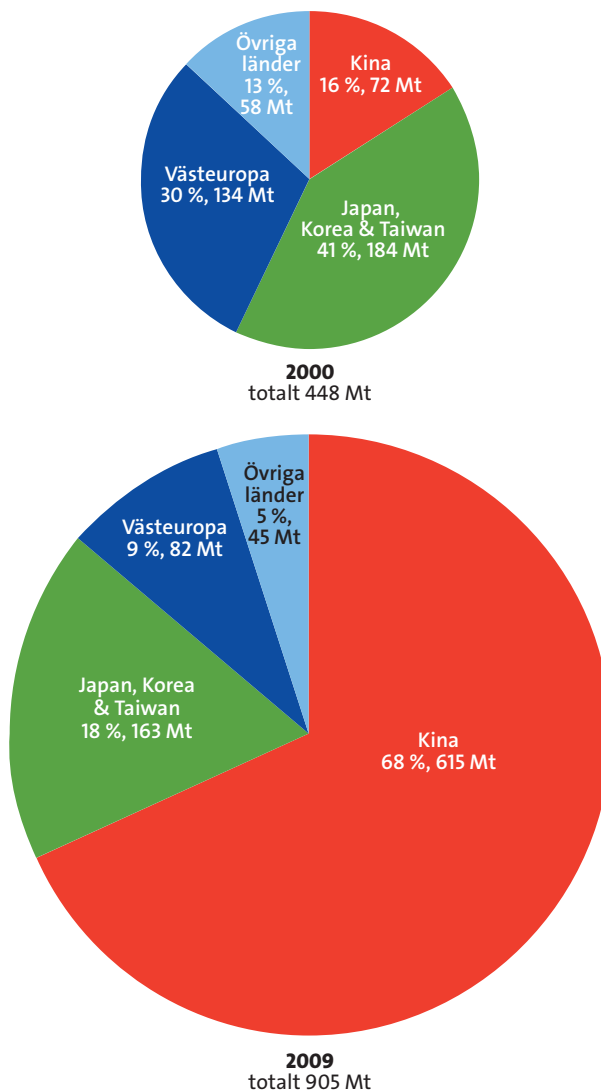


Fig. 17. Förändringar i marknaden av sjöburen järnmalm. Mt = miljoner ton.

Steel Association och som täcker mer än 98 procent av världens råstålsproduktion.

Världens största järnmalmproducent, brasilianska Vale, producerade 227,5 miljoner ton järnmalm under perioden januari–september 2010 vilket är en ökning med 30,4 procent jämfört med samma period 2009. Under det tredje kvartalet var produktionen 82,6 miljoner ton, vilket är en ökning med 23,7 respektive 8,9 procent jämfört med samma kvartal 2009 respektive

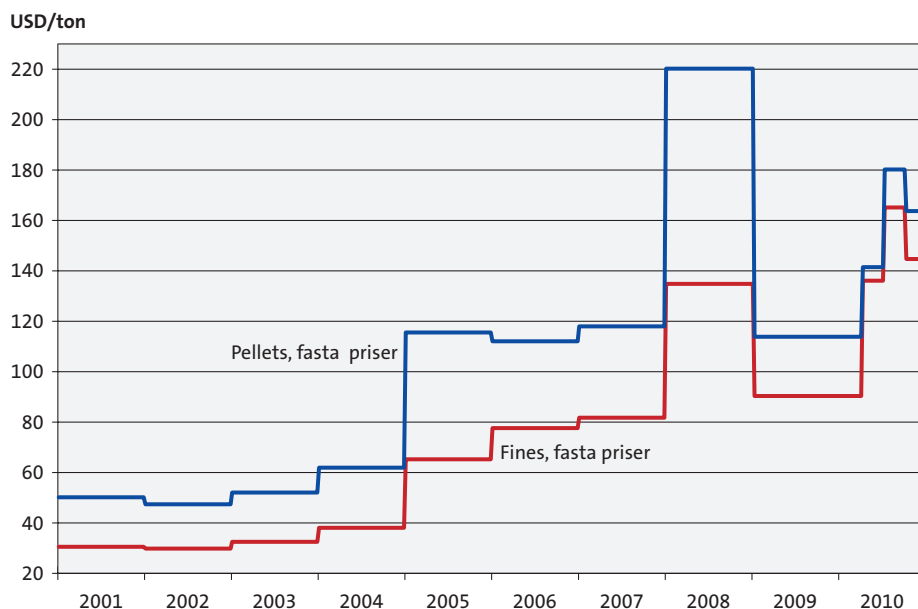


Fig. 18. Prisutvecklingen för järnmalm.

tive föregående kvartal 2010. Utbyggnaden av produktionskapaciteten med 20 miljoner ton per år vid Vales järnmalmgruvor i Carajás har slutförts under 2010. Vale planerar att utöka sin järnmalmkapacitet med 191 miljoner ton per år över en femårsperiod.

Pelletsproduktionen under de tre första kvartalen 2010 var 36,7 miljoner ton. Detta motsvarar en ökning med hela 143,5 procent jämfört med samma kvartal 2009. Under det tredje kvartalet producerade Vale 13,6 miljoner ton pellets varav 9,1 miljoner var masugnspellets och 4,5 miljoner direktreduktionspellets (DR-pellets). Ökningen var 71,1 procent i jämförelse med tredje kvartalet 2009. Två nya pelletsverk i Oman och i Brasilien är under uppförande och dessa kommer att utöka bolagets produktionskapacitet med ytterligare 16,5 miljoner ton pellets. Pelletsverket i Oman kommer att tillverka DR-pellets med en produktionskapacitet på 9 miljoner ton per år.

Världens näst största järnmalmproducent, engelsk-australiska Rio Tinto, producerade 134,5 miljoner ton järnmalm under de tre första kvartalen 2010, vilket är 10 procent mer än för motsvarande period 2009. Under det tredje kvartalet 2010 ökade järnmalmproduktionen med en respektive nio procent till 47,6 miljoner ton i jämförelse med samma kvartal 2009 respektive föregående kvartal 2010. Liksom sin konkurrent Vale planerar Rio Tinto att utöka sin produktionskapacitet kraftigt under de kommande åren. I slutet av år 2015 räknar

Rio Tinto med att järnmalmproduktionen vid deras järnmalmgruvor i Pilbararegionen i västra Australien kommer att nå 330 miljoner ton per år. Vid hamnen i Cape Lambert kommer det att investeras 3,1 miljarder USD för att utöka utskeppningskapaciteten. Ytterligare 1,2 miljarder USD kommer att investeras vid gruvorna Brockman 4 och Western Turner Syncline för att höja produktionskapaciteten där.

Världens tredje största järnmalmproducent, australiska BHP Billiton (BHP), producerade 85,8 miljoner ton järnmalm under perioden januari–september 2010 vilket motsvarar en ökning med 8,3 procent i jämförelse med föregående period 2009. Produktionen under det tredje kvartalet uppgick till 28,9 miljoner ton järnmalm. Detta är en ökning med 5,6 resp. 1,6 procent jämfört med samma kvartal 2009 resp. andra kvartalet 2010. Även BHP kommer att utöka sin produktionskapacitet vid deras järnmalmgruvor i Pilbararegionen i västra Australien under de närmaste åren. Under år 2013 förväntas produktionskapaciteten uppnå en årstakt om 240 miljoner ton järnmalm.

BHPs och Rio Tintos avtal om sammanslagning av deras järnmalmverksamheter i Pilbararegionen kommer inte att slutföras och avtalet bröts i slutet av oktober 2010. Stora industriorganisationer såsom World Steel Association och Eurofer hade starkt motsatt sig ett sådant samarbete och även bl.a. EU-kommissionen och australiensiska konkurrensverket hade liknande synpunkter.

METALLMARKNADEN I SVERIGE

Sverige har återhämtat sig ganska bra efter den globala monetära kris som drabbade gruvindustrin hårt under 2009. Den ekonomiska tillväxten för 2010, kommer enligt prognoser från International Monetary Fund överstiga 4 procent. Råvarupriserna har återhämtat sig för de flesta metaller. Det gäller i hög grad för järnmalm och basmetaller och det finns ett växande fokus på järnmalm även inom prospektering.

Prospektering

Prospekteringen i Sverige återhämtade sig under den sista delen av 2009 och fortsatte att förbättras under 2010. Det visar siffrorna för prospekteringsutgifter som satte ett nytt rekord under år 2008 på 760 miljoner kronor. Under 2009 låg siffrorna på 490 miljoner kronor, vilket var en minskning med 36 procent. Under 2010 fanns det mer aktivitet, vilket är uppenbart från antalet verkssamma borrhigar under detta år. Preliminära uppgifter talar om att 2010 års prospekteringsutgifter hamnar på ca 690 miljoner kronor. Detta innebär en ökning med 41 procent jämfört med år 2009.

Nedgången i metallefterfrågan under 2009 tvingade **Boliden**, liksom en majoritet av gruvbolagen, att skära ned på sin prospektering. Allt eftersom ekonomin förbättrades i slutet av 2009 och början av 2010 ökade satsningarna på prospektering. Boliden fortsätter sitt massiva prospekteringsprogram främst med fokus på gruvnära prospektering. Även fältprospekteringen, med fokus på basmetaller och guld i Skelleftefältet och basmetaller i Bergslagen och Norrbotten, har haft betydande insatser under 2010. I Skelleftefältet är prospekteringen inriktad på Kristinebergsområdet och i närheten av Boliden. I Norrbotten är det området i anslutning till Aitik som är av särskilt intresse.

LKAB har ökat satsningarna på sin gruvnära prospektering. Planerna på att öka den framtida malmproduktionen till 35–40 miljoner ton per år kräver en utökad malmbas. Borrhigar har huvudsakligen skett på de malmkroppar för vilka brytning planeras inom snar framtid, såsom Gruvberget och Mertainen. Det har även borrats i Lappmalmen i Kiruna under 2010.

Northland Resources har arbetat med Kaunisvaara järnmalsprojekt nära Pajala under de senaste åren. En genomförbarhetsstudie slutfördes i september 2010.

Studien visar att projektet är tekniskt genomförbart och ekonomiskt lönsamt. Två gruvor ingår i studien, Sahavaara och Tapuli. Den tredje, Pellivuoma, kommer att ingå i studien under 2011.

Malmreserverna i Tapuli är 101 miljoner ton med 26 procent järn och i Sahavaara är reserverna 75 miljoner ton med 41 procent järn. Gruvbrytningen är planerad att starta i början av 2012 i Tapuli och 2013 i Sahavaara. Båda gruvorna kommer att drivas som dagbrott och produktionen kommer att ligga på sex miljoner ton råmalm vid varje gruva. Malmen kommer att förädlas i anläggningen som ska byggas vid Kaunisvaara, mellan gruvorna. Sligen kommer sedan att transporteras med lastbil 150 km till Svappavaara där en ny omlastnings-terminal kommer att byggas för vidare järnvägstransport. Därifrån kommer malmen att transporteras på Malmbanan. Järnvägen används också av LKAB för transporter till hamnen i Narvik. Full produktion, dvs. fem miljoner ton per år, kommer att uppnås under 2014. I juni 2010 tecknade Northland ett bindande avtal med Stemcor för leverans av 1 miljon ton järnslig per år från Kaunisvaara. Avtalet löper under åtta år i första hand och den första leveransen är planerad till första halvåret 2013. Stemcor har planer på att sälja i huvudsak till den europeiska marknaden.

Continental Precious Minerals Inc har prospekterat i Vikenområdet. Förekomsten är en skiffer som innehåller uran, nickel, vanadin och molybden. Bolaget har gjort en malmberäkning enligt NI-43-101 och redovisar indikerade tillgångar på 223 miljoner ton, med 0,017 procent U_3O_8 , 0,032 procent nickel, 0,268 procent V_2O_5 och 0,024 procent molybden. En preliminär ekonomisk bedömning har gjorts.

Mawson Resources Ltd har arbetat i Hotagenområdet i norra delen av Jämtlands län.

IGE Nordic fick bearbetningskoncession för nickelprojektet i Rönnbäcken i juni. Det ligger nära Tärnaby i Västerbotten. Samtidigt har företaget fortsatt borrhigar nära Sundsbergförekomsten under sommaren, i syfte att öka malmtillgångarna. Den förekomsten omfattar en massiv, låggradig nickel-sulfid-mineralisering i den serpentiniserade, ultramafiska berggrunden, praktiskt taget utan järnsulfid. Hittills har en preliminär bedömning gjorts.

Australiska **Drake Resources** i joint venture med **Royal Falcon Mining LLC** fortsätter sina satsningar i Bergslagen med de flesta av insatserna i den historiska Falu gruva där bolaget har utfört borrhningar sedan andra halvåret 2009. Det är den östra koppar-guld-zonen som har borrats. Bra guldhalter har rapporterats därifrån.

Blackstone Ventures har ett antal nickelfyndigheter i sin portfölj, däribland Lainijaur, Lappvattnet och Rörmyrberget. Det finns också några sulfidmineraliseringar i fjällkedjan nära den norska gränsen, till exempel Uma-projektet, som behöver ytterligare undersökningar.

Wiking Mineral har fortsatt sin borrhning vid Gladhammars guld-kopparförekomst under 2010. Företaget har även förekomster i närheten av Boliden, av vilka några har borrats under 2010. Ny i portföljen är Gruvberget, söder om Leksand.

Nordic Iron Ore AB, som ägs gemensamt av Kopparberg Mineral och Archelon Mineral, har planer för framtida gruvdrift i Blötberget och Håksberg. Dessa två mineraliseringar förefaller vara sammankopplade under sjön Väsman. Hittills har företaget ansökt om en bearbetningskoncession för Blötberget. **Kopparberg Mineral** har utökat sitt intresse i prospekteringen genom förvärvet av Lundin Minings svenska prospekteringsverksamhet, inklusive undersökningstillstånd.

Tasman Metals Ltd har fått ett undersökningstillstånd vid Norra Kärr, öster om Vättern, cirka 300 km sydväst om Stockholm. Detta är ett REE-Zr-projekt. Företaget har borrar ca 26 diamantborrhål i fem sektioner på en area om 800 kvadratmeter till ett vertikalt djup av 110 meter. Totalt borrades 3 276 m. Resultatet visar en genomsnittlig mineralisering på 0,6–0,7 procent REE med en andel på 50 procent av tunga REE.

Botnia Exploration har undersökt flera guldförekomster inom Vindelgransele, t.ex. Forsheden som har provtagits i sommar. Botnia köpte också **Hansa Resources Sweden AB** inklusive guldfyndigheten Vargbäcken med bearbetningskoncession i Skelleftefältet.

Lapland Goldminers har nyligen gjort en ny malmberäkning för Fäbolidens guldfyndighet. Den visar minskade reserver i förhållande till den tidigare beräkningen. En ny förstudie kommer att göras inom kort. Gruvorna i Ersmarksberget och Svärträsken samt Blaikens anriktningsverk är i viloläge.

Grängesbergs Iron AB planerar för ett framtida återupptagande av den tidigare järnmalmgruvan

i Grängesberg. Bolaget redovisar kända och indikerade malmtillgångar på 82,8 miljoner ton och antagna malmtillgångar på 37,5 miljoner ton med 57 procent järn. Nyligen har en avsiktsförklaring med hamnen i Oxelösund tecknats för framtida transport och lastning av järnmalm från Grängesbergs gruva till hamnen i Oxelösund. Bolaget har förvärvat ett undersökningstillstånd för järnmalmfyndigheten Pattok i norra Sverige. Den upptäcktes 1960 av Sveriges geologiska undersökning (SGU) med hjälp av luftburna magnetiska mätningar. SGU borrade 23 borrhål och gjorde en preliminär beräkning på 63 miljoner ton med 45 procent järn och 2 procent fosfor.

Beowulf är inriktad på järnmalm, främst i Jokkmokk i norra Sverige. Under 2010 har arbetet koncentrerats på Kallakförekomsten av kvartsbandad magnetit. Under sommaren 2010 förvärvade Beowulf tillstånd för intilliggande Parkijaur 1 och 2 som tidigare ägdes av Iron Ore Sweden. Den senare köptes av Beowulf från Tasman Metals Ltd. Beowulf har sedan tidigare förvärvat titan-järnmalmförekomsten Routevare, i Jokkmokk.

Produktion

LKAB

LKAB bryter järnmalm i tre gruvor, Kiruna, Malmberget och Gruvberget. Brytningen i Gruvberget startade i juni 2010 och pågår i dagbrott, till skillnad från i Kiruna och i Malmberget som har underjordsbrytning. Malmproduktionen uppgick till 18,9 miljoner ton under de tre första kvartalen 2010, en ökning från 11,2 miljoner ton under samma period 2009. Den ökade produktionen är en följd av den ökade efterfrågan. Även andelen pellets har ökat sedan förra året. Priserna har gått tillbaka till samma nivå som 2008 efter en nedgång i 2009. Under de senaste fem åren har LKAB investerat omkring 22 miljarder kronor i logistik och produktion. Här ingår två nya pelletsverk och en ny hamnanläggning i Narvik. Investeringarna på 5–6 miljarder kronor är avsedda för nya brytningsnivåer både i Malmberget och i Kiruna. Strategin är att öka produktionen från nuvarande årliga 27 miljoner ton järnmalmprodukter till 35–40 miljoner ton år 2015.

Det finns långt gångna planer på ytterligare två gruvor, Mertainen och Leveäniemi. Båda har brutits som dagbrott tidigare, men Leveäniemi är i dagsläget vattenfylld. LKAB har ansökt om tillstånd att starta provbryt-

ning i Mertainen. I första hand vill företaget provbryta 800 000 ton järnmalm och provborrningar har redan börjat. Utbyggnaden av produktionen kommer att innebära ett behov av en ökad transportkapacitet på järnvägen till Narvik, vilket bör uppnås senast 2015.

Dannemora

I februari 2010 dränerades Dannemoragruvan efter att tre miljoner kubikmeter vatten hade pumpats ut.

Tillsammans med pumpningen har förberedande bergarbeten gjorts i gruvan för att få tillgång till malmkropparna. I januari 2010 inleddes produktionsborrning i en av malmkropparna. Sprängning startade i februari, och t.o.m. slutet av juni 2010 hade 130 000 ton råmalm brutits. Malmanrikning sker i en tillfällig anläggning med krossning, siktning och magnetisk separation. Malmen transporteras sedan med lastbil till närmaste hamnen som är Hargshamn. Den nuvarande järnvägen från gruvan till hamnen rustas gemensamt av gruvbolaget och Banverket. Byggnadsarbetet inleddes i juni. Hittills har bolaget tecknat avtal om provleverans av järnmalm med österrikiska, tyska och svenska stålverk. Vid full produktion i Dannemora kommer 2,5 miljoner ton råmalm, med ett genomsnitt på 35,2 procent järn, att brytas. Detta beräknas ge 1,5 miljoner ton färdiga produkter jämnt fördelat mellan styckemalm (50 procent järn) och fines (55 procent järn).

Boliden

Boliden har aktiva gruvor i tre områden i Sverige: Garpenberg, Boliden (Kristineberg, Maurliden och Renström) och Aitik. Malmbrytningen vid Garpenbergsgruvan var under de tre första kvartalen 2010 på nästan samma nivå som 2009. Lägre metallhalter i malmen resulterade i lägre sligproduktion jämfört med samma period 2009. Totalt producerades 61 593 ton zink, 21 360 ton bly, 379 ton koppar, 182 kg guld och 99 473 kg silver.

Under de tre första kvartalen ökade produktionen i Bolidenområdet, jämfört med samma period 2009. Totalt producerades 26 182 ton zink, 5 955 ton koppar, 1 289 ton bly, 928 kg guld och 35 287 kg silver.

De senaste årens investeringar i Aitik, på över sex miljarder kronor, har resulterat i en utvidgning av dagbrottet och byggandet av en ny anrikningsanläggning med kapacitetsfördubbling från 18 till 36 miljoner ton

malm per år. Den nya Aitikgruvan och verket invigdes av Hans Majestät Kung Carl XVI Gustaf den 31 augusti. Investeringen kommer att förlänga gruvans livslängd med över 10 år och ge lägre kostnader per producerat ton. Den har även möjliggjort en öppning av Salmijärvgruvan. Premiärsprängningen i Salmijärvgruvan den 21 december 2010 var inledningen till brytningen av dagbrottet som är en satellitgruva till Aitik. Den planerade drifttiden är ca 15 år. Gruvan vid Salmijärvi är en del av Bolidens expansion av Aitikgruvan. Det nya dagbrottet kommer att bli omkring en kilometer långt, 800 m brett och 270 m djupt. Malmen är en del av den sulfidmineralisering innehållande koppar, guld och silver som bryts i Aitikgruvan och ingår därmed i Aitiks malmreserver och mineraltillgångar.

Under de tre första kvartalen 2010 producerades i Aitik 48 276 ton koppar, 1 496 kg guld och 25 189 kg silver, vilket är drygt 30 procent mer jämfört med samma period 2009.

Zinkgruvan

Zinkgruvan ägs av Lundin Mining och har varit i kontinuerlig drift sedan 1857. Det är en underjordsgruva med två schakt och en uppfodringsramp som är under konstruktion. Malmen behandlas i ett zinkverk med en årlig kapacitet på 1,1 miljoner ton.

Zinkgruvan har satsat 280 miljoner kronor på att komma igång med planering och investering för utvinning av koppar. Ett kopparverk togs i bruk under juni månad. Det första kopparkoncentratet, cirka 1 000 ton, förväntas under december månad. Verkets kapacitet är 0,4 miljoner ton per år. Målet med en produktion på 7 000 ton per år kommer att nås under 2013. Malmreserver är 11,0 miljoner ton zinkrik malm, med 9,1 procent zink, 4,4 procent bly och 95 g/t silver och 2,9 miljoner ton kopparrik malm med 2,6 procent koppar, 0,4 procent zink och 32 g/t silver.

Under de tre första kvartalen 2010 bröts 717 637 ton malm i Zinkgruvan. Totalt producerades 53 660 ton zink, 28 034 ton bly och 38 922 kg silver.

Lovisagruvan

Lovisagruvan är en liten bly-zinkgruva nära den nedlagda järnmalmsgruvan Stråssa i Mellansverige. Under de tre första kvartalen 2010 producerades 19 978 ton malm. Malmen bryts med en särskild metod som utvecklats

vid gruvan, vilket är en form av igensättningsbrytning. Malmen krossas vid gruvan och transporteras med lastbil till Bolidens flotationsanläggning i Garpenberg. Produktionsnivån är ca 2 500 ton per månad, men målet är 40 000 ton per år.

Svartliden

I Svartliden, som ägs av australiska Dragon Mining, producerades 1 012 kg guld från 249 078 ton malm under de tre första kvartalen 2010. Malmen bryts i dagbrott. En förstudie för att börja med underjordsbrytning har slutförts och ett beslut att gå vidare är på gång. Tillstånd för provbrytning av 100 000 ton malm finns redan

i den nuvarande koncessionen. Samtidigt har studier för att utvidga och fördjupa den östra delen av dagbrottet börjat genomföras.

Björkdalsgruvan

Björkdalsgruvan producerar för närvarande guld från både dagbrott och underjord i en takt av cirka 1 200 kg per år. I början av september 2010 rapporterade Gold Ore Resources Ltd att gruvan producerat sin miljonte uns guld.

Under de tre första kvartalen 2010 uppgick produktionen till 1 011 kg guld jämfört med 835 kg samma period 2009.

Tema: Specialmetaller

SÄLLSYNTA JORDARTSMETALLER

Sällsynta jordartsmetaller (REE, Rare Earth Elements) är en grupp grundämnen som är av stor betydelse för vårt nutida samhälle (tabell 1). Dessa element har blivit allt viktigare för produktionen av renare och mer energieffektiv teknologi, men är svåra att hitta i brytvärda koncentrationer. REE kallas ofta högteknologins vitaminer eftersom många moderna apparater inte fungerar utan dem. De används till hybrid- och elbilar, specialmagneter, vindkraftverk, solceller, mobiltelefoner, datorer, lågenergilampor och till katalysatorer som minskar utsläppen från fordon, samt i mycket annat.

Under år 2008 såldes 124 000 ton REE i världen och den siffran antas öka kraftigt de närmaste åren. Idag står Kina för över 95 procent av världens produktion av REE. Detta har lett till farhågor om en stundande bristsituation, eftersom Kina i allt högre utsträckning behöver REE till inhemsk produktion.

REE har tidigare behandlats som tema av SGU i Mineralmarknaden (SGU 1990).

Historik

I slutet av 1700-talet fanns i Ytterby utanför Vaxholm ett pegmatitbrott där man bröt kvarts och fältspat för porslinsstillverkningen i Rörstrand och Gustavsberg. Artilleriofficeren och mineralogen Carl Axel Arrhenius upptäckte där svarta klumpar inneslutna i kvartsen och fältspaten som han inte kunde identifiera. Året 1794 översände han lite av materialet till geologen Johan Gadolin i Uppsala som konstaterade att provet innehöll ”31 delar kiseljord, 19 delar alunjord, 12 delar järnkalk och 38 delar av en okänd jordart”. Detta bekräftades snart av ledande kemister i Frankrike och Tyskland. Den okända ”jordarten”, dvs. det nya grundämnet, gavs namnet yttrium, och därmed hade Ytterby fått en plats på den kemiska världskartan (tabell 20). Mineralet som yttrium förekom i gavs namnet gadolinit.

I Bastnäs i Västmanland fann man ett likartat mineral, kallat bastnäsit. Mineralet undersöktes av Berzelius och konstaterades även det innehålla en ny ”jordart”,

Tabell 20. Historik kring REE:s upptäckter.

År	Grundämne	Grundämnetsnamnets ursprung	Upptäckare	Nationalitet
1794	Yttrium	Efter Ytterby gruva, Sverige	Johan Gadolin	Svensk
1803	Cerium	Efter asteroiden Ceres	Jöns Jakob Berzelius	Svensk
1839	Lantan	Från grekiskans lathano = gömd	Carl Gustav Mosander	Svensk
1843	Erbium	Efter Ytterby gruva	Carl Gustav Mosander	Svensk
1878	Terbium	Efter Ytterby gruva	Carl Gustav Mosander	Svensk
1878	Ytterbium	Efter Ytterby gruva	Jean Charles de Marignac	Fransman
1879	Samarium	Efter mineralet samarskit	Paul E. Lecoq de Boisbaudran	Fransman
1879	Skandium	Efter Skandinavien	Lars Fredrik Nilson	Svensk
1879	Holmium	Efter det latinska namnet för Stockholm	Per Teodor Cleve	Svensk
1879	Tulium	Thule är det gamla romarnas namn för det yttersta Norden	Per Teodor Cleve	Svensk
1880	Gadolinium	Efter Johan Gadolin, finsk kemist	Jean Charles de Marignac	Schweizare
1885	Praseodym	Från grekiskans prasios=grön och didymos=tvilling	Carl Auer von Welsbach	Österrikare
1885	Neodym	Från grekiskans neo = ny	Carl Auer von Welsbach	Österrikare
1886	Dysprosium	Från grekiskans dys=dålig och prositos=tillgänglig	Paul E. Lecoq de Boisbaudran	Fransman
1896	Europium	Efter Europa	Eugene Demarcay	Fransman
1907	Lutetium	Efter Lutetia, det latinska namnet för platsen där Paris grundades	Georges Urbain, Carl Auer von Welsbach	Fransman, Österrikare
1945	Prometium	Efter Prometheus, i grekisk mytologi den som bringade elden till människan	Charles DuBois Coryell	Amerikan

Tabell 21. REE och deras fysikaliska egenskaper.

Grundämne	LREE eller HREE	Kemisk beteckning	Atomnummer	Atomvikt	Densitet	Smältpunkt (°C)
Skandium	HREE	Sc	21	44,95	2,989	1541
Yttrium	HREE	Y	39	88,90	4,469	1522
Lantan	LREE	La	57	138,90	6,146	918
Cerium	LREE	Ce	58	140,11	8,160	798
Praseodym	LREE	Pr	59	140,90	6,773	931
Neodym	LREE	Nd	60	144,24	7,008	1021
Prometium	LREE	Pm	61	145,00	7,264	1042
Samarium	LREE	Sm	62	150,36	7,520	1074
Europium	LREE	Eu	63	151,96	5,244	822
Gadolinium	HREE	Gd	64	157,25	7,901	1313
Terbium	HREE	Tb	65	158,92	8,230	1356
Dysprosium	HREE	Dy	66	162,50	8,551	1412
Holmium	HREE	Ho	67	164,93	8,795	1474
Erbium	HREE	Er	68	167,26	9,066	1529
Tulium	HREE	Tm	69	168,93	9,321	1545
Ytterbium	HREE	Yb	70	173,04	6,966	819
Lutetium	HREE	Lu	71	174,97	9,841	1663

som år 1803 fick namnet cerium efter en nyupptäckt dvärgplanet i asteroidbältet, som i sin tur fått namn efter den romerska fruktbarhetsgudinnan. Två nya grundämnena hade därmed upptäckts i Sverige och fler skulle det bli. År 1825 framställdes ceriummetall för första gången. Carl Gustaf Mosander, en av Berzelius lärjungar, började misstänka att cerium i själva verket var en blandning av två likartade grundämnena och lyckades år 1838 isolera ett nytt grundämne som legat gömt i ceriumet. Det nya ämnet fick namnet lantan, grekiskans ord för ”gömd”. Ur lantan lyckades

Mosander år 1840 isolera ännu ett ämne som fick namnet didym, tvillingen, något som kom att förändras av tysken Auer von Welsbach år 1885 som istället fann att detta ”didym” bestod av två grundämnena, neodym (den nya tvillingen) och praseodym (den gröna tvillingen).

Även yttrium visade sig vara ett sammansatt ämne. I och med att analysmetoderna förbättrats kunde Mosander definiera att yttrium bestod av tre grundämnena, yttrium, terbium och erbium som uppkallades efter fyndplatsen Ytterby.

Några decennier senare visade sig både terbium och erbium dölja ytterligare ämnen. Efter spektralanalys upptäckte kemiprofessorn Per Theodor Cleve i Uppsala tulium (efter romarnas namn för Norden) samt holmium (efter Stockholm). Holmium visade sig

gömma ytterligare ett grundämne som fick namnet dysprosium (efter grekiskans ”svårt att komma fram till”).

De första nobelprisen delades ut år 1901. REEs upptäckthistoria avslutades 1907 (bortsett från prometium, 1945). Många av upptäckarna hade redan gått ur tiden men några var fortfarande verksamma och var ett flertal gånger nominerade till Nobelpriset. Priset kom dock aldrig att utdelas till någon upptäckt av REE. Däremot kom metallerna att indirekt spela en viktig roll för den nobelprisbelönade upptäckten av supraledande keramer utdelat 1987.

Historiken är hämtad ur ”Jordens grundämnena och deras upptäckt, sällsynt – ädelt – aktivt” (Enghag 1999).

Indelning och egenskaper

REE är en grupp på 17 metalliska grundämnena som kemiskt och fysikaliskt liknar varandra (tabell 21). De inkluderar lantanoiderna (atomnummer 57–71) samt yttrium och skandium. Samlingsnamnet sällsynta jordartsmetaller är vilseledande då flera av metallerna förekommer rikligare än ”vanliga” metaller såsom bly och koppar i jordskorpan. De mineral som REE normalt separeras ifrån är dock sällsynta och det är ganska sällsynt att dessa ämnen förekommer i sådan koncentration att fyndigheten är brytvärd.

Tabell 22. Mineral som innehåller REE (modifierad efter BGS 2010). Vid förekomst av flera REE är huvudmetallen skriven inom parentes.

Mineral	Formel	REO ca (procent)
Aeschnit-(Ce)	(Ce,Ca,Fe,Th)(Ti,Nb) ₂ (O,OH) ₆	32
Allanit-Ce(orthite)	(Ce,Ca,Y) ₂ (Al,Fe ³⁺) ₃ (SiO ₄) ₃ (OH)	38
Apatit	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)	19
Bastnäsit-(Ce)	Ce ₂ La(CO ₃)F	75
Brannerit	(U,Ca,Y,Ce)(Ti,Fe) ₂ O ₆	9
Britholit-(Ce)	(Ce,Ca) ₅ (SiO ₄ ,PO ₄) ₃ (OH,F)	32
Cebait-(Ce)	Ba ₃ Ce ₂ (Ca ₃) ₅ F ₂	32
Cerite	Ce ₉ (Ca)Fe ³⁺ ,Mg)(SiO ₄) ₆ [SiO ₃ (OH)](OH) ₃	60
Cerianit	(Ce,Th)O ₂	81
Eudialyt	Na ₄ (Ce,Ca) ₅ (Fe ²⁺ ,Mn,Y)Zr ₈ Si ₈ O ₂₂ (OH,Cl) ₂	9
Euxenit-(Y)	(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti) ₂ O ₆	24
Fergusonit-(Ce)	(Ce,La,Nd)NbO ₄	53
Gadolinit-(Ce)	(Ce,La,Nd,Y) ₂ Fe ²⁺ Be ₂ Si ₂ O ₁₀	60
Huanghoit-(Ce)	BaCe(CO ₃) ₂ F	39
Kainosit-(Y)	Ca ₂ (Y,Ce) ₂ Si ₄ O ₁₂ CO ₃ •H ₂ O	38
Knopit	(CaTi,Ce) ₂ O ₃	5
Loparit	(Ce,La,Na,Ca,Sr)(Ti,Nb)O ₃	30
Monazit-(Ce)	(REE,Th)PO ₄	65
Parisit-(Ce)	Ca(Ce,La) ₂ (CO ₃) ₃ F ₂	61
Samarskit-(Y)	(Y,Ce,U,Fe ³⁺) ₃ (Nb,Ta,Ti) ₅ O ₁₆	24
Synchysit	Ca(Ce,La)(CO ₃) ₂ F	51
Xenotim	YPO ₄	61

Lantanoiderna är vanligtvis indelade i två grupper, lätta jordartsmetaller (LREE) som omfattar lantan till europium samt tunga jordartsmetaller (HREE) som omfattar gadolinium till lutetium (tabell 21). Yttrium och skandium räknas till de tunga. REE med jämna atomnummer är mer vanligt förekommande än de med ojämna atomnummer. Lättare REE är mer inkompatibla (går inte så lätt in i mineral) vilket gör att de är mer koncentrerade i den kontinentala jordskorpan än REE med högre atomnummer. De kemiskt liknande egenskaperna (jonradie och oxidationstal) hos olika REE gör att de lätt kan ersätta varandra i mineralens kristallstrukturer. Därför förekommer ofta många olika REE inom ett enskilt mineral.

Som separerade metaller är REE stålgrå till silvriga och karaktäristiskt mjuka och formbara. Elektronstrukturer hos REE ger dem ovanliga magnetiska och optiska egenskaper. Smältpunkterna för REE stiger generellt genom serien, från 798 °C för cerium till 1663 °C för lutetium. Smältpunkten har betydelse för de reduktionsprocesser som används inom metall-

produktion. Alla REE, förutom skandium, yttrium, lantan, ytterbium och lutetium, är starkt paramagnetiska och har en stark magnetisk anisotropi.

Mineralogi

REE förekommer inte naturligt som metalliska grundämnen. REE förekommer däremot i flera mineralgrupper såsom i halider, karbonater, oxider och fosfater (tabell 22). Det finns ca 200 kända mineral som innehåller REE men bara ett fåtal innehåller så mycket REE att de är kommersiellt intressanta. Majoriteten av tillgångarna är associerade med endast tre olika mineral: bastnäsit, monazit och xenotim. I vissa REE-mineral är LREE speciellt anrikade i förhållande till HREE och i andra mineral råder det motsatta förhållandet. Bastnäsit och monazit hör till de primära LREE-källorna med huvudsakligen cerium, lantan och neodym. Monazit innehåller mindre lantan men mer neodym och HREE samt det radioaktiva ämnet torium. Mineralen xenotim domineras av tyngre REE, som inkluderar yttrium, dysprosium, erbium, ytterbium och holmium.

Förekomstsätt

REE-förekomster finns i många olika typer av bergarter. Koncentrationen och distributionen av REE är beroende både av bergartsbildande och av hydrotermala processer. Det innefattar anrikning i magmatiska eller hydrotermala fluider, separering av mineralfaser samt omdistribution och koncentrerings genom vittring och andra processer på markytan.

REE-förekomster kan grovt delas in i primärt respektive sekundärt associerade förekomster. De primära förekomsterna är associerade med magmatiska och hydrotermala processer medan de sekundära förekomsterna är bildade genom sedimentära processer och vittring. Att klassificera förekomster kan ibland vara svårt eftersom flera geologiska processer kan ha varit verksamma och att de genetiska processerna som är relaterade till bildandet av mineraliseringarna inte är helt klarlagda.

De kommersiellt viktigaste REE-förekomsterna är bildade genom magmatiska processer och finns i alkaliska magmatiska bergarter och karbonatiter (BGS 2010).

Primära förekomster

REE är företrädesvis anrikade i partiella smältor eller fluider från övre manteln och i smältor av krustalt ursprung, beroende på elementens stora jonradie. I magmatiska och hydrotermala miljöer kan REE-mineraliseringar associeras med kvarts- och fluoritförande ådror, brecciezoner, skarn och pegmatiter. En REE-förekomst ekonomiska potential styrs i första hand av de geologiska processer som format den och dess mineralogi.

Karbonatitassocierade förekomster

Karbonatiter är bergarter som innehåller mer än 50 procent karbonatmineral. Ursprunget för dessa är koldioxidrika och kiselfattiga magmor från den övre manteln. Karbonatiter uppträder vanligtvis i stabila delar av kontinenterna och är även associerade med kontinentala riftzoner. Mer än 500 karbonatitförekomster är dokumenterade i världen. Dessa är främst koncentrerade till den Östafrikanska riftzonen, östra Kanada, norra Skandinavien, Kolahalvön och södra Brasilien (Wolley & Kjarsgaard 2008). Karaktäristiskt för karbonatiter är att de förutom att vara anrikade på koldioxid, kalcium, magnesium och järn också har ett högt innehåll av REE, barium, strontium, fluor, fosfor, niob, uran

och torium. Karbonatitens REE är nästan uteslutande LREE som finns i mineral såsom bastnäsit, allanit, apatit och monazit. REE-rika mineral bildas ofta i ett sent stadium av själva karbonatitintrusionen vilket ofta gör det svårt att bestämma om mineralen varit utfällda direkt ur karbonatitmagman eller kommer från hydrotermala fluider. Det är dock ovanligt att ekonomiska koncentrationer av REE-rika mineral uppstår som ett resultat av enbart kristallisationsprocesser.

Mountain Pass-förekomsten i Kalifornien är ett exempel på en förekomst bildad av magmatiska processer. Karbonatiten har intruderat i gnejser, graniter och migmatiter och är associerad med kaliumrika bergarter. De REE-rika mineralen förekommer i ådror där malmen innehåller ca 10–15 procent bastnäsit, 65 procent kalcit eller dolomit och 20 till 25 procent baryt (Castor 2008).

Det är vanligare att REE-förekomster är associerade med ett sent stadium av ådror och ersättningsmineraliseringar antingen i karbonatiten eller i de omgivande bergarterna. Hydrotermal omvandling och nedbrytning av primära mineral genom fluider med låg temperatur resulterar i att REE frigörs och kristalliserar i sekundära REE-rika mineral.

Den största REE-förekomsten i världen är järn-REE-niob-förekomsten i Bayan Obo i inre Mongoliet i Kina. Den ligger i den norra kanten av den Nordkinesiska kratonen och består huvudsakligen av tre malmkroppar. Mineraliseringen är stratabunden (finns i ett bestämt lager) och förekommer i metasedimentära bergarter, huvudsakligen dolomitisk marmor, och är troligen 420–520 miljoner år gammal. Många karbonatitgångar finns i området, och gabbroer och alkaligabbroer finns norr och söder om malmkropparna. Mineraliseringarna är komplexa och bildade under många stadier och man har identifierat över 170 olika mineral.

REE uppträder oftast i monazit och bastnäsit men även i huanghoit, parisit och cebait. Det vanligaste niobmineralet är kolumbit och de viktigaste järnmineralen hematit och magnetit. Frågan om hur bildningen av den stora förekomsten har gått till har orsakat stor debatt. Den senaste forskningen visar att karbonatmineralen i Bayan Obo kommer från sedimentära karbonatbergarter som är omvandlade av fluider vilka sannolikt avblandats från en karbonatitmagma som är anrikad på REE (Yang m.fl. 2009).

Förekomster associerade med alkalina magmatiska bergarter

Alkalina bergarter är rika på natrium och kalium och består av mineral såsom fältspatoider, alkalipyroxener och amfiboler. De alkalina bergarternas sammansättning varierar mycket, från ultramafiska till felsiska.

På södra Grönland finns ett alkalint bergartskomplex som innehåller höga halter av REE, zirkonium och niob i eudialytika kumulatlager. Det är tjugonio lager och tillgångarna är beräknade till cirka två miljoner ton med en halt av 1,5 procent sällsynta jordartsmetalloxider (REO, Rare Earth Oxides). På Kolahalvön i Ryssland finns några av de största alkalina bergartsförekomsterna i världen. En av dem, Lovozero-komplexet, är rik på zirkonium, niob, REE, strontium, barium och fosfor. Metallerna uppträder i mineralen eudialyt, loparit och apatit. Lopariten har brutits i ungefär femtio år och årsproduktionen är ca 30 000 ton loparitkoncentrat, innehållande 34 procent REO (BGS 2010).

En annan typ av REE-mineralisering förekommer i peralkalina bergarter, vilka kan ha förhöjda halter av titan, niob och REE. REE-förekomster som är associerade med peralkalina bergarter är dock ofta relativt låghaltiga. I det peralkalina Strange Lake-komplexet i östra Kanada är det viktigaste REE-förande mineralet gittinsit. Även andra mineral förekommer såsom bastnäsit, monazit, kainosit och gadolinit. I Thor Lake i nordvästra Kanada sitter förekomsten av REE i syeniter och associeras med alkalina graniter.

Det peralkalina intrusivet Norra Kärr, öster om Vättern i Sverige påminner både om Strange Lake och Thor Lake. (Tasman Metals 2009) Norra Kärr är huvudsakligen rikt på zirkonium och HREE.

Övriga magmatiskt relaterade förekomster

Det finns en spridd grupp förekomster som inte är relaterade till alkalina bergarter. Den mest signifikanta gruppen är järn-REE-förekomsterna. De kallas också Olympic Dam-typen eller järn-oxid-koppar-guldförekomster (IOCG). REE är inte karaktäristiska för dessa förekomster eftersom de finns i vissa men saknas i andra. Värdbergarterna utgörs av intrusiva till vulkaniska bergarter, samt vissa typer av sedimentära bergarter. Gemensamt är dock att järnmineral såsom magnetit och hematit är en viktig del av förekomsten. Koppar-sulfider, apatit och REE-rika mineral såsom bastnäsit,

monazit, xenotim, allanit, uraninit och thorit är också vanliga. Förekomsterna kan variera från disseminerade till massiva och förekomma som ådror och brecciezoner. Ett exempel är den massiva Olympic Dam-förekomsten i södra Australien, som består av upp till 90 procent hematit. Malmen innehåller ca 0,5 procent REO (BGS 010). Det finns också flera REE-förekomster som varken är associerade med ovan nämnda järnförekomster, alkalina bergarter eller med karbonatiter. I Hoidas Lake i Kanada förekommer REE-mineraliseringarna i höggradigt omvandlade magmatiska bergarter. Förekomsten är tektoniskt kontrollerad och ligger i närheten av en stor förkastningszon (BGS 2010).

Sekundära förekomster

Vaskavlagringar

Vaskavlagringar är sand och grus med höga koncentrationer av tungmineral som transporterats och avlagrats av floder eller har eroderats från kusterna. Dessa tungmineral kan ha sitt ursprung i flera källor och inkluderar mineral som är rika på titan, zirkonium och REE. Man har identifierat mer än 360 större vaskavlagringsförekomster i världen (Orris & Grauch 2002). De rikaste vaskavlagringarna är från tiden tertiär till kvartär, men det finns flera exempel på äldre förekomster. Generellt är monazit det viktigaste REE-haltiga tungmineralet i vaskavlagringarna, men även xenotim, fergusonit, euxenit, samarskit, allanit, knopit och loparit förekommer. De viktigaste vaskavlagringarna har ett marint ursprung och har bildats längs med eller i närheten av stränder. Mineralen i förekomsterna har koncentrerats genom våg- och tidvattenrörelser.

Vaskavlagringarna har främst exploaterats på grund av höga halter av titan och zirkonium. Två av de viktigaste källorna för REE under 1980-talet var monazit och zirkon som kom från vaskavlagringar i Australien. Idag kommer dock inte mycket av REE-produktionen från monazitförande avlagringar. Monazit har ofta en hög toriumhalt och associeras med hög radioaktivitet. Det är även förhållandevis lite monazit i vaskavlagringar (oftast mindre än 0,1 procent) och dessa skulle inte vara lönsamma om det inte vore för innehållet av zirkon och titan. Även Indien har många vaskavlagringar som huvudsakligen förekommer längs den nuvarande kustlinjen. Dessa uppskattas innehålla 2,7 miljoner ton REO. USA har ett antal icke-marina vaskavlagringar,

som har varit viktiga historiskt sett, med monazit, ilmenit, zirkon och magnetit.

I Olserum i Småland finns kvartsitisk gnejs som antagligen är en omvandlad vaskavlagring. Tillsammans med magnetit och apatit förekommer höga yttri-umhalter. Området är av intresse för prospektering idag.

Residuala vittringsförekomster

Berggrund i tropiska regioner vittrar lätt och bildar så kallade lateriter. Bergartsbildande mineral bryts ner och grundämnen som kalcium och magnesium urlakas. Kvar blir mindre mobila grundämnen såsom t.ex. järn och aluminium. Om den ursprungliga bergarten redan har en anrikning av REE, vilket ofta är fallet med karbonatiter, så kan anrikningen av REE bli än större. Kemisk vittring av karbonatiter orsakar upplösning av kalcit, dolomit och apatit. REE som frigjorts från dessa mineral kan inkorporeras i nya mineral, vanligen fosfater. Dessa förekomster är höghaltiga och innehåller vanligen 10–25 procent REO.

Jonabsorberande leror är en relativt nyligen upptäckt grupp av REE-förekomster som associeras med

vittrade REE-rika graniter som finns i södra Kina.

Graniten vittrar varvid primära mineral bryts ner, REE frigörs och absorberas av lermineral.

Användningsområden

REE används i en rad applikationer och material. De är viktiga beståndsdelar i elektroniska, optiska, magnetiska och metallurgiska produkter (fig. 19). REE har blivit oundgängliga i det moderna samhället och alltmer viktiga inom bl.a. högteknologisk industri, medicinsk diagnostik, miljövänlig teknik och energieffektivisering. Det antas att REE får många nya användningsområden i framtiden i takt med att forskning och teknik utvecklas.

Magneter

Permanentmagneter är ett viktigt användningsområde för REE och står för ungefär 25 procent av förväntad förbrukad volym och för ca 38 procent av värdet under år 2010. På 1960-talet började man använda samarium-kobolt-legeringar i permanentmagneter, men sedan mitten av 1980-talet har dessa i många fall ersatts av mer effektiva neodym-järn-bor-magneter.

Neodymmagneterna är kraftfulla, möjliggör miniatyrisering och viktminskning så att dessa kan användas i konsumentelektronik, bärbara enheter och inom dataindustrin. Användningsområden är bl.a. leksaker, motorer (fig. 20), sensorer, högtalare, mikrofoner, hörlurar till MP3-spelare, hårddiskar och DVD-spelare.

Ett annat viktigt användningsområde för magneterna är som komponenter i vindkraftverk, där de ingår i själva elgeneratorn. Permanentmagneter med neodym finns också i hybridbilar. En hybridbil kombinerar en traditionell förbränningsmotor (vanligen bensin- eller dieselmotor) med en eller flera elmotorer och batterier som driver bilen.

REE-magneter används även inom avancerad utrustning för medicinsk bildgivande diagnostik bl.a. i magnetkameror (MRI, Magnetic Resonance Imaging).

Neodymmagneter har hög magnetisk prestanda, men har en lägre Curietemperatur än konventionella magneter. För att kompensera för detta kan neodym legeras med terbium och dysprosium som gör att de magnetiska egenskaperna bevaras vid höga temperaturer (BGS 2010).

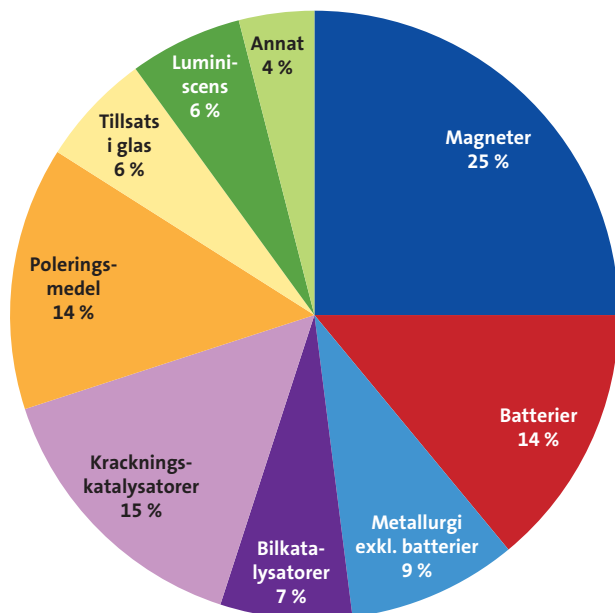


Fig. 19. Användningsområden för REO 2010. Total volym är ca 136 000 ton REO, källa: Lynas 2010.



Fig. 20. Användningsområden för REE i en hybridbil.

Metallurgiska legeringar

Ett av de äldsta användningsområdena för REE i legering är i så kallad mischmetall. Detta är en legering som innehåller ungefär samma proportioner av REE som det naturligt förekommer i bastnäsit. Ett vanligt användningsområde för mischmetall är som tändstift i tändare, dock med en tillsats av järn och magnesium.

Superlegeringar är legeringar som tål hög temperatur och oxiderande miljö. Dessa används i produkter som måste klara av extrema belastningar såsom i jetturbiner och elgeneratorer. REE, vanligen yttrium, lantan eller cerium, ökar dessa legeringars oxidationsstabilitet. Tillsats av mindre än en procent av REE i en superlegering kan dramatiskt öka legeringens prestanda.

En av de mest effektiva uppladdningsbara batterityperna är nickel-metall-hybridbatteriet (NiMH). Metall (M-komponenten) i anoden i batterierna utgörs av en REE-legering som huvudsakligen innehåller lantan och cerium. NiMH-batterier används i många elektroniska produkter, t.ex. i digitalkameror, videokameror,

mobiltelefoner och bärbara datorer. NiMH-batterier är även viktiga för hybridbilar och elbilar (fig. 20).

Lantan används som elektrolyt i fastoxidbränsleceller. Bränsleceller är en teknik med låga utsläpp som i framtiden kan bli en viktig energikälla i bilar.

Luminiscens

Flera av REE:erna har fluorescerande egenskaper som används inom en lång rad applikationer.

Fluorescerande material finns exempelvis i tv-apparater och bildskärmar, bland annat i CRT, LCD och plasmaskärmar. Fluorescerande material avger luminiscens när de aktiveras av fotoner och är viktiga för färgåtergivningen, t.ex. så behövs europium och yttrium för den röda färgen i tv-skärmar. Gadolinium och terbium används inom medicinsk röntgenbildteknik.

Inom energieffektiv belysning spelar REE en viktig roll. Lågenergilampor (CFL – Compact Fluorescent Light) förbrukar ungefär 25 procent av den energimängd som en traditionell glödlampa kräver för samma

mängd ljus. REE används för att ge ljuset önskad färgton och karaktär. LED (light-emitting diodes) är mer energieffektiva än både glödlampor och lågenergilampor. REE används som fluorescerande material i LED-lampor (BGS, 2010).

REE används i laser varav neodym-yttrium-aluminium-granat (Nd:YAG) är den vanligaste typen. I en Nd:YAG-laser finns en kristall av yttrium-aluminium-granat (YAG) där en del yttrium eller aluminium är ersatt (dopat) med neodym. Denna lasertyp används bl.a. som högeffektlaser inom industrin till skärning, borrar, svetsning och finbearbetning (Svelas 2011).

Erbium-YAG-laser (Er:YAG-laser) används bl.a. inom tandvård och kosmetiska behandlingar.

Erbium används som optisk signalförstärkare i fiberoptiska kablar. Signalöverföring över långa distanser förbättras tack vare att det inne i själva kabeln finns erbiumdopade partier som fungerar som optiska förstärkare.

Katalysatorer

Avgaskatalysatorer för bilar omformar avgasföroreningar till ogiftiga ämnen. Genom att använda cerium som tillsats i katalysatorn erhålls en bättre stabilitet vid höga temperaturer samt förbättrad effektivitet. Mängden platina och andra ädelmetaller som behövs i katalysatorn kan därmed reduceras. Detta ger i sin tur lägre kostnader. Cerium används också som tillsats i diesel för att ge en renare förbränning av drivmedlet och därmed en reduktion av utsläppen (Avalon Rare Metals 2010). Lantan och cerium finns i krackningskatalysatorer som används för att raffinera råolja. I denna process omformas råolja till lättare kolväten såsom bensin, gas, flygbensin och diesel.

Keramer

REE har flera användningsområden i keramiska material. Bland annat används oxider av lantan, cerium, praseodym och neodym i keramiska kondensatorer i elektronik för att stabilisera de dielektriska egenskaperna och utöka kondensatorernas livslängd. REO används som färgpigment i keramik och kakel.

Glas

REE används i stora volymer och i olika sammanhang inom glasindustrin. Det uppskattas att optiska tillämpningar och polering utgör ca 20 procent av den globala

förbrukningen av REE under 2010. Cerium och lantan är de REE som nyttjas mest inom denna industri, men också neodym, praseodym, gadolinium och holmium används. Ceriumoxid möjliggör selektiv absorption av ultraviolett ljus i glas, en egenskap som bl.a. kan utnyttjas i solglasögon. REE används som tillsats i linser och i specialglas för att ge förbättrade optiska egenskaper och till anti-reflexbehandling. REO nyttjas dessutom som färgmedel i glas, t.ex. används ceriumoxid för att färga glas gult.

Ceriumoxid har unika egenskaper som poleringsmedel för glas. Dessa egenskaper är ett resultat av att cerium har poleringseffekt på glas både genom kemisk upplösning och mekanisk abrasion. Många glasprodukter som kräver en hög kvalitet på poleringen, t.ex. bildskärmar, speglar, linser m.m. är polerade med ceriumoxid (BGS 2010).

Andra tillämpningar

REE har användningsområden inom kärnkraftsindustrin genom sina förmågor att absorbera neutroner och för att de bibehåller stabiliteten vid höga temperaturer. Gadolinium används som intravenöst kontrastmedel vid medicinska undersökningar med magnetkamera. REE har också tillämpningar inom mikrovågsteknik, satellitkommunikation och mycket mer.

Återvinning

Endast mindre kvantiteter av REE-skrot blir återvunnet. Det antas att den totala återvinningen 2010 kommer att vara ungefär 4 800 ton REO (Lynas 2010). Orsaken till den låga återvinningsgraden är bland annat att REE ofta ingår i legeringar där de bildar stabila föreningar med andra grundämnen, något som gör dem svåra och dyra att återvinna.

Produktionen av neodymmagneter ökar och en effektiv återvinning är önskvärd. Det är ett problem att permanentmagneter som är producerade från återvunnen REE inte har samma prestanda som magneter som är producerade från primära råvaror. Detta är ett resultat av att återvunnet material kan innehålla orenheter som försämrar de magnetiska egenskaperna.

Återanvändning av funktionella begagnade magneter, t.ex. från hårddiskar, kan vara ett alternativ till återvinning. Magneter i elektronisk utrustning har ofta en längre levnadstid än produkten som de är en del av.

Tabell 23. Uppskattning av världens REE-reserver, källa: USGS.

Land	Reserver (ton)
Kina	36 000 000
Oberoende staters samvälde (OSS)	19 000 000
USA	13 000 000
Australien	5 400 000
Indien	3 100 000
Brasilien	48 000
Malaysia	30 000
Andra länder	22 000 000
Total	99 000 000

Tillgångar

Det finns i dagsläget inga exakta siffror på de globala tillgångarna av REE, men beräkningar av U.S. Geological Survey (USGS) baserade på sammanställningar av tillgängliga data visar att de totala reserverna i världen uppgår till ca 99 miljoner ton REO (tabell 23). Termen reserv definieras i detta sammanhang av USGS som den del av en tillgång (reserve base) som är ekonomiskt brytvärd vid tidpunkten för beräkningen, men betyder inte

att produktionsanläggningar finns eller är operativa. Siffror och tonnage från olika länder nedan är baserade på data från USGS (Hedrick 2010, BGS 2010).

Kina

Kina är det land i världen som har störst reserver, ca 36 miljoner ton REO. Bayan Obo-fyndigheten (REE-järn-niob) i Inre Mongoliet är världens största REE-fyndighet och innehåller 48 miljoner ton med sex procent REO (fig. 21). Bayan Obo är en stratabunden fyndighet, dvs. mineraliseringen förekommer i en bestämd stratigrafisk enhet (bestämt lager), i detta fall en dolomitmarmor. REE-mineraliseringen är yngre än dolomitmarmorn och mineraliseringen har skett i olika stadier. Fyndighetens mineralogi är mycket komplex (fler än 170 olika mineral) och de viktigaste REE-mineralen är monazit och bastnäsit, men även huanghoit och andra REE-mineral förekommer. Magnetit och hematit är dominerande järnmineral, medan kolumbit är det vanligaste niobmineralet.

Kina har flera REE-fyndigheter som är associerade med karbonatit och alkalina komplex i västra Sichuan-

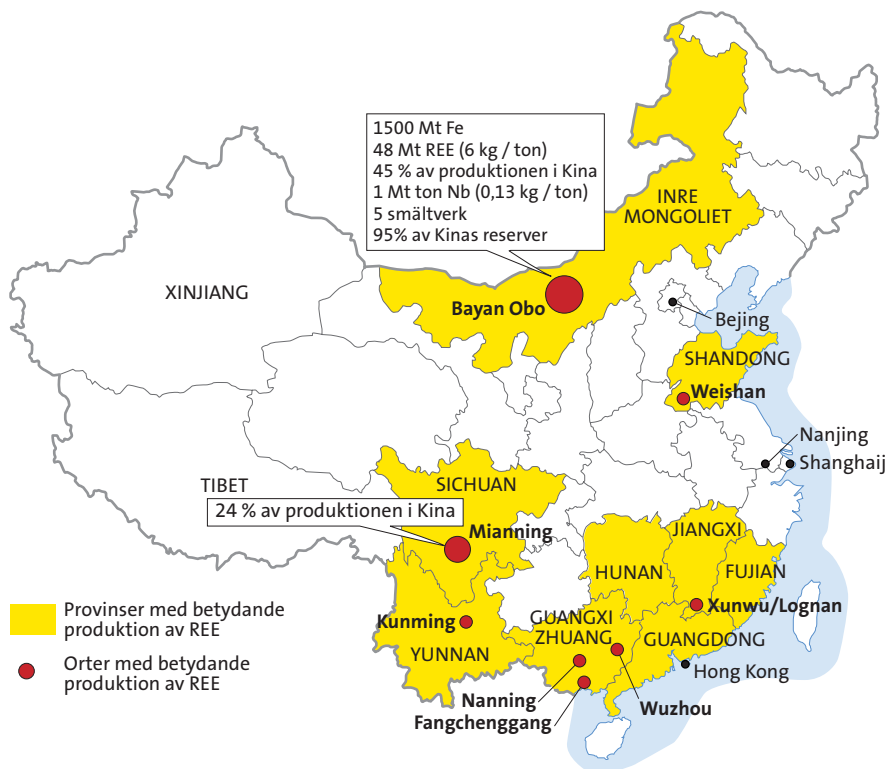


Fig 21. REE produceras på flera platser i Kina. Gult markerar de viktigaste producentprovinserna. Störst produktion finns i Bayan Obo, 45 procent, och i Mianning, 24 procent.

provinsen, varav Maoniuping (Mianning), som är den största av dessa, antas innehålla 1,2 miljoner ton malm med en genomsnittlig halt på 2,9 procent REO. Weishan-fyndigheten i Shangdong provinsen innehåller bastnäsitförande ådror som är associerade med syenitiska intrusioner. Kina har dessutom tillgångar i form av REE-rika leror (ion-adsorption clays) som är rika på de mera sällsynta tunga REE. Dessa fyndigheter är associerade med vittrade graniter i den sydliga delen av landet, huvudsakligen i provinserna Jiangxi, Guangdong, Hunan och Fujian.

Tidigare Sovjetrepubliker i Oberoende staters samväld (OSS)

Tidigare Sovjetrepubliker i Oberoende staters samväld (OSS) har REE-reserver om ca 19 miljoner ton. De största tillgångarna inom OSS finns i ryska apatit- och nefelinfyndigheter på Kolahalvön och inkluderar Khibina- och Lovozero-komplexen som är associerade med stora alkaliska komplex. Lovozero komplexet innehåller bl.a. eudialyt, loparit och apatit. Årlig produktion är ca 30 000 ton loparitkoncentrat med ett innehåll av 34 procent REO. Kirgizistan och Kazakstan har även de REE-fyndigheter.

USA

REE-reserverna i USA uppgår till ca 13 miljoner ton. Den viktigaste fyndigheten är Mountain Pass i Kalifornien som utgörs av en karbonatitintrusion som är associerad med kaliumrika magmatiska bergarter. REE-mineraliseringen består av ådror som vanligen innehåller 10–15 procent bastnäsit. Gruvbrytning vid Mountain Pass bedrevs under åren 1952–2002 och i en period var gruvan världens största producent av REE. Bolaget Molybden Minerals, som nu äger gruvan, planerar att öppna den igen under 2012. Andra fyndigheter och projekt i USA inkluderar bl.a. Bear Lodge i Wyoming, Diamond Creek i Idaho, Elk Creek i Nebraska och Lehmi Pass i Idaho-Montana.

Australien

Australien har reserver om ca 5,4 miljoner ton REE. Den viktigaste fyndigheten är Mount Weld i västra Australien vars produktionsstart är planerad till 2011 (Lynas 2010). Mount Weld är en lateritfyndighet som överlagrar en karbonatit där lateriten är en in situ-

vittringsprodukt av underliggande karbonatit. Lateriten är kraftigt anrikad på REE (upp till 40 procent REO) tack vare gynnsamma förhållanden med urlakning, anrikning och avsättning av REE-rika mineral över en lång tidsperiod.

Indien

USGS uppger att Indien har REE-reserver som uppgår till 3,1 miljoner ton.

Andra länder

Kanada har flera REE-fyndigheter och projekt som för närvarande är under utveckling, t.ex. Hoidas Lake i Saskatchewan och Thor Lake (Nechalacho) i Nordvästterritoriet. På Grönland undersöks Kvanefjeldfyndigheten i Ilimaussaq-intrusionen.

Andra länder med REE-fyndigheter är bland annat Brasilien, Burundi, Indonesien, Kenya, Malawi, Malaysia, Mauritien, Namibia, Sydafrika och Thailand.

Förekomster och prospektering i Sverige

Även om man redan på 1800-talet uppfann ett flertal användningsområden för REE (t.ex. elddon, glödstumpor, medicin samt färg) så har ingen målinriktad prospektering efter dessa metaller utförts i Sverige förrän på 2000-talet. I Ytterby gruva bröts en pegmatit för porslinsframställning vid tidpunkten för upptäckandet av yttrium. Förekomsten är liten och någon industriell brytning med avseende på metaller skedde aldrig.

Däremot bröts ceriummalm i Sankt Görans gruva och Ceritgruvan vid Bastnäs i Ridderhyttedistriktet mellan 1875 och 1888. Så kallad "tungsten" som förekom i anslutning till kopparmalm fångade någons uppmärksamhet här redan vid mitten av 1700-talet men inte förrän på 1800-talet upptäcktes cerium för första gången i detta material. Ända fram till 1920-talet har ceriumrika partier i Bastnäs gruvor tagits tillvara i samband med brytning av järn och koppar. Cerium användes bl.a. till framställning av pyrofora legeringar, s.k. cerjärn. Under andra världskriget tog man vara på ceriumrika delar av varpen, då behovet till krigsindustrin var stort.

Sveriges Geologiska AB (SGAB) utförde 1988 på uppdrag av Cementa AB en förstudie om REE som syftade till att genom arkivstudier ta fram ett beslutsunderlag om förutsättningar för att påträffa ekonomiskt



Fig. 22. Kända REE-förekomster i Sverige.

brytvärda fyndigheter i Sverige. Vad som särskilt lyftes fram som användbara data var analysresultat från den geokemiska tungmineralprovtagningen samt flygmätningar från den rikstäckande uranprospekteringen som utfördes av Sveriges geologiska undersökning under 1970-talet. En bedömning gjordes att förekomster av den relativt sällsynta bergarten karbonatit är av störst intresse.

En geologisk modell presenterades där karbonatit i Sverige, Finland och Ryssland bildats längs en tektonisk svaghetszon eller riftzon med centrum vid Bottenviksgravsänkan och vidare längs dess förlängning mot nordost och sydväst. Här finns de flesta kända förekomster av karbonatit och även nefelinsyeniter vilka också ofta har förhöjda halter av REE. Några kända förekomster som pekades ut som intressanta var karbonatit vid Alnön, Åviken och Kalix samt nefelinsyenit vid Särna, Almunge och Norra Kärr. Då någon systematisk prospektering av denna typ av bergarter aldrig ägt rum så hävdade man att chansen att hitta fler sådana är stor (fig. 22).

Eftersom karbonatiter ofta innehåller förhöjda halter av uran och torium utgick man från flygradiometrisk anomalier när man valde ut ett trettiofem områden som bedömdes vara prospekteringsintressanta. I övrigt sangavs biproduktsapatit från de svenska apatitjärnmalmerna utgöra en potentiell råvara för ekonomiskt lönsam extrahering av REE. Apatiten i Grängesbergs järnmalm har en REO-halt på omkring 0,75 procent. Kirunas järnmalm består av upp till en femtedel av apatit som innehåller i genomsnitt omkring 0,5 procent REO. En del av anrikningsarbetet är redan gjort i och med att råmalmen mals till finkorning sand och anrikas med magnetseparation. Resterna som består av en i stort sett ren apatitsand, pumpas ut till sandmagasin.

Fördjupade studier med förslag till konkreta prospekteringsåtgärder utfördes av SGAB 1989 och 1990 på uppdrag av Nämnden för statens gruvegendom. Riddarhyttedistriktet ansågs vara mest lovande eftersom man under 1980-talets guldprospektering på ett antal ställen påvisat förhöjda REE-halter i association med guld. Chansen att hitta en kombinerad guld-REE-fyndighet bedömdes som god.

Vidare framhölls Västerviksområdet och Täsjöområdet som intressanta. I Västerviksområdet hade kvartsit-

prover med hög halt av yttrium erhållits i samband med uranprospekteringen. Tyvärr analyserades inte REE rutinmässigt, förutom yttrium, som vanligtvis analyserades tillsammans med uran och torium. Tolv uppslag i Västerviksområdet lyftes fram som särskilt intressanta då dessa antingen hade hög yttriumhalt eller åtminstone identifierade mineral som normalt innehåller höga halter REE.

I Täsjöområdet förekommer en uran- och fosforförande skiffer som på 1970-talet undersöktes av SGU. Ett mycket rent fosforitkoncentrat härifrån höll en halt på 0,68 procent REE. Ett politiskt beslut att lägga ner SGAB fattades 1991 varefter all statlig prospektering upphörde.

Privata företag har under 2000-talet visat sporadiskt intresse för REE. International gold exploration AB (IGE) prospekterade i Västerviksområdet mellan 2003 och 2006. En borrhningskampanj vid Olserum, som slutfördes 2005, följdes av en beräkning av mineraltillgången i de rikaste delarna av fyndigheten. Resultatet var över förväntan då halterna av REE ökar med djupet. Halten REO beräknades till 8,3 kg per ton jämfört med tidigare antagna 4,5 kg per ton. Eftersom fyndigheten inte blev begränsad på djupet bedömdes projektet ha ytterligare potential. Några nya projektplaner för Olserum presenterades emellertid inte. IGE inledde 2008 ett samarbete med bolaget Energy Ventures Ltd varvid bolaget Norrsken Energy Ltd bildades med avsikt att bedriva uranprospektering på 16 undersökningstillstånd. Undersökningstillståndet Olserum nr 2 är ett av dessa.

Det kanadensiska bolaget Tasman Metals Ltd som bildades 2009 har fokus på så kallade strategiska metaller, som huvudsakligen utgörs av REE. I Sverige har bolaget fokuserat på Norra Kärr där, vid denna rapport tryckning, ett omfattande borrhprogram genomförs. En preliminär beräkning av mineraltillgång visar en totalmängd av 60,5 miljoner ton antagna tillgångar, med en halt på 0,54 procent REE och 1,72 procent zirkoniumoxid. Förekomsten av nefelinsyenit i Norra Kärr upptäcktes 1906, varefter provbrytning av nefelin, zirkonium och hafnium påbörjades av Boliden 1949.

Processbeskrivning

Produktionen av REE kommer till största delen från mineralen monazit och bastnäsit. Sligen upplöses i svavelsyra eller saltsyra, varefter ytterligare bearbetning

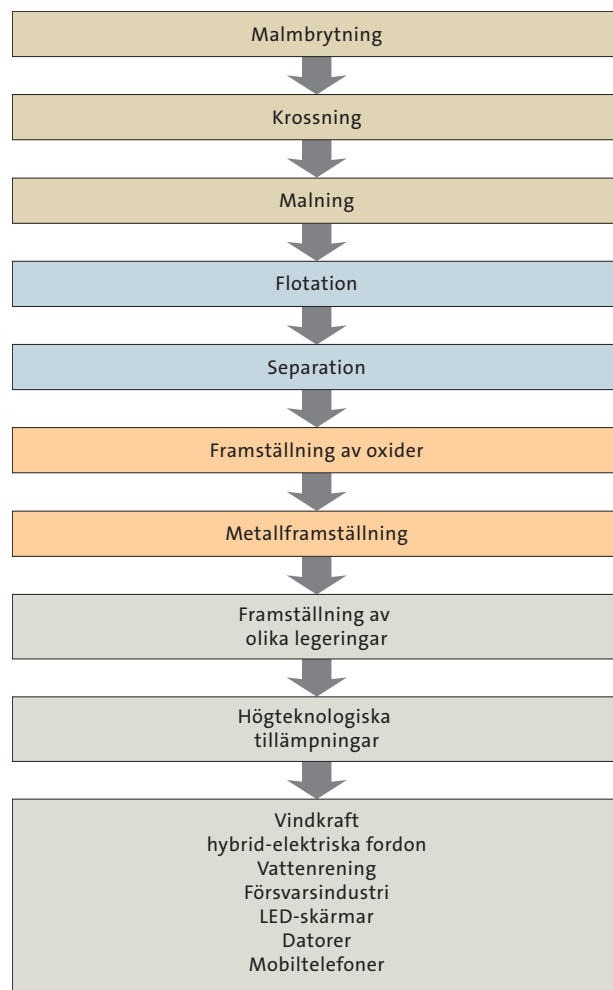


Fig. 23. Processbeskrivning för REE-bearbetning.

med fraktionerad kristallisation och utfällning, vätskevätskeextraktion, jonbyte, och reduktion ger föreningar av REE (fig. 23).

I det följande beskrivs ett urval av de förädlingsprocesser som finns idag inom framställningen av REO och REE.

Brytning

Brytning av fastmalm sker i dagbrott genom pallbrytning. På Mountain Pass i USA bröts REE-malm i ett ca 100 m djupt dagbrott.

Tung mineralsand från alluviala avlagringar utvinns antingen med grävmaskiner eller från flytande mudder-

verk. I det senare fallet muddras tungsanden från botten av vattendraget. Tungmineralen vätsepareras ombord från den lättare fraktionen genom en serie av våtgravimetriska processer. Dessa innefattar bl.a. skiljeväggar, hydrocykloner, spiraler och koner. Därpå vidtar en torr process med malning, siktning, samt elektrostatiske, elektromagnetiska och gravimetriska metoder. I det senaste fallet används jiggar, spiraler, koner och skakbord.

Monazit kan skiljas från zirkon med elektrostatiske metoder. Xenotim separeras gravimetriskt från monazit. Vissa förekomster kan kräva lakning och kalcinering för att eliminera järnoxid och andra orenheter. Vissa sandavlagringar som är för svåra att bryta med muddring, bryts med andra metoder.

Anrikning av monazit

REE erhålls som oxider från monazitmalm genom upplösning med svavelsyra. Först krossas och mals malmen varefter magnetiska beståndsdelar kan avskiljas med magnet. Därpå kokas sligen i svavelsyra vid 200–220 °C. REE-sulfater och toriumsulfater erhålls genom filtrering och fälls ut som oxalater eller sulfater. Dessa utfällningar genomgår kaustisk smältning eller rostning så att REO bildas, vilka i sin tur återvinns genom filtrering.

Anrikning av bastnäsit

Efter krossning, malning och siktning erhålls en bastnäsitlig med bl.a. gravimetriska metoder enligt ovan. Bastnäsitlig kan också erhållas genom flotation. Flotation används för att göra en bastnäsitlig innehållande ca 60 procent REE. Sligen löses upp i saltsyra och det resulterande slammet filtreras.

Filterkakan kokas i natriumhydroxid så att REE-hydroxider bildas vilka i sin tur kloreras för att skapa REE-klorider, vilka utvinns efter filtrering och avdunstning. Återstoden innehåller natriumfluorid som kan återvinnas för vidare bearbetning.

Utfällning

Utfällning av REE från monazit och xenotim sker genom upplösning i en varm koncentrerad bas- eller syralösning.

Vid Rhone-Poulenc Inc:s anrikningsverk, som anrikar de flesta monazitmalmer, utvinns REE i en koncentrerad lösning av natriumhydroxid vid 140–150 °C. Ef-

ter avkylning av REE och torium återvinns hydroxider genom filtrering, och torium separeras genom selektiv utfällning eller upplösning. Vid Mountain Pass upphetas bastnäsit för att driva ut koldioxid och fluor, och lakas sedan med saltsyra för att lösa de flesta trevärda REE. Resten säljs som slipmedel.

De REE-hydroxider och REE-klorider som utvinns med svavel- och saltsyralösning genomgår ytterligare bearbetning för att utvinna olika REE-föreningar, såsom fluorider, nitrater, karbonater, oxider och rena metaller, för en mängd olika tillämpningar. Processerna omfattar fraktionell kristallisation, fraktionell utfällning, vätske-vätskeextraktion, jonbyte och reduktion.

Fraktionell kristallisation och utfällning

I fraktionell kristallisation fälls en eller flera REE i en blandning ut genom att ändra saltkoncentrationen i lösningen. Det sker genom avdunstning eller temperaturreglering. Vid fraktionell utfällning tillsätts ett utfällningsmedel som selektivt tar bort en metall från lösningen. Dessa två processer producerar i allmänhet salter och saltlösningar som kräver ytterligare behandling och omhändertagande.

Vätske-vätskeextraktion

För separering av olika REE i en vattenlöslig blandning av flera REE, skickas vattenlösningen motströms till ett icke blandbart organiskt flöde som selektivt separerar en av REE från de andra. Flera steg behövs för att separera olika REE. Varje organiskt flöde skrubbas sedan i ett vattenflöde för att överföra REE i en vattenfas. Eftersom alla produkter är vattenlösningar lämnar det förbrukade lösningsmedlet processen som avfall.

Jonbyte

Jonbyte producerar mycket rena REE i små mängder. För att separera en blandning av lantanider, spolas katjonbytarharts med en lösning som innehåller koppar-sulfat för att preparera hartsen för jonutbyte. En lösning som innehåller lantanider leds sedan över jonbytaren. Lantanider ersätter katjoner på hartens yta. Detta steg ger en vattenlösning med avfall som innehåller de katjoner som utbyttes, och små mängder av REE. I detta skede har lantanider lagrats på hartsen som en blandning. För att separera enskilda REE, leds en kemisk lösning som innehåller komplexbildare, som NH_4^+ EDTA

(etylendiamintetraättiksyra), över hartsen. EDTA har en hög affinitet för REE, och lantanider konjugeras med EDTA och ersätts av NH_4^+ på hartsen. Varje lantanid har olika affinitet för EDTA, och enskilda lantanider kan separeras som resultat av dessa olika affiniteter. I förhållande till mängden produkt som erhålls, genereras stora mängder avfallslösningar under processen. Avfallslösningarna kan vara sura, basiska, eller neutrala.

Kalciumreduktion

Högre REE kan produceras med metallo-termisk reduktion av REE-halogenider (salter). Denna process används när 99,99 procent renhet krävs. Efter konvertering av REE i fluorider, reduceras de till metallisk form genom kontakt med kalcium eller barium vid höga temperaturer. Tio REE (lantan, cerium, praseodym, neodym, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium,

erbio och lutetium liksom skandium och yttrium) produceras med kalciumreduktion. Utgångsmaterial för dessa metaller är metallfluorid. Den individuella metallfluoriden placeras med kalciummetall i ett reduktionskärn där en värmedriven reaktion producerar rena REE och kalciumfluorid. Metallerna renas ytterligare genom smältning i vakuum för att avlägsna föroreningar. Processen styrs av i vilken form en köpare vill ha metallen.

Mischmetallproduktion

Våta REE-klorider eller hydrater, måste torkas innan elektrolytisk reduktion kan ske, för att förhindra upplösning av grafitanoden under elektrolys. Detta kan ske genom att det frigjorda syret i elektrolyten reagerar med grafitanoden och bildar koldioxid. Batchugnar eller kontinuerliga torkugnar kan användas. Både gasvärme och elektrisk värme har använts för att köra torkugnar. Torra REE-klorider reduceras till mischmetall i elektrolytiska celler. Batchprocesselektrolys reducerar REE-salter till metall på 8 till 12 timmar. Överskottsslagg avlägsnas och kan säljas för sina halter av REE-klorid. Efter sönderdelning lagras mischmetall i tackor eller göt för framtida användning.

Marknadsstruktur

Totalt producerades 124 000 ton REO under 2008. Kina var den största producenten med 120 000 ton

Tabell 24. Förändringen av kinesiska exportkvoter 2005–2010.

År	REE exportkvoter (t)	Förändring (procent)
2005	65 609	
2006	61 821	6
2007	59 643	4
2008	56 939	5
2009	50 145	12
2010	30 258	40

Efterfrågan ton per år

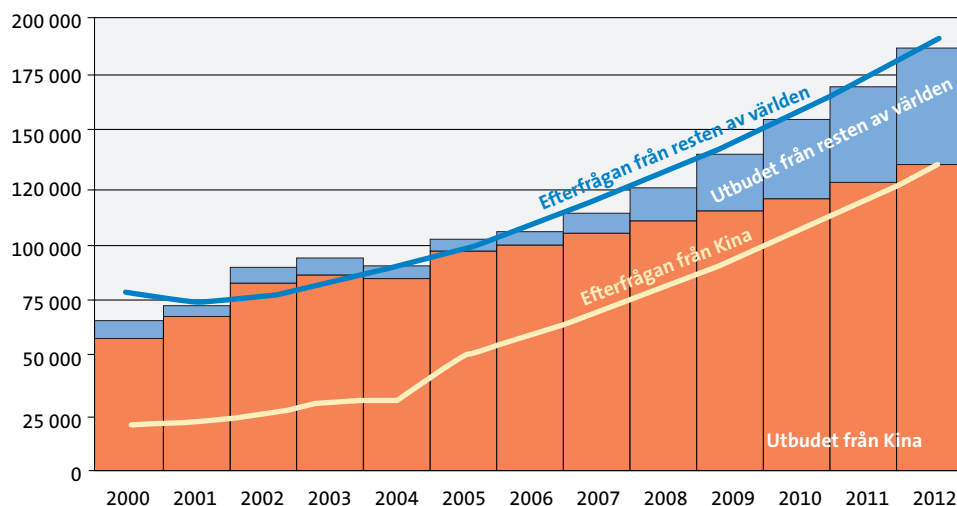


Fig. 24. Efterfrågan för REE (ton per år).



Fig. 25. Tillgångar och reserver av REE i världen förutom Kina enligt de kanadensiska och australiensiska klassificeringssystemen. I Ryssland finns det tillgång av REE men det är oklart i vilken mängd.

och Brasilien, Malaysia och Indien producerade drygt 4 000 ton tillsammans. Av de 120 000 ton Kina producerade exporterades 57 000 ton. Resten användes i den inhemska produktionen. Japan är den största konsumenten av REO, tätt följd av EU och USA.

Sedan 2005 har den kinesiska regeringen börjat införa exportkvoter för REO (tabell 24). Största anledningen till införandet av kvoter är, enligt den kinesiska regeringen, ett ökat behov i den snabbt växande kinesiska industrin (fig. 24). I takt med den ekonomiska tillväxten ökar även den inhemska efterfrågan på hemelektronik så som mobiltelefoner, bärbara datorer och grön energiteknik, t.ex. vindkraftverk. Enligt en rapport från Cindy Hurst (Hurst 2010), har Kina långt gångna planer för en vindkraftexpansion från 12 gigawatt (GW) under 2009 till 100 GW år 2020. För denna expansion behövs neodymmagneter. Kinas politiska initiativ begränsar exporten av REE, särskilt dysprosium, terbium, tulium,

lutetium, yttrium, de tunga REE. Enligt Hurst vill Kina ha en utökad och helt integrerad REE-bransch med fokus på exporten av förädlade material. Hurst förutser en strategisk kinesisk lageruppbyggnad av REE.

Marknadsbalans

En annan rapport som gjordes i november 2010 av Industrial Minerals Co Australia Pty Ltd (IMCOA) visar att balansen på REE-marknaden kan uppnås redan 2013 och 2015 kommer det sannolikt att vara ett REE-överskott på marknaden. Produktionen förväntas öka till 208 000 ton (fig. 25) samtidigt som efterfrågan kommer att ligga på 185 000 ton år 2015 (fig. 26). Som följd av en ökad marknadsefterfrågan och kapacitetsbegränsningar för utökad produktion, förväntas ett underskott på neodym, europium, terbium och dysprosium år 2015.

Ett stort antal projekt med syfte att utöka produktionen av REE pågår på global nivå. Fler än 150 projekt är

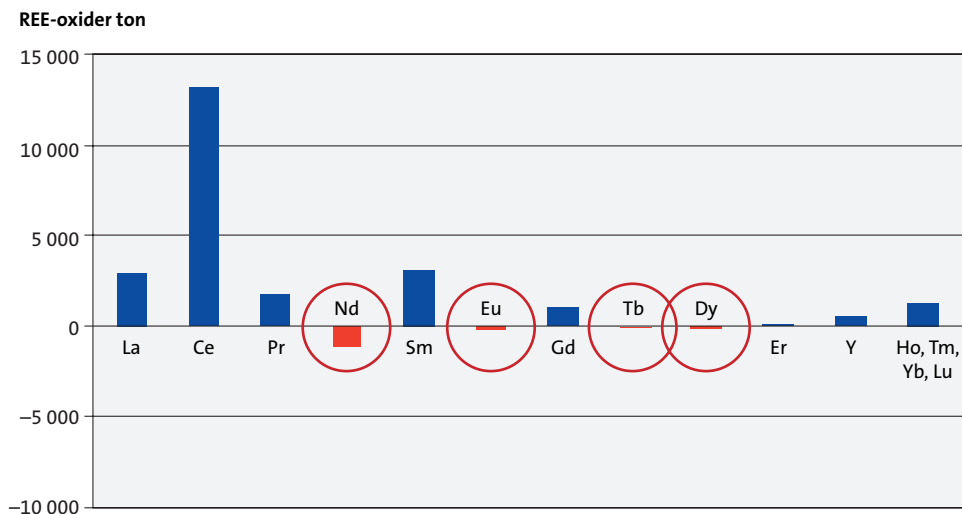


Fig. 26. Efterfrågan för REE (ton per år).

identifierade, varav man vid 17 har genomfört malmbasundersökningar enligt NI-43-101 eller JorC Code.

Dysprosium är den REE som det förväntas vara störst brist på. Dysprosium och neodym används i neodym-bor-järn-permanenta magneter som är en viktig tillväxtmarknad för REE. Fram till 2015 förväntas utbudet på dysprosiumoxid ligga mellan 1 600 och 2 000 ton per år, samtidigt som den förväntade efterfrågan ligger på 2 500–3 000 ton per år. Efterfrågan på europium kan minska eftersom den ersätts med andra material.

Det finns inte någon metallbörs för REE, utan priser fastställs i direkta förhandlingar mellan säljaren och köparen. Kina, som varandes den största producenten i världen, har varit det land som har satt priserna på REE under de senaste åren. Priserna på de flesta REO sköt i

höjden från juli 2010, efter att den kinesiska regeringen aviserade en 72-procentig minskning av exportkvoter för andra halvåret 2010.

I figur 27 visas prisutvecklingen för några av de viktigaste REO. Bedömare tror att priserna håller sig kvar på de höga nivåerna fram till 2013–2014 med undantag för cerium och lantan där nya aktörer på marknaden kan bidra till prissänkningar.

Trots att priserna på REE har flerfaldigats under år 2010, har de inte så stor påverkan på slutprodukternas pris p.g.a. deras relativt sett ringa andel i slutprodukten. I tabell 25 redovisas några användningsområden och jämförelser mellan åren 1984 (ekvivalent), 2009 och 2010. Från tabellen kan man läsa ut att kostnadsandelen i slutprodukternas pris är avsevärt lägre 2010 än vad den var 1984.

USD/kg (Europiumoxid: USD/hg)

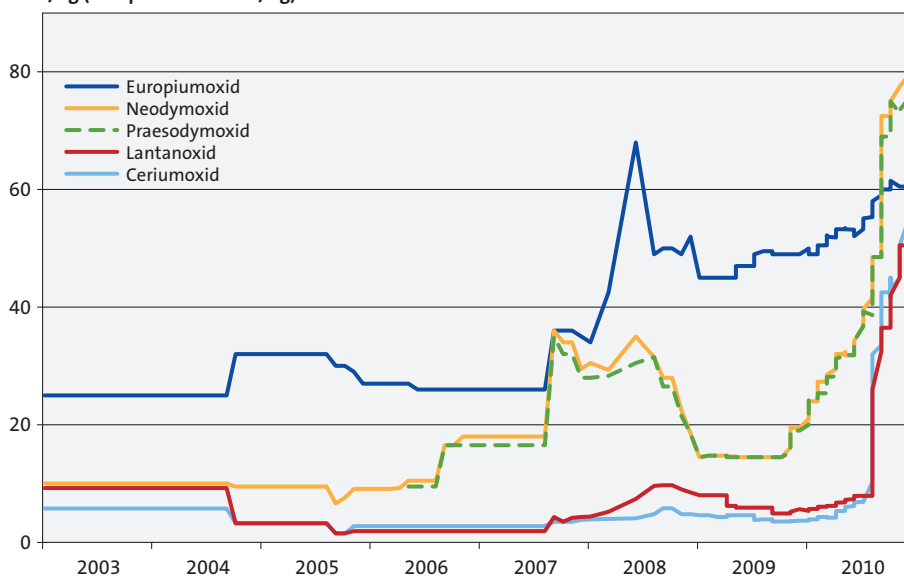


Fig. 27. Prisutveckling för några av de viktigaste REE, källa: Industrial Minerals.

Tabell 25. REE:s kostnadsandel i det totala priset.

Användningsområde	kg REE i produkten	2009	2010	1984* (ekvivalent)
Krackningskatalysatorer	75	0,01 procent	0,04 procent	0,2 procent
MRT (magnetkamera)	185	0,2 procent	1,0 procent	5,5 procent
Vindturbin (1,5 MW)	350	0,3 procent	1,2 procent	6,7 procent
Toyota Prius (elektronik och batteri)	13,5	0,8 procent	2,9 procent	15,2 procent
Bilkatalysatorer	0,075	0,6 procent	3,4 procent	17,3 procent

*) Detta år blev Kina en aktör på marknaden och påverkade priserna kraftigt.

GALLIUM, INDIUM OCH GERMANIUM

Gallium

Historia

Gallium upptäcktes 1875 av fransmannen Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran genom spektroskopiska undersökningar av ett okänt ämne som han hade isolerat ur zinkblände. Han fortsatte arbetet med att framställa den rena metallen och beskrev också dess karaktäristiska egenskaper. Namnet gallium kommer från det latinska namnet på Frankrike, han gav alltså det nya grundämnet namn efter sitt hemland. Någon industriell användning av gallium fanns inte förrän på 1970-talet då halvledaregenskaperna för galliumföreningarna med arsenik och fosfor upptäcktes. Tillverkning av dessa föreningar utgör idag det huvudsakliga användningsområdet för gallium.

Egenskaper

Gallium, tillsammans med indium, tallium, bor och aluminium, tillhör borgruppen eller grupp IIIA i det periodiska systemet. Metallen har flera kemiska likheter med de andra elementen i gruppen, framför allt med aluminium men även med zink i den intilliggande gruppen IIB. I ren form är gallium silvervit och metallglänsande, både i fast och flytande form. Den oxideras i luft och på samma sätt som för aluminium bildar oxiden (galliumoxid, Ga_2O_3) ett skyddande ytskikt.

Några märkvärdiga egenskaper hos gallium är den mycket låga smältpunkten vid 29,78 °C och den mycket höga kokpunkten vid cirka 2 400 °C. Den smälter alltså när man håller den i handen och håller sig flytande under ett större temperaturintervall än något annat ämne. Vidare så ökar volymen på gallium när den övergår till fast form varför den inte kan förvaras i glas- eller metallflaskor då dessa skulle sprängas när gallium övergår till fast form. I legering med indium och tenn bildas en legering som är flytande vid rumstemperatur.

Gallium reagerar med saltsyra och med hydroxider under utveckling av vätegas. Den oxiderande syran salpetersyra ger ett skyddande skikt av galliumoxid som skyddar mot vidare angrepp. Vare sig rent gallium eller galliumföreningar är giftiga.

Användning och återvinning

Den huvudsakliga användningen av gallium är inom halvledartekniken där de två halvledarmaterialen

galliumarsenid (GaAs) och galliumfosfid (GaP) är de vanligaste. Gallium används också vid tillverkning av tunna solceller (koppar-indium-gallium-selenider, CIGS) samt indium-gallium-nitrider och indium-gallium-fosfider till lysdioder och laserdioder. En viss återvinning av gallium sker av det skrot som genereras vid tillverkning av halvledare.

Substitut

Gallium kan ersättas av andra likartade metaller men även av organiska föreningar i ett flertal tillämpningar. Inom lasertekniken konkurrerar gallium med helium-neon-lasrar, och inom solcellstekniken är kiselbaserade solceller huvudkonkurrent.

Förekomstsätt

Gallium finns i små koncentrationer i flera metallmalmer. Det mesta av det gallium som produceras idag kommer som en biprodukt vid behandlingen av bauxit för att framställa råvara till aluminiumframställning. En mindre del av galliumproduktionen kommer från processering och rening av zinkmalm. Endast en liten del av galliuminnehållet i malmer går att utvinna men hur stor den delen är och hur utvinningen går till är företagshemligheter.

Tillgångar

Eftersom gallium förkommer som spärelement i ett flertal olika malmtyper och utvinningen av gallium är komplicerad med dåliga utbyten så går det inte att ge några uppgifter om världens tillgångar.

Germanium

Historia

Germanium framställdes första gången 1886 av Clemens Alexander Winkler vid Bergakademie Freiberg i Tyskland som också namngav det nyupptäckta grundämnet med det latinska namnet på sitt hemland. Som ett flertal av de grundämnena som upptäcktes på 1800-talet så fann man ingen industriell användning för germanium förrän i mitten av 1900-talet. Under andra världskriget användes germanium i dioder för att likrikta ström i radarutrustning. Efter kriget började germaniumbaserade dioder användas i flera olika elektroniska

tillämpningar som telefoner, tv-apparater, tidiga datorer etc. Optiskt, glas där tillsats av germanium gjorde att glaset fick högt brytningsindex, var också ett viktigt användningsområde. Sedan dess har germanium funnit ett flertal olika användningsområden där dess specifika egenskaper utnyttjas.

Egenskaper

Germanium tillhör, tillsammans med kol och kisel, kolgruppen (IVA) i det periodiska systemet. I ren form är germanium en gråvit halvmetall, på ytan metallglänsande men till skillnad från metaller är den hård och spröd som glas. I sina kemiska egenskaper liknar germanium kisel snarare än en metall. Den reagerar inte med luft vid normala temperaturer, den reagerar inte med saltsyra och endast mycket långsamt med salpetersyra och svavelsyra. Germaniums speciella egenhet är att dess elektriska ledningsförmåga och även andra fysikaliska egenskaper varierar stort vid olika temperaturer och vid olika tillsatser av dopningsmedel, egenskaper som gjort att halvmetallen har stor industriell betydelse. Germanium och de flesta av germaniumföreningarna har låg giftighet. Germaniumhydrid (GeH_4) är dock en mycket giftig gas.

Användning och återvinning

På senare tid har germanium funnit sin största användning vid tillverkning av fiberoptik som består av kiselglas med en tillsats av upp till 4 procent germaniumoxid. Germanium gör att glasfibern lätt släpper igenom ljus i det nära infraröda spektrat, vilket är det ljus som används inom fiberoptiken, samt att glaset får ett högt brytningsindex.

Ett helt annat och stort användningsområde är inom plastindustrin där germanium används för att katalysera polymeriseringen av Polyetylenftalat (PET), den plast som används till vanliga PET-plastflaskor.

Användning i mörkerkikare, där rent germanium eller glas innehållande germanium används eftersom det har förmågan att släppa igenom ljus nära det infraröda spektrat, är fortfarande ett stort användningsområde. Germaniumbaserade halvledare är också fortfarande ett viktigt användningsområde även om kiselbaserade halvledare numera är de vanligaste.

Andra användningsområden är som dopningsmedel i optiskt glas för att öka brytningsindex och minska

ljusspridningen, exempelvis i vidvinkelobjektiv till kameror. Vidare så kan enkristaller av germanium, vanligtvis med en tillsats av något annat ämne, användas för att detektera gammastrålning. Det beräknas att ungefär 30 procent av det germanium som används i industrin kommer från återvunnet germanium. Inom tillverkningen av de flesta optiska produkter som innehåller germanium är graden av återvinning så hög som 60 procent. Även skrot innehållande germanium återvinns numera.

Substitut

Inom de flesta av germaniums användningsområden finns tänkbara substitut men vanligtvis medför substituten något förändrade egenskaper hos slutprodukten. Fiberoptik kan göras av andra glas med andra tillsatser eller av olika polymerer, och om andra våglängder används för att skicka signaler i fiberoptik kan andra material bli aktuella. Antimonoxid (Sb_2O_3) kan användas i stället för germanium för att katalysera polymeriseringen av PET. Det är också möjligt att andra plaster på sikt ersätter PET och då behövs vare sig antimon eller germanium i processen. Germanium, som är vårt äldsta halvledarmaterial, är redan idag till stor del ersatt av andra material inom halvledartekniken.

Förekomstsätt

Germanium förekommer i mycket små halter i de flesta bergarter, vanligen 1–2 g per ton. I kol förekommer gallium i något högre halter, 5–6 g per ton. Det är ytterst ovanligt att hitta germaniummineral. Vanligtvis återfinns germanium som spårelement i andra mineral där de kan ersätta likartade grundämnen som arsenik, gallium, kisel, tenn, zink osv. i kristallgittret. En stor del av det germanium som framställs idag kommer som en biprodukt från zinkraffinering men tidigare har kolaskor varit av betydelse som råvara för germaniumframställning.

Tillgångar

Uppgifter om världens germaniumtillgångar har inte gått att inhämta. USA, som producerar ungefär 3–5 procent av världens germanium, uppger reserver på 450 ton. Eftersom germanium till stor del utvinns som biprodukt vid raffinering av zink så kommer världens zinkreserv att vara proportionell mot världens

germaniumreserv. Ytterligare reserver finns i aska efter kolförbränning men några siffror på dessa reserver är omöjliga att finna.

Indium

Historia

Indium upptäcktes 1883 av Ferdinand Reich och H.T. Richter vid Bergakademie Freiberg, Tyskland. De letade efter grundämnet tallium i zinkmalm då de upptäckte ett ämne som vid en spektrografisk analys gav en blå färg på en av de karaktäristiska spektrallinjerna i stället för den gröna färg som tallium skulle ha gett. De drog den korrekta slutsatsen att de hade funnit ett nytt grundämne och gav detta namnet indium efter den indigoblå färg som spektrografanalysen visade. Richter fortsatte sedan arbetet med att framställa den rena metallen. Vid världsutställningen i Paris år 1867 lär han ha visat upp en tacka av indium på ett halvt kilo; andra uppgifter säger att fram till 1924 hade bara ett gram av metallen framställts.

Några industriella användningar för metallen fanns dock inte i slutet av 1800-talet och början av 1900-talet. På 1930-talet användes små mängder indium som legeringsmetall i tandguld. Under andra världskriget belades delar av flygmotorer med indium för att öka hårdheten och minska korrosion och slitage. Senare fann man användning för indium som lödmetall och andra legeringar där låg smältpunkt eftersträvas. Den begynnande halvledarindustrin på 1950-talet innebar en större industriell användning av indium. Även andra industriella användningsområden som legeringsmetall och till kontrollstavar inom kärnkraftsindustrin ökade efterfrågan på indium. Idag är de stora användningsområdena tillverkning av bildskärmar med flytande kristaller, solceller, laserdioder och andra tillämpningar inom halvledaretekniken.

Egenskaper

Indium, tillsammans med gallium, tallium, bor och aluminium, tillhör borgruppen eller grupp IIIA i det periodiska systemet. Metallen har flera kemiska likheter med de andra elementen i gruppen, framför allt med de närliggande metallerna gallium och tallium. Metallen indium är en silvervit, glänsande och mjuk metall. Den är plastisk, det vill säga den är smidbar, även vid mycket låga temperaturer då andra metaller brukar bli spröda.

Indium löser sig i starka mineralsyror (saltsyra, salpetersyra, svavelsyra) men är resistent mot alkalier, kokande vatten och de flesta organiska syror. Metallen oxideras inte i luft vid normala temperaturer.

Indium bildar lätt legeringar med andra metaller och även mycket små tillsatser av indium ökar legeringens styrka, hårdhet och motstånd mot korrosion. Ett undantag är indiumlegeringar med metallerna gallium och tenn, en vanlig sammansättning är 68,5 procent gallium, 21,5 procent indium och 10 procent tenn, som är flytande vid rumstemperatur och utgör ett alternativ till den mycket giftiga metallen kvicksilver. En mycket viktig egenskap för metallen indium är dess vätande egenskaper på hårda ytor, exempelvis glas.

Ren indium i metallisk form betraktas som ofgiftig. Den form som används inom halvledartekniken, indiumfosfid (InP), är både giftig och misstänks vara cancerframkallande.

Naturligt förekommande indium består av två isotoper, indium-113 och indium-115. Indium-115 som är den vanligaste isotopen (96 procent), är svagt radioaktiv med en mycket lång halveringstid på 600 miljarder år.

Användning och återvinning

Indium används fortfarande till legeringar som smälter vid låga temperaturer och till lödmetall samt legerat med silver och tenn som styrestavar till kärnkraftsindustrin.

Den största användningen finns dock inom elektronikindustrin med flera tillämpningar. Indiumoxid och indiumtennoxid används vid tillverkning av bildskärmar med flytande kristaller, så kallade LCD-skärmar. I processen läggs ett flertal tunna lager som tillsammans fungerar som halvledare. Nya användningsområden för indium är tillverkning av tunna och effektiva solceller där koppar-indium-gallium-selenider (CIGS) utgör det verksamma materialet som omvandlar solljus till elektrisk energi. Indium-gallium-nitrid och indium-gallium-fosfider används till lysdioder och laserdioder.

I takt med att priset på indium har stigit kraftigt de senaste åren har återvinning av indium blivit ekonomiskt intressant. Eftersom en stor del av indiumproduktionen idag används till tillverkning av LCD-bildskärmar och produkten är ganska ny så har de flesta av bildskärmarna inte cirkulerat färdigt i samhället och finns inte tillgängliga för återvinning. Återvinningssektorn kommer sannolikt att öka i framtiden.

Substitut

Indium kan ersättas av andra ämnen i de flesta tillämpningar men vanligtvis på bekostnad av produktens effektivitet. Kisel har till stor del ersatt indium inom halvledartillverkning och gallium kan ersätta indium i ett flertal applikationer. För ytskikt på glas och andra hårda material kan silver-zinkoxider eller tennoxider användas.

Förekomstsätt

Huvuddelen av det indium som framställs idag tas tillvara som en biprodukt vid raffineringen av zink. Eftersom den mesta av världens zink framställs genom raffinering av malm från massiva sulfidmalmer är det också sådana malmer som utgör den huvudsakliga källan till världens indiumproduktion. Zinkdominerade massiva sulfidmalmer kan innehålla 50–100 gram indium per ton malm. För de svenska malmer som vi har uppgifter om tycks indiumhalterna vara betydligt lägre, upp till 10 gram per ton malm. En del andra malmtyper kan innehålla betydligt mer indium. De polymetalliska gångförekomsterna i Toyohagruvan nära Sapporo i Japan var till för några år sedan världens största indiumproducent, med en årlig produktion av 30 ton indium. Medelhalten i Toyohagruvan låg på 150 till 250 gram indium per ton malm vilket räknas som mycket höga halter.

Tillgångar

År 2004 uppskattades världens indiumtillgångar till 5 700 ton vilket skulle täcka tjugo års förbrukning (tabell 26). Tillgångarna kan räknas upp om andra indiumförande malmtyper räknas in såsom bly-, kop-

par- och tennmalmer. Vidare kommer återvinningen av LCD-bildskärmar sannolikt att öka i takt med att de åldras.

Tillgångar av indium, gallium och germanium i Sverige

Några systematiska undersökningar av halterna av indium, gallium och germanium i svenska malmer har inte utförts i modern tid och vi har därför inte någon större kännedom om variationerna i metallhalter inom och mellan olika malmer. Däremot finns en del äldre arbeten där halterna av olika spårelement i malmineral har undersökts. Dessa äldre analyser utfördes vanligen med spektroskopi där proven brändes i en grafitljusbåge och de karaktäristiska emissionslinjerna från olika element detekterades på en fotografisk film.

Den mest omfattande undersökningen publicerades 1945 (Gabrielsson 1945) där spårelementanalyser av zinkblände från ett femtiotal svenska malmer och fyndigheter redovisades. De högsta indiumhalterna hittades i ljus zinkblände från Kristineberg, Skelleftefältet, med 0,08 procent indium. Anomala galliumhalter i zinkblände hittades i sulfidmalmer i Skelleftefältet: Östra Högkulla med upp till 0,01 procent och Rävlieden med upp till 0,03 procent. Zinkblände i paleozoiska sedimentära bergarter på Gotland och i Skåne innehöll halter på 0,01–0,05 procent gallium. Germaniumhalter på ca 0,01 procent rapporteras från Dannemora och Östra Högkulla.

Två äldre undersökningar på gallium (Goldschmidt 1931) och germaniumhalterna (Goldschmidt 1933) i olika mineral från olika lokaler runt jorden rapporterar några få data för svenska lokaler. De rapporterar germaniumoxidhalter (GeO_2) i storleksordningen 0,01–0,001 procent för mineralet holmquistit från Utö och 0,001 procent i mörkt zinkblände från Nordmark i Bergslagen. Magnetit från Kiruna och Gällivare visade sig sakna germanium. Gahnit från Falun innehöll 0,01–0,001 procent gallium och braunit från Långban bara 0,0005 procent. I tabell 27 redovisas de bästa halterna från olika lokaler och publikationer vi funnit.

Någon riktad prospektering efter indium, gallium och germanium i Sverige förekommer inte och har, så vitt vi vet, inte förekommit i landet. Det faktum att priserna stiger och att EU har pekat ut dessa specialmetaller som kritiska för EUs råvaruförsörjning kanske ändrar på det.

Tabell 26. Indium, reserver och reservbas, källa: USGS, Mineral Commodity Profile; Indium.

	reserver	reservbas
Kanada	700	2000
Kina	400	1000
Japan	100	150
Ryssland	200	300
Peru	100	150
USA	300	600
Övriga	800	1500
Summa	2600	5700

Tabell 27. Indium-, gallium- och germaniumhalter i Sverige.

Lokal	Mineral eller malm	Mineralanalyser			Referens
		Indium (g/t)	Gallium (g/t)	Germanium (g/t)	
Adak	kopparkoncentrat	28	<3		Ljung, 1974, SGU C701
Zinkgruvan	zinkblände	30	4		Henriques (1964)
Vena koboltgruva	zinkblände	100	10		Henriques (1964)
Doverstorp	zinkblände	100	60		Henriques (1964)
Zinkgruvan	zinkmalm		10	max 100	Henriques (1964)
Zinkgruvan	blymalm		<10		Henriques (1964)
Zinkgruvan, Nygruvan	zinkblände	0 till 3	1 till 10	ca 10	Henriques (1964)
Zinkgruvan, Knalla	zinkblände	0 till 50	1 till 10	10 till 30	Henriques (1964)
Stekenjokk	zinkblände		25		Juve (1974)
Stekenjokk	magnetkis		<10	spår (<100)	Juve (1974)
Utö	holmquistit			7 till 70	Goldschmidt & Peters (1933)
Utö	petalit		22		Cerny & London (1983)
Varuträsk	pollucit		8		Cerny & London (1983)
Varuträsk	petalit		30		Cerny & London (1983)
Nordmark	zinkblände			10	Goldschmidt & Peters (1933)
Broddbo	granat			30	Wickman (1943)
Utö	turmalin			10	Wickman (1943)
Varuträsk	pollucit			5 till 10	Wickman (1943)
Åmmeberg	zinkblände	100 till 1000			Stoiber (1940)
Dannemora	zinkblände			<100	Stoiber (1940)
Gåsborn	zinkblände	1000–20000			Kieft & Damman (1990)
Saxberget	brecciemalm		30		Landergren (1935)
Garpenberg	malm		<1		Landergren (1935)
Akkavare	magnetit		40		Frietsch (1970)

Lokal	Mineral eller malm	Malm- och konzentratanalyser			Referens
		Indium (g/t)	Gallium (g/t)	Germanium (g/t)	
Intakan	bornit/kopparkisrik gång			0,6	Alm & Sundblad (1994)
Nysäter	bornit/kopparkisrik gång			0,9	Alm & Sundblad (1994)
Glava	bornit/kopparkisrik gång			1,6	Alm & Sundblad (1994)
Harnäs (	pyritrik gång			1	Alm & Sundblad (1994)
Södra Bottengruvan*	pyritrik gång			1,7	Alm & Sundblad (1994)
Mjögesjön	pyritrik gång			1,3	Alm & Sundblad (1994)
Ingribyn	pyritrik gång			0,5	Alm & Sundblad (1994)
Hafsåsen	pyritrik gång			0,6	Alm & Sundblad (1994)
Silvergruvan	blyglansrik gång			1,1	Alm & Sundblad (1994)
Vegerbol	blyglansrik gång			1,7	Alm & Sundblad (1994)
Glassnäs	polymetallic vein			0,5	Alm & Sundblad (1994)
Dingelvik	kopparmalm		max 90		Hammargren (1989)
Vassbo	malm			<2	Tegengren (1962)
Laisvall	malm			<2	Tegengren (1962)

*) Argyrodit (Ag₈GeS₆) påvisat

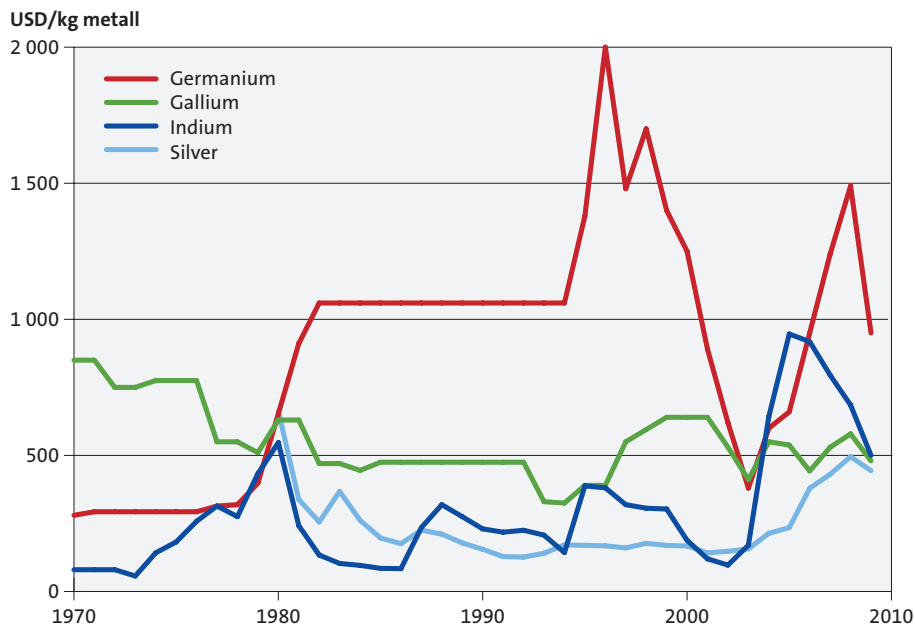


Fig 28. Prisutvecklingen för silver, indium, gallium och germanium.

Metallprisets utveckling

Metallpriset för metaller där världsproduktionen är mycket liten är oftast väldigt varierande med tiden. År 2009 var världsproduktionen av indium, gallium och germanium 600 ton, 78 ton respektive 140 ton enligt SEG Newsletter, juli 2010 (Society of Economic Geologists 2010). Kina stod för 50 procent eller mer av världsproduktionen för alla tre elementen. Faktorer som påverkar alla metallpriser, till exempel ekonomiska kriser eller perioder av stark industriell tillväxt påverkar specialmetaller i ännu högre grad. Eftersom såväl den årliga världsproduktionen som den totala mängden tillgänglig metall är så liten kan stängningen av ett smältverk, nedläggningen av en gruva eller en plötslig ökning av produktionen av en viss vara få stor inverkan på världsmarknadspriset. Om det bara är ett land eller rent av ett enda företag som producerar metallen i fråga ökar osäkerheten ytterligare vilket återspeglar sig i metallpriset. Till detta skall läggas spekulationer i framtida metallprisökningar som kan få stort genomslag på dessa metaller.

En i handeln betydligt vanligare metall är silver med en årlig världsproduktion av 21 400 ton från ett flertal länder och företag. Prisutvecklingen för silver de

senaste decennierna är följaktligen betydligt stabilare än för indium, gallium och germanium (figur 28). I prisdiagrammet visar germanium de största fluktuationerna från ett relativt lågt pris i början av 1970-talet till toppnoteringen 2000 USD per kilo 1996. Just år 1996 var efterfrågan på germanium mycket stor, sannolikt på grund av stor produktion av fiberoptisk kabel, och att tillgången var begränsad. Obalanser i tillgång och efterfrågan var också orsaken till prisökningen runt 1980. Prisökning på indium under åren 2004–2005 orsakades antagligen av att tillverkningen av LCD-skärmar för platta TV-apparater sköt fart och produktionen inte hängde med på den ökande efterfrågan. Finanskrisen 2008–2009 har påverkat samtliga metaller, i synnerhet specialmetallerna indium, gallium och germanium. Åttiotalskrisen påverkade indiumpriserna men inte de övriga specialmetallerna, exempelvis steg germaniumpriset på grund av obalans i tillgång och efterfrågan.

Produktionsteknik för gallium, germanium och indium

Gemensamt för de tre elementen gallium, germanium och indium är att de inte bryts primärt i gruvor. Galli-

um framställs som biprodukt vid raffineringen av bauxit till aluminiumoxid (alumina) i den s.k. Bayerprocessen. Det är bara en bråkdel (mindre än 10 procent) av den potentiellt tillgängliga halten av gallium i bauxit som faktiskt utvinns. Indium och även i huvudsak germanium framställs som biprodukter av restprodukter vid framställningen av främst zink men även av andra basmetaller. Indium finns också i bl.a. bly- och kopparmalmer. Germanium kan också fås som biprodukt vid tillverkningen av koks och flygaska.

Det finns smältverk världen över (Kina, Sydamerika, Japan, USA, Tyskland, Korea samt CIS-länderna) där merparten av koncentraterna raffinerar till produkter med hög renhet. Världsproduktionen av gallium, germanium och indium för 2008 framgår av tabell 28. Omkring 30 procent av allt germanium som används kommer från sekundärt material. Motsvarande siffra för gallium

antas vara ca 50 procent. Återvinningen av indium (och då särskilt indium-tennoxid, ITO) har ökat kraftigt under senare år och motsvarar ungefär dubbelt så mycket som konsumtionen från primärt material.

Indium används till största delen i form av ITO som är transparent och elektriskt ledande. ITO sprutas på glasobjekt (fig. 29). ITO består vanligen av 90 procent In_2O_3 och 10 procent SnO_2 . Gallium används som galliumnitrid, GeN , eller som galliumarsenid, GaAs , medan germanium ofta framställs som germaniumtetraklorid, GeCl_4 , men också i stabilare form som germaniumdioxid, GeO_2 .

Standardhalten för indium är 99,97 procent renhet och större renhetsgrad finns från 99,99 procent till 99,99999 procent. Den sistnämnda renhetsgraden används också för gallium.

Tabell 28. Världsproduktionen 2008 i ton, källa: USGS.

	Gallium	Indium	Germanium
Kina	59	310	100
Tyskland	35	10	
Ungern	8		
Japan	20	65	
Kazakstan	25		
Ryssland	19	12	5
Slovakien	8		
Ukraina	10		
Belgien		30	
Brasilien		5	
Kanada		45	
Italien		5	
Korea		75	
Nederländerna		5	
Peru		6	
Storbritannien		5	
USA			4,6
Övriga			30
Summa	184	573	105



Fig 29. Volkswagens och Audis forskare utvecklar världens första vindruta som utan eluppvärmning kan förhindra isbildning. Till skillnad från uppvärmda fönster bygger denna nya innovation på en fysikalisk princip som förhindrar isbildning ner till minus 18 °C. Hemligheten ligger i en tunn, transparent beläggning av indium-tennoxid (ITO) som används på rutan. Tekniken kallas Low E, Low Thermal Emissivity, och skyddar glaset från kyla så att vattnet på den yttre ytan inte kondenserar eller fryser. Foto: Volkswagen.

REFERENSER

- Alm, E.; Sundblad, K., 1994: Sveconorwegian polymetallic quartz veins in Sweden. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Monatshefte* vol. 1994, s. 1–22.
- Avalon Rare Metals, 2010: www.avalonraremetals.com, hämtad 2010.
- BGS, 2010: *Rare earth element profile* [www], British Geological Survey. Hämtat från <<http://www.bgs.ac.uk/downloads/start.cfm?id=1638>> 25 februari 2010.
- Castor, J.B., 2008: The Mountain pass rare-earth carbonatite and associated ultrapotassic rocks, California. *The Canadian Mineralogist*, 46, 779–806.
- Cerny, P.; London, D., 1983: Crystal chemistry and stability of petalite. *TMPM Tschermaks Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* vol. 31, s. 81–96.
- Enghag P., 1999, *Jordens grundämnen och deras upptäckt, sällsynt – ädelt – vackert*, Industrilitteratur AB.
- Frietsch, R., 1970: Trace elements in magnetite and hematite mainly from northern Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* vol. 646, 1–136.
- Gabrielsson, 1945: Studier över elementfördelningen i zinkblände från svenska fyndorter. *Sveriges geologiska undersökning C* 468.
- GFMS, 2010: *World gold survey 2010*, GFMS Limited, hedgehouse.
- GFMS, 2010: *World silver survey 2010*, GFMS Limited, hedgehouse.
- Goldschmidt, V.M. & Peters, C., 1931: Zur Geochemie des Galliums, Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. *Mathematisch-Physikalische Klasse* 1931, 165–183.
- Goldschmidt, V.M.; Peters, Cl., 1933: Zur Geochemie des Germaniums. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. *Mathematisch-Physikalische Klasse. Vol. 1933. Fachgruppe III (Chemie, einschliessl. Physikalische Chemie) HÄ: 31 Fachgruppe IV (Geologie und Mineralogie)*, s. 141–166.
- Hammergren, P., 1989: *En sedimentknuten stratiform koppar och silvermineralisering i Dalsland, Sverige*. Prap 89508.
- Henriques, Å., 1964: Geology and ores of the Ämmeberg district (Zinkgruvan) Sweden. *Arkiv för Mineralogi och Geologi* vol 4, s. 1–246.
- Hedrick, J.B. 2010: Rare earths. *U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries*. www.usgs.gov
- Juve, G., 1974: Ore mineralogy and ore types of the Steknjokk deposit, central Scandinavian Caledonides, Sweden. *Sveriges geologiska undersökning C* 706.
- Kieft, K., Damman, A.H., 1990: Indium bearing chalcopyrite and sphalerite from the Gåsborn area, West Bergslagen, central Sweden. *Mineralogical Magazine* vol. 54, s. 109–112.
- Landergren, S., 1935: Bidrag till kännedomen om våra sulfidmalmer geokemi. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, "GFF"* vol. 57, s. 626–636.
- Ljung, S., 1974: Adak-Lindsköld- och Brännmyranguvorna inom Adakfältet. Petrografi och malmer. *Sveriges geologiska undersökning C* 701.
- Lynas, 2010: www.lynascorp.com
- Molycorp, 2010: www.molycorp.com
- Orris, G. J. & Grauch R.I., 2002: Rare earth element mines, deposits and occurrences. *U.S. Geological Survey Open –File Report 02-189*, U.S. Geological Survey, Tucson, Az.
- SGU, 1990: Mineralmarknaden, *periodiska publikationer* 1990:2, Sveriges geologiska undersökning.
- Society of Economic Geologists, 2010: SEG Newsletter July 2010 [www]. Hämtat från <<http://www.segweb.org/publications/newsletter.aspx>> 4 februari 2011.
- Stoiber, R.E., 1940: Minor elements in sphalerite. *Economic Geology* vol. 35, s. 501–519.
- Svelas, 2011: www.svelas.nu
- Tasman Metals, 2009: Report on the Geology, Mineralization and Exploration Potential of the Norra Kärr Zirconium-REE Deposit, Gränna, Sweden [www]. Hämtat från: <<http://www.tasmanmetals.com/i/pdf/43-101-NorraKarr-091113.pdf>> 25 februari 2010.
- Tegengren, F.R., 1962: Vassbo blymalmsfyndighet i Idre och dess geologiska inramning. *Sveriges geologiska undersökning C* 586.
- Wickman, F. E., 1943: Some aspects of the geochemistry of igneous rocks and of differentiation by crystallization. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, "GFF"* vol. 65, s. 371–396.
- Wolley, A.R. & Kjarsgaard B.A., 2008: Carbonatite occurrences of the world: map and database, *Geological Survey of Canada, Open file report* 5796.
- Yang, X., Sun W., Zhang Y. & Zheng Y., 2009: Geochemical constraints on the genesis of the Bayan Obo Fe-Nb-REE deposit in Inner Mongolia China. *Geochimica et cosmochimica acta* 73, 1417–1435.

FÖRKORTNINGAR OCH MÅTTENHETER

Valutor, vikter och mått

SEK	Svenska kronor
USD	USA-dollar
Fe	kemisk beteckning för järn
kton	tusen ton
lb	libra=pound=0,4536 kilogram
Mton	1 miljon ton (metriska)
oz	ounce = 28,35 gram (i denna publikation används oz = tr oz)
ppm	miljondel
ton	1 metric ton = 1 000 kg = 2 204,62 lb
tr oz	troy ounce = 31,1035 gram (i denna publikation används oz för tr oz)
u	unit (enhet)

Förkortningar, ekonomiska och tekniska begrepp m.m.

ATPC	Association of Tin Producing Countries
BGS	British Geological Survey
BHP	The Broken Hill Pty Ltd (australiensiskt gruvföretag)
BNP	Bruttonationalprodukt
CIS	Commonwealth of Independent States (se även OSS)
Comex	Commodity Exchange (metallbörs i Chicago)
EU	Europeiska Unionen
GFMS	Gold Fields Mineral Services Ltd (analysföretag)
ICSG	International Copper Study Group
ILZSG	International Lead and Zinc Study Group
IMF	International Monetary Fund
INSG	International Nickel Study Group
LKAB	Luossavaara-Kiirunavaara AB
LME	London Metal Exchange (metallbörs)
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OSS	Oberoende Staters Samväld, del av f.d. Sovjetunionen
SGU	Sveriges geologiska undersökning
SHFE	Shanghai Futures Exchange
Smältlöner	Avtalad ersättning som smältverket får för att processa metall (samt för raffinaderilöner)
USGS	US Geological Survey
WBMS	World Bureau of Metal Statistics (numera USGS)

SGUs periodiska publikationer

1985:1	Koppar	1996:5	Järnmalsmsrevy 1995
1986:1	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1984	1997:1	Mineralmarknaden, januari 1997 (Tema Guld)
1986:2	Platinagruppens metaller	1997:2	Bergverksstatistik 1996
1986:3	Guld. Marknad, priser, produktion etc	1997:3	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1996
1987:1	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1985	1997:4	Järnmalsmsrevy 1996
1987:2	Bergverksstatistik 1978-1984	1998:1	Bergverksstatistik 1997
1987:3	Berg och malm i Örebro län	1998:2	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 1997
1987:5	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1986	1998:3	Järnmalsmsrevy 1997
1988:1	Järnmalsmsrevy 1987	1998:4	Industriella mineral och bergarter – en branschutredning
1988:2	Mineralmarknaden, maj 1988	1999:1	Bergverksstatistik 1998
1988:3	Bergverksstatistik 1986	1999:2	Mineralmarknaden, juni 1999 (Tema Titan)
1988:4	Mineralmarknaden, september 1988	1999:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 1998.
1988:5	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1987	1999:4	Mineralmarknaden, december 1999 (Tema Silver)
1989:1	Mineralmarknaden, januari 1989 (Tema Platina)	2000:1	Bergverksstatistik 1999
1989:2	Bergverksstatistik 1987	2000:2	Naturgrus eller morän
1989:3	Järnmalsmsrevy 1988	2000:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 1999
1989:4	Mineralmarknaden, maj 1989 (Tema Diamanter)	2000:4	Mineralmarknaden, december 2000 (Tema Magnesium)
1989:5	Mineralmarknaden, september 1989 (Tema Volfram)	2001:1	Bergverksstatistik 2000
1990:1	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1988	2001:2	Mineralmarknaden, juni 2001 (Tema Platinametallerna)
1990:2	Mineralmarknaden, februari 1990 (Tema Sällsynta Jordartsmetaller)	2001:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2000
1990:3	Mineralmarknaden, juni 1990 (Tema Litium)	2001:4	Mineralmarknaden, december 2001
1990:4	Bergverksstatistik 1988 och 1989	2002:1	Mineralmarknaden, april 2002 (Tema Järnmalm)
1990:5	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1989	2002:2	Bergverksstatistik 2001
1990:6	Mineralmarknaden, november 1990 (Tema: Irak/Kuwait; Kina)	2002:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2001.
1991:1	Mineralmarknaden, februari 1991 (Tema Krom)	2002:4	Mineralmarknaden, november 2002 (Tema Stål)
1991:2	Mineralmarknaden, juni 1991 (Tema Kvicksilver)	2003:1	Bergverksstatistik 2002
1991:3	Bergverksstatistik 1990	2003:2	Mineralmarknaden, juni 2003 (Tema Indium, gallium & germanium)
1991:4	Järnmalsmsrevy 1989-1990	2003:3	Mineralmarknaden, september 2003 (Tema Uran)
1991:5	Mineralmarknaden, september 1991 (Tema Tenn)	2003:4	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2002
1991:6	Grus och sand m m. Produktion och tillgångar 1990	2003:5	Mineralmarknaden, december 2003 (Tema Koppar)
1992:1	Mineralmarknaden, februari 1992 (Tema Kobolt)	2004:1	Bergverksstatistik 2003
1992:2	Järnmalsmsrevy 1991	2004:2	Mineralmarknaden, juni 2004
1992:3	Mineralmarknaden, juni 1992 (Tema Mangan)	2004:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2003
1992:4	Bergverksstatistik 1991	2004:4	Mineralmarknaden, oktober 2004
1992:5	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1991	2004:5	Mineralmarknaden, december 2004 (Tema Zink)
1992:6	Mineralmarknaden, december 1992 (Tema Industrimineral)	2005:1	Mineralmarknaden, april 2005 (Tema Aluminium)
1993:1	Mineralmarknaden, maj 1993 (Tema Zink)	2005:2	Bergverksstatistik 2004
1993:2	Järnmalsmsrevy 1992	2005:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2004
1993:3	Mineralmarknaden, november 1993 (Tema Nickel)	2005:4	Mineralmarknaden, oktober 2005 (Tema Arsenik)
1994:1	Mineralmarknaden, mars 1994 (Tema Molybden)	2006:1	Mineralmarknaden, maj 2006 (Tema Bly)
1994:2	Järnmalsmsrevy 1993	2006:2	Bergverksstatistik 2005
1994:3	Bergverksstatistik 1992	2006:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2005
1994:4	Mineralmarknaden, juni 1994 (Tema Koppar)	2006:4	Mineralmarknaden, dec 2006 (Tema Niob och tantal)
1994:5	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1992	2007:1	Mineralmarknaden, april 2007 (Tema Nickel)
1994:6	Bergverksstatistik 1993	2007:2	Bergverksstatistik 2006
1994:7	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1993	2008:1	Mineralmarknaden, mars 2008 (Tema Wolfram)
1994:8	Mineralmarknaden, december 1994 (Tema Aluminium)	2008:2	Bergverksstatistik 2007
1995:1	Mineralmarknaden, mars 1995 (Tema Zirkonium)	2008:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2007
1995:2	Bergverksstatistik 1994	2008:4	Mineralmarknaden, december 2008 (Tema: Molybden)
1995:3	Järnmalsmsrevy 1994	2009:1	Bergverksstatistik 2008
1995:4	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1994	2009:2	Mineralmarknaden, juni 2009 (Tema Litium)
1995:5	Mineralmarknaden, oktober 1995 (Tema Bly)	2009:3	Grus, sand och krossberg. Produktion och tillgångar 2008
1995:6	Mineralmarknaden, december 1995 (Tema Selen och Tellur)	2009:4	Mineralmarknaden, december 2009 (Tema Guld)
1996:1	Mineralmarknaden, mars 1996 (Tema Diamanter)	2010:1	Bergverksstatistik 2009
1996:2	Bergverksstatistik 1995	2010:2	Grus, sand och krossberg 2009
1996:3	Grus, sand och industrimineral. Produktion och tillgångar 1995		
1996:4	Mineralmarknaden, juni 1996 (Tema Diamanter del II)		

SGUs periodiska publikationer kan rekvireras från Lars Norlin på direkttelefon 018-1793 55 (fax 018-1792 10) eller via SGUs kundtjänst, tel: 018-179200.



Sveriges geologiska undersökning www.sgu.se

Huvudkontor:
Villavägen 18
Box 670
751 28 Uppsala
018-17 90 00

Filialkontor:
Guldhedsgatan 5A
413 20 Göteborg
018-17 90 00

Slaggatan 13
791 71 Falun
023-255 05

Varvsgatan 41
972 32 Luleå
0920-23 79 00
mineinspect@bergsstaten.se

Kiliansgatan 10
223 50 Lund
018-17 90 00

Skolgatan 11
930 70 Malå
0953-346 00
minko@sgu.se

Blekholmstorget 30, uppgång F
111 64 Stockholm
018-17 90 00