



# Mineralmarknaden



**Tema: Platinametallerna**

# MINERALMARKNADEN

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	KORT OM KONJUNKTURLÄGET M M .....	4
2	METALLMARKNADEN ÖVERSIKTLIGT .....	6
2.1	Platinametallerna .....	6
2.2	Guld .....	8
2.3	Silver .....	10
2.4	Koppar .....	12
2.5	Bly .....	14
2.6	Zink .....	18
2.7	Aluminium .....	22
2.8	Tenn .....	25
2.9	Nickel .....	28
2.10	Järnmalm .....	32
2.11	Stål .....	34
3	SVERIGE .....	38
4	TEMA PLATINAMETALLERNA .....	40
4.1	Historia .....	40
4.2	Egenskaper .....	40
4.3	Användning .....	42
4.4	Tillgångar .....	44
4.4.1	Förekomster och förekomstsätt .....	44
4.4.2	Malmreserver i världen .....	46
4.4.3	Svenska tillgångar .....	47
4.4.4	Företag och gruvor .....	48
4.5	Produktionsteknik .....	48
4.6	Produktion och tillförsel .....	49
4.6.1	Produktionsutveckling .....	49
4.6.2	Produktionsstruktur .....	50
4.6.3	Platina .....	50
4.6.4	Palladium .....	52
4.6.5	Rodium .....	52
4.6.6	Övriga platinametaller .....	52
4.6.7	Utvecklingstendenser för tillförsel .....	52
4.7	Efterfrågan .....	55
4.7.1	Platina .....	55
4.7.2	Palladium .....	58
4.7.3	Rodium .....	60
4.7.4	Bilindustrin .....	60
4.7.5	Rutenium .....	61
4.7.6	Iridium .....	61
4.7.7	Osmium .....	61
4.8	Marknadsbalans .....	61
4.9	Handel .....	62
4.9.1	Sveriges handel med platinametaller .....	63
4.10	Priser .....	64
	TABELLER .....	67
	FÖRKORTNINGAR OCH MÅTTENHETER .....	69

## 4 TEMA PLATINAMETALLERNA

Platinametallerna har tidigare behandlats som tema av SGU i publikationen ”Mineralmarknaden” (SGU PM 1986:2 och 1989:1) och därefter har regelbunden rapportering skett över marknadsutvecklingen alltsedan dess i ”Mineralmarknaden”. Underlaget för denna rapport kommer delvis från de äldre rapporterna, delvis från företagens årsrapporter, facktidsskrifter och då i synnerhet. Johnson Mattheys Platinum 2001, samt hemsidor hos ett antal organisationer. Bland de senare kan särskilt nämnas US Geological Survey (USGS) och Natural Resources Canada (NRC). Därutöver har information erhållits via telefonsamtal och visst informationsmaterial från ett stort antal enskilda och företag.

### 4.1 HISTORIA

Platinametallerna har varit kända länge. I ett skrin från 700-talet före Kristi födelse som påträffats i Tebe i Egypten finns på ena sidan en hieroglyf av platinametaller bland hieroglyfer som i övrigt är gjorda av silver. Det är tydligt att man redan då kunde använda platinametallerna, men det är tveksamt om man visste att det var något annat än silver. För mer än tusen år sedan kunde dock indianerna i dagens Ecuador göra hantverksarbeten i platinalegeringar. De tillämpade en primitiv pulvermetallurgi för att åstadkomma sina legeringar.

Spanjorerna kom i kontakt med platina på 1690-talet under sin jakt på guld i Sydamerika. De kallade metallen ”Platina del Pinto” – det lilla silvret från Pinto (efter en mindre flod som numera inte längre bär detta namn). Platina synes ha förts till Europa först under 1740-talet och hamnat i London, Paris och Stockholm där intensiv forskning bedrevs.

Svensken Henrik Theophil Scheffer (vid Bergskollegium) var den förste som lyckades smälta platina (med en liten tillsats av arsenik). Han betraktade också platina som en helt ny metall, den sjunde.

Palladium och rodium upptäcktes åren 1802–1804 av engelsmannen William Hyde Wollaston. Namnet palladium gavs efter namnet på den strax dessförinnan upptäckta planeten Pallas. Rodium har rosafärgade saltlösningar och namnet kommer från grekiskans ord för ros.

Ungefär samtidigt upptäckte Smithson Tennant i England ytterligare två av metallerna som kallades osmium efter grekiskans ord för lukt (tetroxiden har stark lukt) och iridium efter grekiskans ord för regnbåge (föreningarna uppvisar många olika färger). Den sjätte platinametallen upptäcktes i Ryssland år 1845 av Karl Karlovich Klaus och fick namnet rutenium efter det nylatinska namnet på Ryssland (Rutenia).

## 4.2 EGENSKAPER

Platinametallerna eller platinagruppens metaller (PGM) är sex grundämnen som står varandra nära i det periodiska systemet. Deras släktskap är också tydligt av att de nästan alltid förekommer tillsammans.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une									
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Egenskaperna är likartade, särskilt om man delar in dem i två grupper – tunga (Pt, Ir, Os) och lättare (Pd, Rh, Ru). De tunga har tätheter omkring 21–22 g/cm<sup>3</sup> och de lätta tätheter är omkring 12 g/cm<sup>3</sup>.

	Platina	Iridium	Osmium	Palladium	Rodium	Rutenium
Kemisk symbol	Pt	Ir	Os	Pd	Rh	Ru
Atomnummer	78	77	76	46	45	44
Atomvikt	195,1	192,2	190,2	106,4	102,9	101,1
Täthet	21,45	22,65	22,61	12,02	12,41	12,45
Smältpunkt °C	1769	2443	3050	1554	1960	2310
elektrisk resistivitet vid 0°C	9,85	4,71	8,12	9,93	4,33	6,80
mikroohm, cm						
värmeledning	73	148	87	76	150	105
watt/meter °C						

Platinametallerna är ädelmetaller och har således stor motståndskraft mot korrosion och oxidation. De påverkas praktiskt taget inte av de flesta syror och alkalier. De har även hög smältpunkt och duktilitet<sup>1</sup>.

Rutenium är silvervit, spröd och lätt pulvrerbar. Vissa föreningar är giftiga. Den används sällan olegerad.

Rodium är silvervit, kan lätt formas plastiskt, och har god katalytisk förmåga.

Palladium är vitgrå till silvervit, och är den mest lättsmälta och mjukaste av platinametallerna. Den kan som palladiumsvamp absorbera väte upp till 850 gånger sin egen volym. Palladium utgör därvid katalysator vid hydrering. Den är den minst ädla av platinametallerna, men även den som lättast kan legeras.

Osmium är gråblå, spröd och hård och är tillsammans med iridium det tyngsta grundämnet av alla. Den är mest svårsmält och den mest sällsynta. Vissa föreningar är giftiga.

Iridium är silvervit med dragning mot gult. Den är spröd och mest korrosionsresistent av alla metaller. Rent iridium används mest i deglar som används vid smältning av vissa legeringar över 2000°C.

<sup>1</sup> Duktilitet är ett mått på ett materials förmåga att utsättas för plastisk deformation utan sprickbildning

Platina är grå till silvervit, något mörkare än silver. Den är mjuk och kan lätt kallbearbetas utan att bli spröd. Platina i finfördelad form kan liksom palladium binda stora mängder väte. Längdutvidgningen vid upphettning är mycket liten. Den elektriska resistensen är relativt hög.

### 4.3 ANVÄNDNING

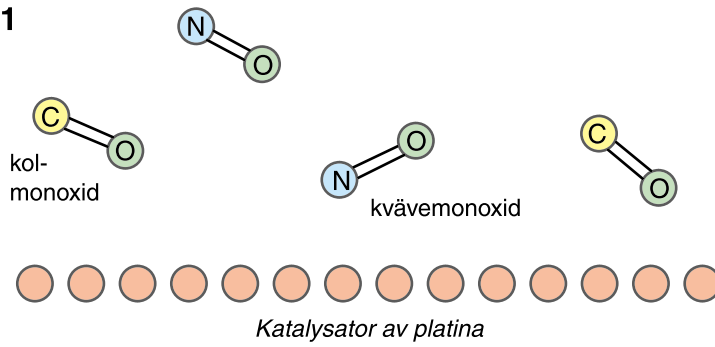
Användningen av platinametallerna kan i hög grad knytas till deras olika egenskaper. Som ädelmetaller och därmed praktiskt taget oförstörbara under normala förhållanden används de för investeringsändamål och i smycken. Det är främst i Japan som platinasmycken är mycket populära. Även i Kina ökar denna användning. I Europa och Amerika dominerar guld över platina. Palladium och rodium förekommer också inom smykestillverkning ofta legerade med andra metaller. Det är även platinametallernas resistens mot kemiska angrepp som gör dem lämpliga att ingå i legeringar som används inom bl.a. tandvård och sjukvård.

Platinametallerna har katalytiska egenskaper vilket utnyttjas i en mängd industriella användningsområden. Mest känd är säkerligen användningen i bilarnas avgasreningssystem där platina, palladium och rodium används för att få till stånd oxidation (se figur på s. 43). Men katalytiska användningsområden förekommer i stor omfattning även inom industrin, särskilt den kemiska och petrokemiska. Platinakatalysatorer i form av nät används bl.a. vid tillverkning av kväveoxider, som utgör utgångsmaterial för gödselmedel, sprängmedel och salpetersyra. Också i den organiska kemin har katalysatorer av platinametaller blivit allt vanligare. Inom petrokemisk industri används platina i raffinering av råolja, reformering och andra processer för framställning av högoktanig bensin.

Den höga smältpunkten tillsammans med stort motstånd mot kemiska angrepp gör platinametallerna lämpliga att använda inom glasindustrin, där de används som dysor vid glasfibrertillverkning och i vannor med smält glas. Vanligt förekommande på kemiska laboratorier är bl.a. platinadeglar, elektroder och temperaturgivare. Platinametallernas elektriska ledningsförmåga utnyttjas inom elektronisk industri. Palladium används i flerskiktskondensatorer och kan liksom platina förekomma på kontaktytor i elektroniska kretsar. Platina utnyttjas även som beläggning på hårddiskar till datorer. Även iridium kan komma att få användning i den nya generationen av skivor som kan lagra mycket stora datamängder.

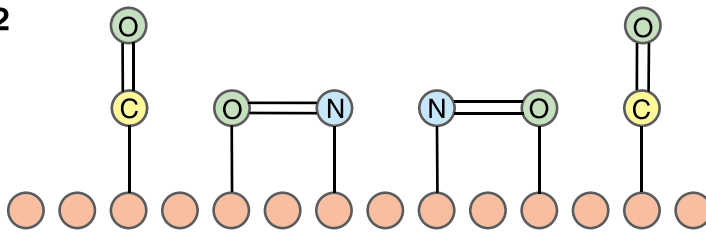
## PRINCIPEN FÖR AVGASRENING MED KATALYSATOR

1



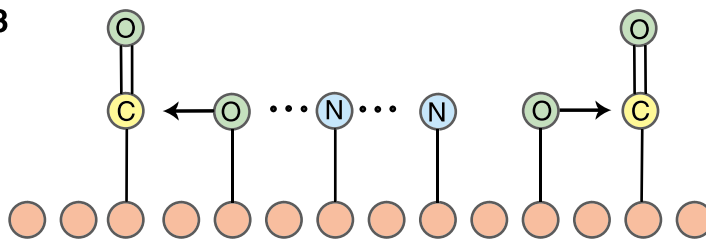
Avgaser passerar genom katalysatoraggregatet

2



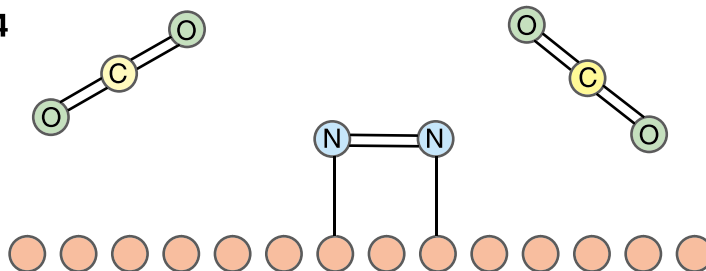
Gaserna adsorberas på katalysatorns yta

3



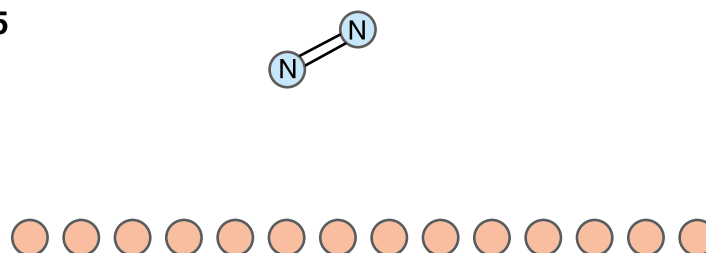
Kväveoxidmolekylen spricker

4



Koldioxid ger sig iväg

5



Kvävgas lämnar ytan

Katalysatorn är däremot kvar, den har inte förbrukats!

## 4.4 TILLGÅNGAR

### 4.4.1 Förekomster och förekomstsätt

Ekonomiska förekomster av platinagruppens metaller är i huvudsak begränsade till stora, mestadels lagrade intrusioner som bildats genom långsamt svalnande av basaltisk magma i jättelika kammare på åtskilliga kilometers djup i jordskorpan. Olika mineral kristalliserar vid olika temperaturer och ackumulerar som lager från basen och uppåt. De första silikatmineralen som kristalliserade och fälldes ut är rika på magnesium och järn, medan kalcium-, aluminium och natriumrika silikat kristalliserar senare, vid lägre temperaturer. Denna förändring i sammansättning kallas för fraktionering. Upprepad tillförsel av magma till kammaren (analogt med periodiska vulkaniska eruptioner) under avkylningsprocessen leder till upprepning av vissa sekvenser av dessa mineral som benämns cykliska enheter. Mineraliseringar av platinagruppens metaller är knutna till vissa stratigrafiska lager, vanligen vid basen av cykliska enheter.

Världens största kända lagrade intrusion är **Bushveldkomplexet** i Sydafrika som beräknas innehålla 75 procent av alla platinareserver och 40 procent av alla palladiumreserver i världen. Bushveldkomplexets många lager bildar en packe som är upp till 8 kilometer tjock och med lateral utbredning över 65 000 km<sup>2</sup>. Hela sekvensen kan delas upp i fyra zoner baserat på vanlig mineralogi – från botten mot toppen: Lower, Critical, Main och Upper Zones. Lagren rika på platinagruppens metaller finns i den översta delen av den s.k. kritiska zonen, ca 3 km upp från botten av intrusionen. Här i "Upper Group" finns de två platina-palladiummalmen kallade Merensky Reef och Upper Group 2 (UG 2) chromitite som alltid påträffas varhelst den översta delen av den kritiska zonen är blottad i de östra och västra skänklarna av komplexet. Merensky Reef har kunnat följas 300 km. UG 2 chromitite (ett kromitrikt lager) påträffas 20 till 400 meter stratigrafiskt under Merensky Reef.

De båda malmen är trots den enorma laterala utbredningen oftast inte tjockare än 80 cm vardera, den rikaste delen endast 10 cm tjock. Malmen i Merensky Reef sitter typiskt i pegmatitisk pyroxenit med smala kromitlager i kontakterna mot underliggande anortosit och överliggande fältspatförande pyroxenit. Halterna av PGM varierar mellan 4 och 6 ppm och uppgår i den rikare delen till 13 ppm. De viktigaste malmmineralen är cooperit (PtS), braggite [(Pt, Pd)NiS], sperrylit (PtAs<sub>2</sub>) och PGM-legeringar. De är oftast associerade med sulfiderna magnetkis, pentlandit och kopparkis som tillsammans kan utgöra ca 3 procent av bergartens volym.

UG 2 består till mellan 60 procent och 90 procent av kromit samt av pyroxen och plagioklas. PGM varierar mellan 4 och 7 ppm och kan i den rika delen uppgå till 18 ppm. Förutom de nämnda malmmineralen ovan förekommer här laurit (RuOsIr sulfid) samt en icke namngiven PtRhCuS.

I den norra skänkeln av komplexet saknas de cykliska enheterna i den kritiska zonen, Critical Zone. Platinamineralisering påträffas istället längs den basala kontakten för komplexet, i en mycket tjockare zon än i Merensky Reef (ofta ca 20 meter) och överlagras av gabbronoriter tillhörande Main Zone. Detta malmlager går under beteckningen Platreef och utgörs omväxlande av pyroxenit och xenolither av hornfelsomvandlade sedimentära bergarter. Fördelning och halter av PGM är mycket oregelbundna och överstiger oftast inte 4 ppm. Malmmineral

utgörs av PGM-tellurider, platinaarsenider och platinasulfider, och de vanliga sulfiderna är magnetkis, pentlandit, kopparkis och pyrit.

Övriga intrusioner av betydelse för produktion av platinagruppens metaller är Norilsk/Talnakh i Ryssland, Great Dyke i Zimbabwe, Stillwater i USA och Sudbury i Kanada.

**Norilsk/Talnakh**, beläget i nordvästra hörnet av den Sibiriska plattformen, omfattar framför allt stora koncentrationer av nickel- och kopparsulfider. I dessa finns ett flertal gruvor som tillsammans ger världens största produktion av palladium och näst största av platina. Mineraliseringarna är associerade med en grupp av ultramafiska till mafiska intrusioner som anses belägna i tillförselkanalerna till de platåbasalter som extruderade i sen permisk eller tidig triasisk tid. Intrusionerna utgörs dels av ett par centrala och elongerade huvudkroppar som är 100–300 meter tjocka och upp till 7 km långa, dels av perifera lagergångar eller apofyser som är 10–30 meter tjocka och kan utbreda sig 10 km från huvudkroppen. Endast den intrusionstyp som är kromrik och väl differentierad med pikritiska, olivinrika och olivinfattiga lager och inkluderar leucogabbro, innehåller signifikanta mängder av sulfider och är malmförande med 1 ppm platina och 2,7 ppm palladium. Massiva sulfidmalmer under och över huvudkroppen anses ha bildats genom att het magma assimilerat svavel från sidoberget varvid bildats en sulfidsmälta som successivt anrikat malmmineralen.

Den noritiska gabbrointrusionen i **Sudbury**, Kanada, har länge varit platsen för den största brytningen av nickel i världen. Trots den måttliga halten av ca 1 ppm platina och palladium som åtföljer nickel-koppar-sulfiderna står Sudbury för den tredje största produktion av PGM i världen på grund av det enorma tonnaget av nickelmalm som tas ut varje år.

Det fjärde största produktionsområdet av PGM finns vid den lagrade intrusionen i **Stillwater**, (USA) som har avsevärda morfologiska, litologiska, mineralogiska och kemiska likheter med Bushveld. Komplexet avsattes för ca 2 700 miljoner år sedan i en stabil arkeisk kraton. Det är nu blottat på en sträcka av 48 km och tjockleken är ca 6–7 km. Sekvensen består av en basal zon av kontaminerade sulfidförande noriter och bronzititer, en ultramafisk zon inkluderande chromititer och en övre bandad zon av lagrade och massiva gabbror, noriter och anortositer, innehållande fem subzoner av mellanlagrande troctoliter och anortositer. Basen för den bandade zonen markeras genom det första uppträdandet av kumulus plagioklas.

Mineralisering av PGM är associerad med det s.k. J–M Reef beläget ca 2 000 meter ovanför den basala kontakten i den lägre delen av den bandade zonen. Det sulfidförande lagret (the "reef") är mellan en och tre meter tjockt, innehållande upp till 2 procent disseminerade sulfider bestående av kopparkis, magnetkis och pentlandit. Det övertvåras stratigrafiskt och hyses varierande av troctolit, anortosit, peridotit och norit. Halten platina är 4,25 ppm och palladium 14,89 ppm. Grubrytningen startade år 1987.

**Great Dyke** i Zimbabwe är en lagrad intrusion med lineär form. Den sträcker sig 550 km i nordnordostlig riktning, med en maximal bredd på 11 km, och skär över arkeiska graniter och grönstensbälten i Zimbabwe-kratonen. Intrusionen indelas i fem lagrade ultramafiska-mafiska komplex, varvid varje komplex uppdelas stratigrafiskt i en lägre ultramafisk sekvens av dunit, harzburgiter, olivinbronzititer och pyroxeniter, tillsammans med tunna lager av chromitit i basen till cykliska enheter. Dessutom finns en övre mafisk sekvens huvudsakligen bestående av olika plagioklasrika bergarter (noriter, gabbro-noriter, olivingabbror).



Ekonomiska koncentrationer av PGM, nickel och koppar påträffas några meter nedanför övergången från den ultramafiska till den mafiska sekvensen i den s.k. "Main Sulfide Zone" (MSZ), flera meter tjock i en pyroxenitisk värdbergart. Halterna är 2,3 ppm platina och 1,5 ppm palladium. Malmproduktionen är än så länge begränsad, men den stora potentialen i Great Dyke väntas medföra en kraftig produktionsökning inom en snar framtid.

Små mängder av platinagruppens mineral utvinns från andra typer av förekomster såsom vaskavlagringar ('placer') i Colombia och Ryssland (omfattningen svårbedömd) samt hydrotermalbildningar i Australien (Coronation Hill), Polen (Kupferschiefer), m.fl.

Höga priser, osäkra leveranser och förväntade nya tekniska användningsområden för platinagruppens metaller har medfört intensifierad prospektering efter nya fyndigheter världen över. I Canada undersöks bl a två mycket lovande förekomster med stor potential. Den ena är intrusionen i **Muskox**, en lagrad intrusion av enorma mått som kanske endast överträffas av Bushveld. Den trattformade lagrade mafiska-ultramafiska intrusionen är blottad 50 km i strykningsriktningen och uppnår en bredd av 11 km. Höga halter av palladium, platina, guld, koppar och nickel har analyserats utmed hela den blottade längden. Intrusionen fortsätter mot söder ca 75 km som en vertikal gång med bredd mellan 150 meter och 500 meter. Flygmagnetiska och gravimetriska undersökningar visar att den dessutom troligen fortsätter ytterligare 250 km mot norr, in under bergarterna i taket och yngre bergarter i ytan. Området karaktäriseras dessutom genom upp till 5 km tjocka platåbasalter och enorma svärmar av diabasgångar varför detta får betraktas som en av världens viktigaste provinser för proterozoisk magmatism (1 267–1 270 miljoner år). Den andra förekomsten är komplexet **Lac des Iles** i Superior Province på den kanadensiska skölden, en mafisk till ultramafisk intrusion med nära cirkulärt snitt och diameter på 30 km. Flera goda mineraliseringar undersöks, bl.a. med avrymningar och pilotförsök i dagbrott utöver den dagbrottsgruva som redan bryts i området. Mineraliseringen i Roby zone är belägen i en brecciazon som är en kilometer lång, 815 meter bred och åtminstone 650 meter djup, med platinagruppens metaller associerade med pyroxenit, gabbonorit och gabbro som har infiltrerats och breccierats av Cu-Ni-PGM-förande melanogabbro med åtföljande talrika gabbropegmatiter. Halten av sulfider (magnetkis, kopparkis, pyrit och pentlandit) kan uppgå till 5 procent. Platinagruppens mineral utgörs av vysotskit (Pd, Ni)S, isomerticit Pd<sub>11</sub>Sb<sub>2</sub>, kotulskit Pd(Te,Bi), sperrylit PtAs<sub>2</sub>, merenskyit PdTe<sub>2</sub> och palladiumarsenid.

#### **4.4.2 Malmreserver i världen**

Vad som definieras som malmreserver är en fråga om geologisk förekomst av ett mineral, men också om ekonomin i att utvinna något ur mineralet, vilket betyder att metallpris och teknik för utvinning är faktorer som påverkar storleken av reserverna. De legala möjligheterna att få möjlighet att utvinna mineralfyndigheter påverkar också storleken på reserverna. Självfallet påverkas storleken på reserverna av prospekteringsaktiviteten i världen. Om ingen prospektering görs hittas inga mer fyndigheter och de kända utökas inte. Reserver utgör de mineraltillgångar som är kända och som är legalt, tekniskt och ekonomiskt brytvärda. Eftersom priset på särskilt platinametallerna varierar en hel del över tiden finns det anledning att ha marginal för reservuppskattningarna. Det sker hos US Geological Survey genom att begreppet "reserve base" används, vilket är en något större mängd än de strikta reserverna. Där så är möjligt använder SGU också dessa värden (reservbas)

## RESERVER AV PLATINAMETALLER (ton)

	Reserver	Reservbas
Sydafrika	63 000	70 000
Ryssland	6 200	6 600
Canada	310	390
USA	800	890
Andra länder	700	850
	71 000	79 000

Källa: US Geological Survey

De totala reserverna som för närvarande är eller potentiellt kan bli ekonomiska uppskattas innehålla över 100 tusen ton platinametaller. Detta värde torde komma att öka när den ökade satsningen på prospektering efter platinametaller, som inleddes med de stigande palladiumpriserna under de senaste åren, börjar ge resultat.

Av tabellen ovan framgår att de största kända reserverna i världen finns i Sydafrika. Där är de koncentrerade till Bushveldkomplexet, ett område i nordöstra delen av landet som utgörs av lagrade intrusiva ultramatiska bergarter. Dessa malmer är platinadominanta. De ryska reserverna finns främst i Norilskområdet där de stora nickelmalmerna i Norilsk och Talnakh innehåller platinametaller där palladium dominerar. I Ryssland finns även platinametaller i sandavlagringar i östra Sibirien.

Reserverna i Canada finns dels i nickelmalmerna i främst Sudburyområdet i Ontario och dels i Lac des Iles som ligger i södra Canada nordväst om Övre sjön. En nyligen genomförd beräkning av malmreserverna vid den sistnämnda gruvan visar på 96,2 miljoner ton malm med 1,55 g palladium per ton malm och 0,17 g platina per ton malm. Det innebär att de kända reserverna nu innehåller 149 ton palladium och 16 ton platina. Malmen innehåller dessutom guld, koppar och nickel. USAs reserver finns i Stillwater i Montan. De totala reserverna (påvisade och sannolika) i Stillwater är beräknade till över 36 miljoner ton med 22 g platinametaller per ton. Förhållandet palladium – platina anges till 3,3 till 1. Reserverna i andra länder utgörs främst av området "The Great Dyke" i Zimbabwe,

### 4.4.3 Svenska tillgångar

Några reserver av platinametaller är inte kända i Sverige. Prospektering efter nickel har förekommit under 1970- och 80-talet särskilt i statens regi. Några brytvärda nickelmalmer upptäcktes inte. De få prover på platinametaller som undersöktes visade på låga halter. Det var mestadels meterbreda mineraliseringar med en eller ett par gram per ton med platinagruppens metaller och guld. De mest kända är de i den differentierade multipla lagergången i Römyrberget öster om Vindeln och i den ultramafiska linsen i Njuggträskliden söder om Norsjö. På senare tid har emellertid intresset ökat för dessa metaller och prospektering har påbörjats bl.a. vid Bottenbäcken vid Storsjökapell i Härjedalen. Det är en fyndighet som tidigare undersöktes i NSGs regi av SGU/SGAB.

Under 1980-talet inventerades landet på lagrade intrusioner i regi av NSG och SGAB varvid ca 80 lagrade mafiska-ultramafiska intrusioner identifierades. Knappt 10 procent av dessa visade sig vid analyser ha förhöjda halter av platinagruppens metaller och föranledde ytterligare undersökningar bl.a. med borrhning. Riktigt positiva resultat som föranlett vidare satsning har dock inte erhållits hittills. De viktigaste objekten har varit intrusionerna i *Kukkola*

nära finska gränsen, *Notträsk* nära Boden, *Näsberg* vid Byskeälven i nordligaste Västerbotten, *Hoting* i Ångermanland, *Kläppsjö* öster om Junsele och *Flinten* vid Svärdsjö.

#### 4.4.4 Företag och gruvor

I Sydafrika är det tre större företag som dominerar platinautvinningen. Det är Anglo Platinum (Amplats), Impala och Lonmin. Amplats äger och driver de företag som tidigare fanns inom Rustenburgsfären. Lonmin är ett engelskt företag som tidigare hette Lonrho.

Amplats bedriver gruvdrift i Rustenburg, Potgietersrust, Lebowa, Union, Amandelbult och Bafokeng Rasimone. Impala har gruvor vid Impala, Rustenburgområdet, och i Crocodile River som startade under december år 2000. Den ägs av Barplats (som ägs till 85 procent av Impala). Lonmin har gruvor i Western Plats och i Eastern Plats. I den senare ingår även Karee.

Bland de mindre gruvföretagen finns Northam med sin gruva i Northam. Företaget ägs till 22,5 procent av Anglo Platinum. Aquarius Platinum äger 86 procent i Kroondalsgruvan, som likhet med de övriga ligger i Bushveldområdet.

I Ryssland äger Norilsk Nickel nickelgruvor i Norilsk och Talnakh. En stor del av intäkterna härrör från platinametaller. Stillwatergruvan i Montana i USA ägs av Stillwater Mining. I Canada ägs Lac des Ilesgruvan av North American Palladium. Nickelgruvorna i Sudburyområdet som producerar palladium och platina som biprodukter ägs av INCO och Falconbridge. Mimosagruvan i Zimbabwe ägs av Zimasco.

## 4.5 PRODUKTIONSTEKNIK

Malm bryts i gruvor under jord eller i dagbrott. Den fraktas till krossverk och mals därpå till en sådan storlek att de enskilda mineralkornen blir frilagda. Eftersom platinametallerna vanligtvis förekommer tillsammans med nickelförande sulfidmineral, är det dessa sulfidmineral som man skiljer från det ofyndiga berget i en anrikningsprocess. Det sker med flotation, som innebär att mineralpartiklarna som finns i vattensuspension, fås att fastna i ett skum som kan skummas av från ytan. Skummet bildas genom att luft blåses in i botten på tankarna med suspensionen och att små mängder av organiska oljor tillsätts, ungefär som när man gör såpbubblor. De koncentrerade mineralpartiklarna som fås genom att upprepa proceduren flera gånger kallas för slig. Sligen torkas och sänds till smältning.

När platinametallerna förekommer som metall t.ex. i tungsand (s.k. alluviala fyndigheter) är kornen vanligen så små att de inte behöver malas ned ytterligare för att frigöra malmmineralen. Tungsand anrikas i någon form av gravimetrisk anrikning där de tyngre kornen skiljs från de lättare. En klassisk apparat för att åstadkomma detta är skakbordet, som använts flitigt i Sverige för järnmalmsanrikning, i synnerhet när det gäller blodsten. Skakbordet utför en fram- och återgående rörelse i längdriktningen, medan mineralkornen förs på i ena övre hörnet och vatten sköljer över bordet från den övre långsidan. De lättare mineralkornen sköljs av vattnet över de längsgående ribborna mot den lägre långsidan, medan de tyngre malmkornen sjunker ner mellan ribborna och förs med de fram och återgående rörelserna mot kortsidan där de samlas upp i en ränna.

Smältning sker i elektrougnar vid 1350–1600°C. Den produkt som då erhålles kallas skärsten och innehåller förutom ädelmetaller vanligen nickel, koppar, kobolt, järn och svavel. Smältan behandlas i en konverter där luft blåses in för att få bort järn och svavel. Den erhållna skärstenen kyls sakta varvid olika faser uppstår och platinametallerna ansamlas i en förhållandevis liten volym med en magnetisk nickel-koppar-järnlegering.

Skärstenen krossas och mals varefter den lakas i flera steg. I de första avskiljs nickel, koppar och eventuellt förekommande kobolt. Ädelmetallerna utvinns sedan en i taget med vätskevätskeextraktion (VVX) där de erhålles som salter. Ur dessa kan sedan ren metall framställas. Processen kallas raffinering eller affinering. De olika metallerna kan sedan bearbetas till de former som kunderna önskar såsom tackor, plåt, tråd etc.

Kostnaderna för de olika stegen fördelar sig i Sydafrika enligt följande:

Gruvbrytning	72 %
Anrikning	10 %
Smältning	9 %
Raffinering	9 %

Utbytena varierar efter hur platinametallerna är bundna och vilken teknik som finns tillgänglig vid varje enskild anläggning. I Norilsk är utbytet ca 76 procent för palladium, 80 procent för platina, medan utbytet av nickel är 75 procent.

## 4.6 PRODUKTION OCH TILLFÖRSEL

### 4.6.1 Produktionsutveckling

Platina kom under 1700-talets senare del från Sydamerika till Europa. Det var emellertid i ganska små mängder. Det var först när man omkring 1820 upptäckte nästan rent platina i Ural, nära nuvarande Sverdlovsk, som större mängder blev tillgängliga. Produktionen från fyndigheterna i Ural dominerade marknaden under ca 100 år. Den högsta produktionen (3,7) ton uppnåddes under 1843. En bidragande orsak till den höga produktionen under 1830- och 40-talet var att platina användes i mynttillverkning i Ryssland. Det var 3-, 6- och 12 rubelmynt som präglades. Totalt användes 15 ton platina för detta ändamål under en 18-årsperiod. Sammanlagt utvanns i Ural 220 ton platina fram till 1920.

Platina och palladium hittades 1888 i koppar-nickelmalmerna i Sudbury, Ontario i Kanada. Ett raffinaderi uppfördes i Acton i West London som fortfarande drivs av INCO. I detta raffinaderi kunde platinametallerna renframställas ur resterna från MOND-processen. Produktionen var 9,3 ton 1920. Kanada kom därigenom att bli den helt dominerande producenten av platinametaller ända in på 1950-talet.

De Sydafrikanska malmerna upptäcktes på 1920-talet av Hans Merensky, en tyskbördig geolog som under geologiskt arbete i Bushveldområdet påträffade ett omfattande platinaförande lager som sedan fick namn efter sin upptäckare. Rustenburg Platinum Mines (numera Anglo Platinum) bildades 1931. Men det var först på 1950-talet som Sydafrika kunde passera Canada som dominerande producent av platinametaller.

Norilskområdets malmer i dåvarande Sovjetunionen öppnades för brytning 1940 och står nu för ca 90 procent av Rysslands produktion av platinametaller. I världshandeln står Ryssland för ett dominerande inslag i palladiumproduktionen, medan Sydafrika är dominerande vad gäller för platina och rodium.

#### 4.6.2 Produktionsstruktur

Gruvorna i Sydafrika, USA samt Lac des Iles i Canada är alla producenter av huvudsakligen platinametaller, medan gruvorna tillhörande Norilsk i Ryssland samt Falconbridge och INCO i Canada är nickelgruvor med platinametaller (främst palladium) som biprodukter. För Norilsk har dock platinametallerna fått en ökad betydelse när palladiumpriset stigit under senare år. Försäljningsintäkterna kom under 1999 till 40 procent från nickel, 33 procent från ädelmetaller (främst palladium) och 21 procent från koppar.

Malmerna i Norilsk och Talnakh anrikas på plats och sänds sedan till Nickel och Nadeezda för smältning och raffinering. Det palladiumrika botten slammet behandlas i ett PGM-verk där ett PGM-koncentrat framställs som sänds till Krasnojarsk för raffinering. Den metallurgiska anläggningen i Krasnojarsk står för ca 95 procent av alla PGM som framställs i Ryssland. Material till Krasnojarsk erhålls från Norilsk, som ligger 160 mil norrut. Företaget raffinerar även slig på uppdrag från Impala i Sydafrika.

De Sydafrikanska gruvföretagen har numera i huvudsak möjlighet att framställa platinametallerna i anslutning till de egna gruvorna. Anglo har smältverk i Rustenburg och Union och har ett raffineringsverk i Rustenburg. Impala har smältverk i Rustenburg och raffineringsanläggning i Springs nära Johannesburg. Företaget utnyttjar även andra raffinaderier för legoraffinering, bl.a. sänds material till Krasnojarsk. Lonmin har ett smältverk i Mairkana och raffinerar i Brakpan. Northam smälter i Northam och sänder materialet till Tyskland där Hereaus står för raffineringen.

INCO utvinner platinametallerna i sitt raffinaderi i England, medan Falconbridge raffinerar sin skärsten i Kristiansand i Norge och sänder PGM-slammet vidare till USA eller Sydafrika för legoraffinering.

#### 4.6.3 Platina

Platinatillförseln i världen framgår av nedanstående tabell.

PLATINATILLFÖRSEL (ton)

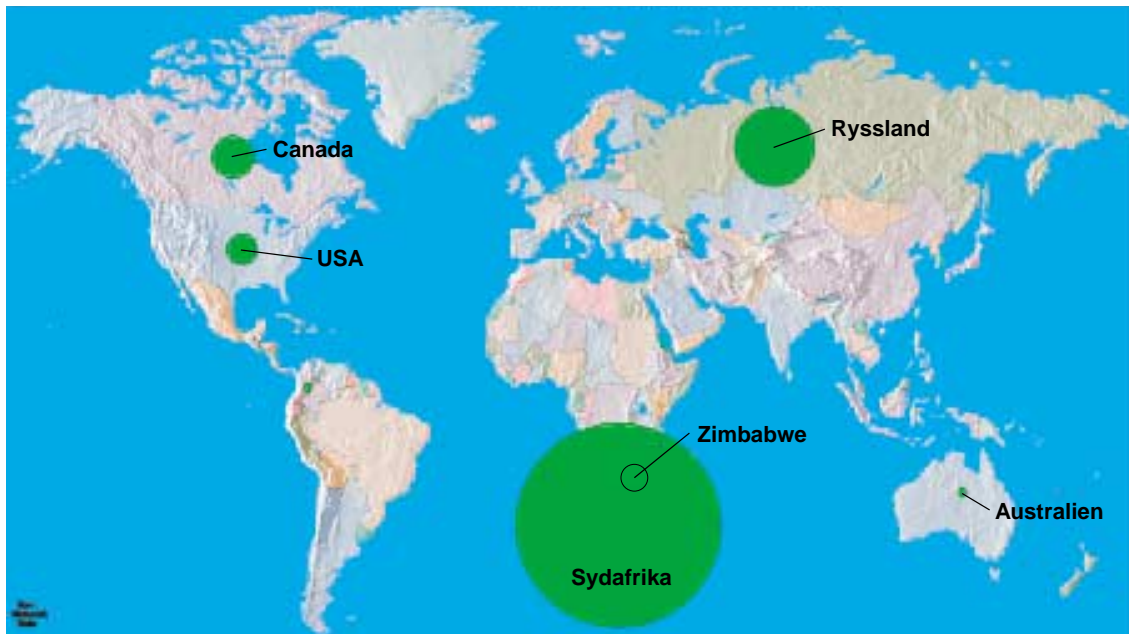
	1998	%	1999	%	2000p	%
Sydafrika	114,4	68	121,3	80	118,2	72
Ryssland	40,4	24	16,8	11	34,2	21
Nordamerika	8,9	5	8,4	6	8,9	5
Övriga	4,2	3	5,0	3	3,3	2
<b>Total tillförsel</b>	<b>167,9</b>		<b>151,5</b>		<b>164,6</b>	

Källa: Johnson Matthey

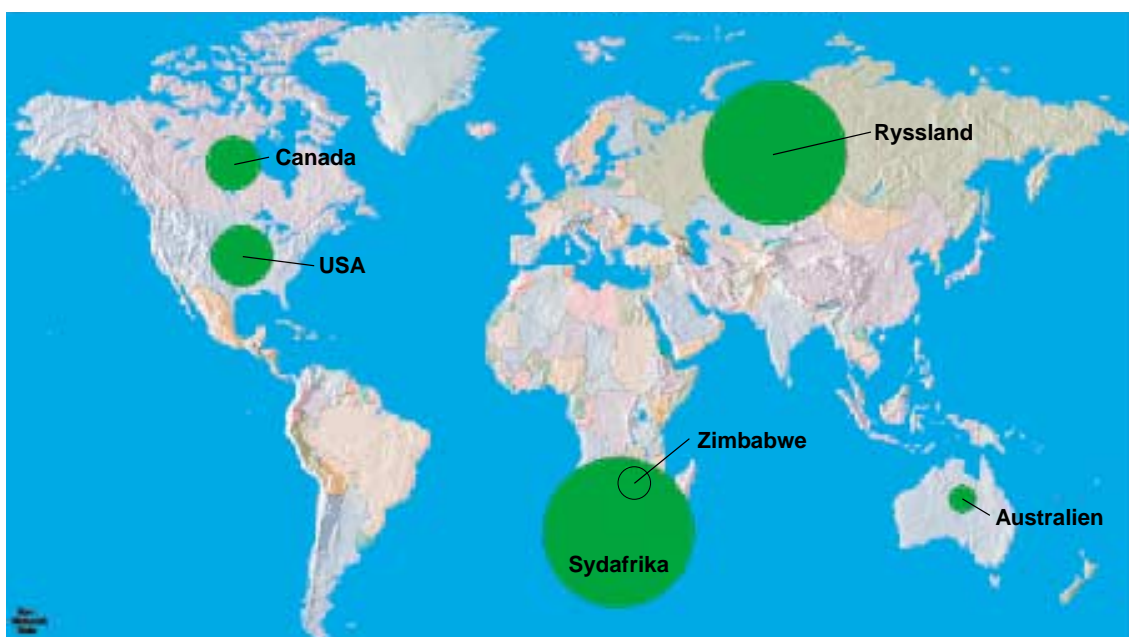
Sydafrika är dominerande då det gäller platinatillförseln i världen. Av tabellen ovan framgår att landet står för ca 120 ton platina per år, vilket innebär ca 70 procent av tillförseln i världen. Den minskade tillförseln från Sydafrika beror på driftsstörningar under året på grund av

häftigt regn och mot slutet av året även en strejk hos Impala. Ryssland ligger närmast med en tillförsel som varierar starkt mellan åren på grund av krångliga regler och statlig styrning av exporten. Under 1999 blev exporten hämmad av en mycket lång väntan på exportlicenser, som måste behandlas av presidenten. Det finns fyra olika organ som säljer platinametaller, varav tre tar sitt material från lager. Detta bidrar till prisstörningar då det skapar osäkerhet på marknaden om de ryska leveranserna fungerar eller ej.

Gruvproduktionen av platina år 2000 fördelad på länder



Gruvproduktionen av palladium år 2000 fördelad på länder



#### 4.6.4 *Palladium*

##### PALLADIUMTILLFÖRSEL (ton)

	1998	%	1999	%	2000p	%
Sydafrika	56,6	22	58,2	23	57,8	24
Ryssland	180,4	69	168,0	67	161,7	67
Nordamerika	20,5	8	19,6	8	19,7	8
Övriga	3,7	1	5,0	2	3,0	1
Total tillförsel	<b>261,2</b>		<b>250,8</b>		<b>242,2</b>	

Källa: Johnson Matthey

Palladiumtillförseln kommer till nära 70 procent från Ryssland, som framgår av ovanstående tabell. Här är förhållandena för de två största länderna ombytta i jämförelse med platina. Sydafrika står här för en knapp fjärdedel av tillförseln. Störningarna i Sydafrika som nämnts för platina gäller självfallet även palladium och alla andra platinametaller. Den sjunkande tillförseln i världen är huvudsakligen beroende på minskad tillförsel från Ryssland.

#### 4.6.5 *Rodium*

##### RODIUMTILLFÖRSEL (ton)

	1998	%	1999	%	2000p	%
Sydafrika	12,4	75	12,8	82	14,2	59
Ryssland	3,4	21	2,0	13	9,0	38
Nordamerika	0,5	3	0,6	4	0,5	3
Övriga	0,1	1	0,2	1	0,1	<1
Summa	<b>16,4</b>		<b>15,6</b>		<b>23,8</b>	

Källa: Johnson Matthey

När det gäller rodiumtillförsel är Sydafrika lika dominant som för platina. Den ryska tillförseln av rodium visar samma mönster över tiden som platina och det är av samma skäl: exportlicenserna har fördröjts så att tillförseln under 1999 blev strypt.

#### 4.6.6 *Övriga platinametaller*

Tillförseln av rutenium, iridium, och osmium är mycket liten i förhållande till platina och palladium. Ruteniumtillförseln är ca 13–14 ton per år, iridiumtillförseln är knappt 4 ton per år. Det är troligen bara Amplats som utvinner osmium i Sydafrika. Det finns bara i Merensky reef och Platreef, men inte i utvinningsbara mängder i UG2. Andelen osmium av totala platinametallerna är 0,8 procent i Merensky och 0,6 procent i Platreef. Med utgångspunkt i att Amplats producerade 58 157 kg PGM under 2000 torde det röra sig om ca 250 kg osmium under året. I övrigt är det bara Krasnojarsk som producerar osmium.

#### 4.6.7 *Utvecklingstendenser för tillförsel*

##### *Nya och pågående projekt*

Amplats och Lonmin kommer att tillsammans anlägga en ny gruva, Pandora, i Sydafrika. Förutsättningarna för samarbetet är att Amplats via sitt helägda dotterbolag Rustenburg Platinum äger mineralrättigheterna till fyndigheten och att Lonmin har en intilliggande gruva

(Eastern Platinum) som kommer att utnyttjas för uppfordring av malmen och för att snabbt kunna komma i läge att kunna bryta malmen. Lonmin bryter UG23-lagret i Eastern och det är samma lager som skall brytas i Pandora. Den nya gruvan beräknas kunna brytas i 30 år och ge drygt 7 ton platina och 3,5 ton palladium. Den nya gruvan förutsätter att ett nytt anrikningsverk bygges som kan ta emot 2,4 miljoner ton malm per år, samt att det befintliga verket bygges ut från 2,4 till 3,8 miljoner ton per år.

Amplats har planer på att öka sin produktion av platinametaller från nära 62 ton platina år 2000 till 109 ton år 2006. Det är en ökning med 75 procent. Pandoraprojektet är en del i denna expansion.

Amplats bedriver gruvdrift i Rustenburg, Union, Amadelbult, Bafokeng-Rasimone, Potgietersrust och Lebowa. De bidrog med 19,6; 9,0; 17,8; 3,6; 6,0 respektive 2,2 ton platina per gruva under år 2000. Totalt bröts drygt 30 miljoner ton under år 2000. Företaget har smältverk i Rustenburg (Wateval) och Union samt planerar ett nytt smältverk på den östra delen av Bushveld.

Impalas produktion av platina var 39 ton under år 2000. Den totala mängden platinametaller för samma period var 74 ton. Företaget drabbades av översvämningar i början av år 2000, då malmen från gruvorna lades på lager i väntan på att anrikningsverken skulle komma i drift efter översvämningarna. Då detta skedde sjönk utbytet när kapaciteten utnyttjades till bristningsgränsen. Företaget har nu lämnat kvar 350 000 ton malm som börjar att anrikas då det nya anrikningsverket för UG2-malm är klart under våren 2001. Det nya verket ökar kapaciteten med 30 procent, dessutom beräknas utbytena bli 5 procent bättre.

Vid Crocodile River påbörjades dagbrottsbrytning i december år 2000. Anrikningsverket kom i drift under januari i år. Det har en kapacitet på 900 000 ton per år.

Vid Kennedy's Vale pågår en lönsamhetsstudie som kommer att vara avgörande för fortsatta åtgärder.

Impala har ingått ett avtal med Aquarius Platinum Ltd. Under detta har Impala sålt sina brytningsrättigheter i Everest South och Chieftains Plain till Aquarius sydafrikanska dotterbolag för en 25,5 procentig ägarandel i detta. Aquarius äger dessutom Marihana projektet som ger 2 650 kg platina årligen. Impala köper enligt avtalet sligen från gruvorna under hela deras livstid.

Impala har köpt det kanadensiska bolaget Platexco och därmed fått rättigheten till fyndigheten Winnaarshoek som ligger vid den östra delen av Bushveldkomplexet. Brytning beräknas påbörjas vid slutet av året och full produktion beräknas uppnås under år 2003. Då kommer den tillförda malmen att innebära en ökning av Impalas produktion med 20 procent, dvs. över 6 ton platina per år.

Impala köper en andel om 30 procent i Zimplats planerade gruva i Ngezi och i den nyligen nedlagda Hartleygruvan. Impala köper också 30 procent i företaget Zimplats från Delta Gold Ltd, ett Australiskt företag. Detta kommer att behålla 21 procent i Zimplats. Resten av aktierna ägs av 2 750 enskilda aktieägare.



Hartleygruvan stängdes i maj 1999 då gruvan inte kunde leverera tillräckligt med malm –180 000 ton per månad till anrikningsverket och smältverket. Hartleyprojektet drevs ursprungligen av BHP och Delta Gold. Delta knoppade av sin andel i projektet under namnet Zimplats, vilket senare tog över BHPs intressen i området. När gruvan lades ner kom infrastrukturen att behållas och det är den som nu kallas Selous.

Ngezi finns i den stora förkastningen (the Great Dyke) ungefär 77 km från Hartley och den metallurgiska anläggningen i Selous som skall ta hand om malmen från Ngezi. Malmen ligger på 20 till 50 meters djup. Årsbrytningen planeras bli 2,2 miljoner ton per år i dagbrott och beräknas pågå i minst 20 år. Den skärsten som produceras i Selous kommer att fraktas till Impalas anläggningar i Sydafrika där metallerna kommer att renframställas.

Stillwatergruvan i USA producerade 2 924 kg platina och 9 798 kg palladium under år 1999. Detta avser innehållet av PGM i slig som levereras till smältverk. Totalt bröts 625 000 ton malm med över 20 g PGM per ton. Företaget har drivit ort från sin existerande gruva för att kunna nå en näraliggande malm, East Boulder. Produktionen i den nya underjordsgruvan beräknas påbörjas under år 2001. När bolaget har nått full kapacitet i de båda sammanbyggda gruvorna kommer 3 000 ton malm att brytas dagligen i Stillwater och 2 000 ton i East Boulder.

### *Prospektering*

I Brasilien pågår prospektering efter platinametaller bl.a. i nordöstra delarna av landet där en geologisk struktur liknande Bushveld med lagrade ultrabasiska intrusioner. Vid fyndigheten Pedra Branca finns ett UG2-liknande kromititlager, som undersöks. PGM-halter överstigande 10 gram per ton har påträffats i flera undersökningsborrhål.

Det prospekteras efter platinametaller även i Finland. Det har länge varit känt att det finns lagrade intrusioner av mafiska bergarter som är av arkeisk ålder. Flera företag prospekterar i landet efter platinametaller däribland Gold Fields och Outokumpu. De fyndigheter som hittills har undersökts visar på ett platina–palladiumförhållande om ungefär 1:4. Någon brytvärd förekomst har ännu inte tillkännagetts.

Impala bedriver ett samarbetsprojekt med Beaver Bay i Duluth, USA för att undersöka en fyndighet i Birch Lake. Hittills har elva hål borrats i en första fas.

Billiton söker platinametaller tillsammans med det kanadensiska bolaget Virginia Gold Mines i Quebec. Hittills visar de analyserade proven på under 2 procent Ni och från 0,4 upp till över 2 ppm PGM. Fyndet ägs av Virginia – Billiton kan få en hälftenandel genom att prospektera för 4,5 miljoner USD under tre och ett halvt år.

Impala Platinum driver ett samarbetsprojekt i River Valley, Ontario, Canada tillsammans med det kanadensiska företaget Mustang. Detta gränsar till det projekt som Amplats bedriver tillsammans med Pacific Northwest Capital Corp.

Falconbridge och Impala Platinum Holdings har skrivit ett femårigt samarbetsavtal för prospektering efter platinametaller. Enligt avtalet kommer Falconbridge att sköta prospekteringen över hela världen och Impala bidrar med pengar redan på ett tidigt stadium, så att

företagen kan dela lika på ägandet. Siktet är inställt på fyndigheter med platinametaller som huvudsaklig värdebärande och inte nickelfyndigheter med platinametaller.

## 4.7 EFTERFRÅGAN

### 4.7.1 Platina

#### EFTERFRÅGAN PÅ PLATINA (ton)

	1998	1999	2000
Katalysatorer	56,0	50,1	57,2
– återvunnet	-12,6	-13,2	-14,6
Juvelerare	75,6	89,6	88,3
Industri	38,3	41,7	45,2
Investering	9,8	5,6	-1,9
Total efterfrågan	167,0	173,8	174,2

Källa: Johnson Matthey

#### *Avgasrening för bilar*

Den största marknaden för platina inom avgasrening är Europa. Användningen beräknas vara 17 400 kg år 1999 och 19 900 kg år 2000, en ökning med 2 500 kg (14 procent). Denna ökning sker trots att produktionen av bilar i Europa bara ökar marginellt. Orsaken är att EU har infört hårdare regler för avgaskontroll vilka som trädde i kraft 1 januari 2001. Det är i dieselmotorernas avgasrenare som platina används i allt högre grad medan mängden platina till bensindrivna bilar har minskat väsentligt under de senaste fem åren. Mängden platina påverkas både av att mängden ökar per fordon och att antalet sålda dieslbilar ökade med 15 procent under år 2000. När det gäller bensindrivna bilar har tillverkarna under en följd av år satsat på palladium i stället för platina. Detta har skett även när det gäller att möta de nya gränsvärdena inom EU. De senaste årens prisstegring på palladium har emellertid medfört att de flesta större biltillverkare har börjat se över sin policy i denna fråga, och det är sannolikt att andelen platina kommer att öka redan i år. Många använder redan katalysatorer med de tre metallerna platina, palladium och rodium. Dessa blir mindre känsliga för prisvariationer hos enskilda metaller än de som använder bara en av metallerna. I USA har mängden platina sjunkit till en tredjedel av mängden sedan 1996 då 26 400 kg användes, den högsta någonsin. Det är troligt att mängden platina kommer att öka redan i år av samma skäl som gäller för Europa. I Japan har redan vissa tillverkare av katalysatorer anpassat innehållet av platinametaller till att motsvara de inbördes förhållandena i världproduktionen.

Behovet kommer att öka i framtiden efter hand som kraven ökar på ökad rening av bilarnas avgaser. De högsta kraven finns i Europa och Nordamerika. Andra länder följer efter och det kan noteras att även Kina numera har krav motsvarande EUs första steg, medan Koreas krav motsvarar EUs andra steg. (EU införde sitt tredje steg 1 januari 2000).

#### *Återvinning från avgasrenare*

Under år 2000 beräknas 14 600 kg platina återvinnas i världen från skrotade avgasrenare. Merparten kommer från Nordamerika och Japan. I dessa länder finns en fungerande organisation för återvinning. Mängden återvunnen metall speglas av hur länge bilarna används,

vilket påverkar mängden fordon som skrotas, samt hur mycket platinametaller som finns i katalysatorerna.

I Europa är det främst i Tyskland som återvinning sker av katalysatorer, medan i de övriga EU-länderna endast en mycket liten andel tas till vara. I Sverige har ganska litet platina återvunnits från bilarna beroende på att vi använder dem relativt länge här i landet.

#### ANVÄNDNINGEN AV PLATINA, PALLADIUM OCH RODIUM I AVGASRENARE

##### Förbrukning och återvinning av platina, palladium och rodium till bilkatalysatorer åren 1990–2000

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Platina</b>	Brutto (ton)	47,7	48,7	48,2	52,4	58,2	57,5	58,5	56,9	56,0	50,1	57,2
	Återvunnet (ton)	6,5	6,4	7,2	7,9	9,0	10,0	10,9	11,5	12,6	13,2	14,6
	Återvunnet (%)	14	13	15	15	16	17	19	20	23	26	26
<b>Palladium</b>	Brutto (ton)	9,8	11,0	15,2	21,9	30,3	56,0	73,4	99,5	152,1	182,9	175,7
	Återvunnet (ton)	2,6	2,6	3,0	3,1	3,3	3,4	4,5	5,0	5,4	6,1	7,2
	Återvunnet (%)	27	24	19	14	11	6	6	5	4	3	4
<b>Rodium</b>	Brutto (ton)	10,4	9,4	9,5	11,1	11,8	14,4	13,2	13,0	15,0	15,8	24,7
	Återvunnet (ton)	0,4	0,5	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,0	2,4
	Återvunnet (%)	4	5	7	7	9	8	11	12	12	13	10

#### *Smykestillverkning*

Inom smykestillverkningen är det främst i Japan som den största efterfrågan finns. Denna marknad har funnits länge och beror på att man i Japan traditionellt inte skall glänsa och visa sin rikedom. Det har därför inte passat sig att använda guld, medan däremot vita metaller särskilt platina har varit acceptabla på grund av sin likhet med järn. Denna användning uppgick i Japan till 41 050 kg år 1999 och beräknas ha minskat till ca 33 000 kg under år 2000.

Den kinesiska marknaden för platinasmycken har ökat mycket starkt under senare år. Den väntas under år 2000 vara i det närmaste lika stor som den japanska nämligen 34 210 kg mot 29 750 kg under år 1999. Det är en ökning med 15 procent.

Den totala användningen av platina inom smyckeindustrin var 89 570 kg under år 1999 och 88 320 kg under år 2000. Det är en minskning med 1 250 kg. Trots detta innebär det att drygt hälften av platinatillförseln används för att tillverka smycken.

I Europa är det främst i Tyskland, Italien, Schweiz och Storbritannien som smyckeindustrin använder platina. Den schweiziska användningen är huvudsakligen inom urtillverkningen. Merparten av dessa ur säljs till Japan. Den europeiska användningen av platina för smyckeändamål beräknas ha uppgått till 5 750 kg under 1999 och 6 220 kg under år 2000. Europa står för sju procent av världens platinanvändning inom detta område. I Sverige är platinanvändningen inom smyckeindustrin blygsam.

### *Industriell användning*

Den industriella användningen av platina uppgick till 41 740 kg år 1999 och beräknas vara 45 200 kg år 2000.

I industrisektorn används platina huvudsakligen inom elektrisk och kemisk industri samt glas- och petroleumindustrin (se avsnitt 4.3). Den främsta användningen i elektrisk industri är i hårddiskarna till datorer, där 90 procent beräknas innehålla platina. Minneskapaciteten förbättras med ökad mängd platina.

En spännande utmaning inom det elektriska området är att utveckla bränsleceller som kan användas i bilar i framtiden. Det finns många olika förslag till utformning och många stationära bränsleceller finns i drift. När det gäller sådana som kan användas praktiskt i bilar finns fortfarande en del problem att lösa. Det gäller bl.a. bränslet. Hittills har man använt vätgas som bränsle, vilket kräver särskilda åtgärder p.g.a. explosionsrisken. Bränslecellerna behöver också platinametaller. Om sådana införs behövs inte avgasrenare, men nettomängden platina kommer ändå att öka väsentligt, med stigande efterfrågan på världsmarknaden som följd.

Platinakatalysatorer har en stor användning i industrin. Katalysatorerna innehåller i och för sig mycket platinametall, men de håller länge och nettobehovet av nytillförd platina per år är litet. Världsförbrukningen beräknas ha varit ca 3 400 kg under år 2000.

### *Investeringsändamål*

Platina är liksom guld en ädelmetall som inte förstörs och har en lockande lyster. Det är därför platina liksom guld lockar till spekulation. För investerare finns mynt, samt små och större tackor vars värde styrs av börsvärdet på platina. Drömmen för de flesta är att köpa metallen vid lågt pris för att senare kunna sälja den vid ett högre pris och därmed göra en vinst. Platinamynt finns utgivna av ett fåtal länder. Kanadas platinamynt heter Maple Leaf, Australiens heter Koala, USA ger ut Eagle sedan år 1997. Ungefär 6 ton beräknas ha präglats i USA, åtminstone är det den mängd platina som myntverket lånat från det strategiska lagret. Försäljningen i USA under år beräknas ha uppgått till ca 835 kg och i hela världen beräknas 1,4 ton mynt och småtackor ha sålts.

De stora tackorna, på 500 g och 1 kg, såldes i hög grad av investerare i Japan under år 2000. Över tre ton beräknas ha sålts. Det är det höga priset under året som bidragit till att många velat ta hem sina vinster under året. De tackor som säljs tillbaka till marknaden kan naturligtvis läggas i bankvalv av de nya ägarna, men eftersom marknadsbalansen var negativ för platina under 2000 (se avsnitt 4.8) är det troligt att en stor andel har smälts ned och använts.

#### 4.7.2 Palladium

##### EFTERFRÅGAN PÅ PALLADIUM (ton)

	1998	1999	2000
Katalysatorer	152,1	182,9	175,7
– återvunnet	-5,4	-6,1	-7,2
Tandvård	38,2	34,5	25,5
Elektronik	64,5	61,9	66,6
Övrigt	18,0	18,2	16,2
<b>Total efterfrågan</b>	<b>267,4</b>	<b>291,4</b>	<b>276,8</b>

Källa: Johnson Matthey

#### *Bilindustrin*

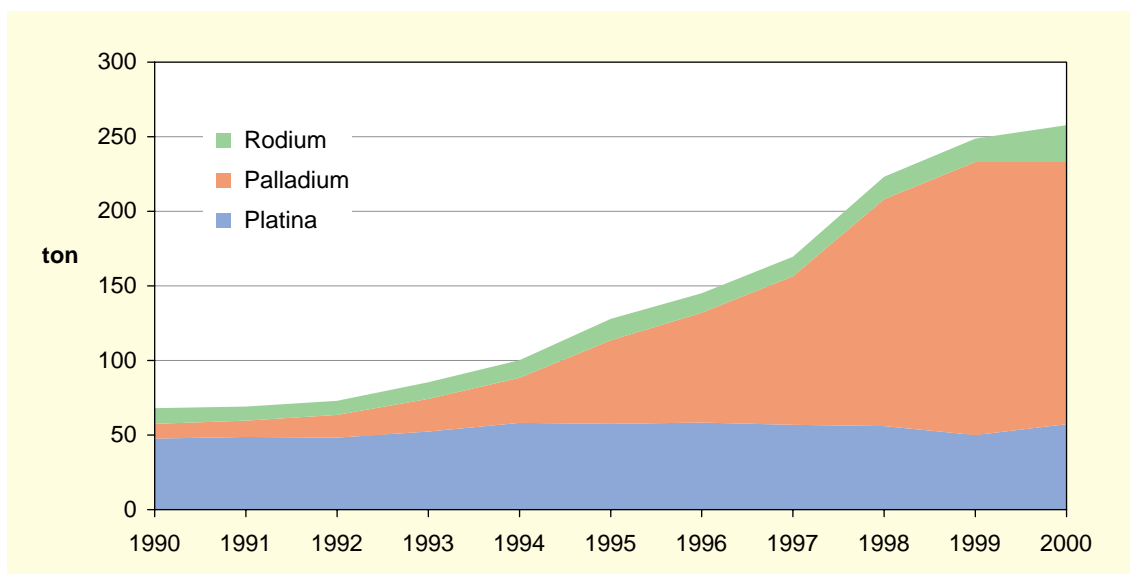
Den största användningen för palladium är för avgasrening av bilar som under år 2000 beräknats uppgå till drygt 175 ton. Det är en minskning från år 1999 (183 ton) med nära 10 procent. Närmast i användning är den elektroniska sektorn och tandvårdssektorn som år 2000 beräknas ha använt 67 respektive 25 ton.

Inom bilindustrin minskar palladiumanvändningen på grund av de senaste årens kraftiga prisökning. I Europa ökade dock palladiumanvändningen i denna sektor på grund av de nya EU-bestämmelserna (steg III). Ökningarna beror dels på att andelen palladium ökar och dels på att den totala mängden platinametaller ökar. Detta trots att antalet sålda bilar har minskat något. I Japan köpte vissa tillverkare palladium under år 1999 för att ha i lager, vilket resulterat i mindre köpbehov under år 2000. Hur den framtida utvecklingen blir i Japan är osäker. I Nordamerika minskade palladiumköpen inom bilindustrin med 20 procent från år 1999 till år 2000, då 87 ton användes. En orsak till detta är att de amerikanska biltillverkarna under flera år, senast år 1999, köpt palladium på lager i skenet av tveksamheter i prisutveckling och leveranssäkerhet. I själva verket tycks användningen av palladium ha ökat även under år 2000 med 14 ton. Mot bakgrund av utvecklingen på palladiummarknaden under senare år, leveranssvårigheter från Ryssland och ryssarnas dominans på marknaden m.m. har många amerikanska biltillverkare uttryckt önskemål om att bli mindre beroende av palladium. Därför är det troligt att detta segment kommer att minska under de kommande åren.

#### *Återvinning*

Eftersom användningen av palladium i avgasrenare i stor skala startade först i mitten av 1990-talet lär det dröja ytterligare ett par tre år innan det börjar komma in större mängder palladium via skrotade bilar. Under år 2000 beräknas drygt 7 ton palladium återvinnas från bilkatalysatorer (se tabell på s. 56 och diagram på s. 59).

## FÖRBRUKNING AV PLATINA, PALLADIUM OCH RODIUM TILL BILKATALYSATORER 1990–2000



### *Elektroniksektorn*

Palladium används i keramiska kondensatorer (multi-lager ceramic capacitors – MLCC) som sitter i elektroniska produkter. Mängden MLCC ökar kraftigt i takt med efterfrågan på elektroniska produkter. Ökningen från år 1999 till år 2000 beräknas ha varit 50 procent. Det höga palladiumpriset under de senaste åren har emellertid fått till följd att palladium i hög grad ersätts med andra metaller bl.a. nickel. Detta har emellertid inte skett i större omfattning än att mängden palladium totalt ökar något i denna tillämpning.

Palladiumpasta används också som ledande ämne vid tillverkning av integrerade hybridkretsar. För detta ändamål används i högre grad silver-palladiumpaster med högre andel silver. I kontakter ersätts palladiumbeläggning i ökande utsträckning med guld, som under senare tid varit avsevärt billigare.

Sammantaget beräknas 66,6 ton ha använts inom elektroniken under år 2000 mot 61,9 ton under 1999. Palladium som används i datorer och annan elektronisk utrustning återvinns i smältprocesser. I Sverige är det Boliden som smälter elektroniskt skrot i Rönnskär. Under 2000 återvanns i Sverige 2 255 kg palladiumkoncentrat, något mindre än de 2 781 kg som återvanns under 1999. Koncentratet raffinerar sedan vid någon av de anläggningar som finns i Europa.

### *Kemisk industri*

I den kemiska sektorn antas palladiumanvändningen ha ökat något från 7,5 ton år 1999 till 8,1 ton år 2000. Det är som katalysator vid tillverkning av vinylacetatmonomerer som investeringarna under år 2000 främst har gjorts. I vissa hydrokrackningsanläggningar inom petroleumindustrin har palladiumkatalysatorer ersatts av basmetallkatalysatorer.

### *Tandvård*

I denna tillämpning har priset haft en stor inverkan på användningen. Även om den varierar över världen torde det ha varit en minskning från år 1999 till år 2000 på ca 22 procent till 25,5 ton. I Europa har användningen minskat med 56 procent till 3,1 ton. Liknande minskning har också skett i USA. I Japan, däremot, är minskningen obetydlig beroende på att tandvårdsersättningen där ses över var sjätte månad och anpassas till prisnivån. Japan är den största marknaden för palladiumbaserade tandvårdsprodukter och står för 57 procent i denna sektor.

### *Övriga användningsområden*

Inom detta segment finns resterande palladiumanvändning 1,9 ton år 2000, en minskning med 1,5 ton sedan år 1999. Palladium används som legeringsmetall i vissa platinasmycken. Den ökande användningen för platinasmycken är bra för palladiumanvändningen, men det höga palladiumpriset medför att vissa tillverkare minskar på andelen palladium och i vissa fall, särskilt i Kina ersätts metallen med koppar eller kobolt.

Palladium används också i vitguld. Men eftersom det är ett billigt alternativ i förhållande till platina finns en strävan att hålla nere priset. Med det höga palladiumpriset under senare år vill tillverkare självfallet i stället använda andra billigare metaller.

### **4.7.3 Rodium**

Efterfrågan på rodium beräknas ha ökat 53 procent från 16,4 ton år 1999 till 25,1 ton år 2000. Ökningen beror i mycket hög grad på ökning i efterfrågan från bilindustrin.

#### **RODIUMEFTERFRÅGAN (ton)**

	1998	1999	2000
Katalysatorer	15,0	15,8	24,6
– återvinning	-1,8	-2,0	-2,4
Kemisk industri	1,0	1,1	1,1
Elektrisk industri	0,2	0,2	0,2
Glas	1,1	0,9	1,3
Övriga	3,1	0,3	0,3
<b>Totalt</b>	<b>15,8</b>	<b>16,4</b>	<b>25,1</b>

Källa: Johnson Matthey

### **4.7.4 Bilindustrin**

Rodium används tillsammans med platina och palladium i avgasrenare för bilar (se figur på s. 59). Det gäller särskilt sådana som har höga reningskrav. Efterfrågan från bilindustrin ökade från 15,8 ton år 1999 till 24,6 ton år 2000, en ökning med 57 procent. Det är särskilt i Europa och Japan som ökningen har skett mot bakgrund av de skärpta avgasreglerna i dessa områden. EUs fjärde steg träder inte i kraft förrän år 2005, men i t.ex. Tyskland har företag uppmuntrats att redan nu sätta in katalysatorer som möter dessa krav.

Mängden rodium som återvinns från skrotade avgasrenare ökar (se tabell på s. 56 och diagram på s. 59) År 1999 kunde 2 ton återvinnas och år 2000 var det 2,4 ton.

#### **4.7.5 Rutenium**

Efterfrågan ökade för rutenium från 12 780 kg år 1999 till 13 650 kg år 2000. Den största användningen finns inom den elektroniska sektorn. Där användes 7 300 kg år 2000, vilket är mer än hälften av den totala användningen. Ruteniumpastor används i tillverkningen av resistorer som används i snart sagt all slags elektronisk utrustning. Antalet resistorer ökade med ca 50 procent från år 1999 till år 2000. Efterfrågan av rutenium ökar dock med bara 18 procent på grund av strävan att göra mindre produkter.

Rutenium används i övrigt i elektrokemisk industri bland annat för kloralkalitillverkning. Inom den kemiska industrin används rutenium vid framställning av ammonia enligt Kellogg-processen.

En annan tillämpning finns som legeringsämne i titanrör som används vid oljeutvinning på stora djup i haven.

#### **4.7.6 Iridium**

Det används relativt små mängder iridium i världen. Under år 1999 var det 3 050 kg och under år 2000 3 950 kg. De största användningarna är inom den elektrokemiska industrin och i bilindustrin, särskilt i Japan, där användningen dock minskar. I den kemiska industrin finns iridium i en katalysator för tillverkning av ättiksyra.

#### **4.7.7 Osmium**

Osmium har mycket liten användning. Metallen är giftig och används huvudsakligen som osmiumtetroxid. Under perioden 1970–1990 såldes sammanlagt 800 kg osmium i USA. Det är således i genomsnitt 38 kg osmium per år. Användningen var så gott som uteslutande inom kemiska och medicinska tillämpningar. Som jämförelse kan nämnas att försäljningen av rutenium under samma period var i genomsnitt drygt 2 ton per år.

Importen till USA var 596 kg osmium under perioden 1995–2000, ca 100 kg per år i genomsnitt. Om den extremt höga importen 1996 av 329 kg (vilket sannolikt huvudsakligen lades i lager) borträknas är genomsnittsimporten ca 53 kg per år.



#### 4.8 MARKNADSBALANS

Marknaden för platina var i nära balans mellan tillförsel och efterfrågan under 1998, som framgår av sammanställningen nedan. Under 1999 inträffade en kraftig minskning i tillförseln på grund av nya bestämmelser i Ryssland för exportlicenser som t.o.m. kräver presidentens underskrift. Det resulterade i en väsentlig obalans i marknaden då drygt 22 ton måste tas från lager. Det innebar att behovet var 15 procent högre än tillförseln. Även år 2000 visar ett marknadsunderskott, som är drygt 9 ton.

##### MARKNADSBALANS FÖR PLATINA 1998–2000 (ton)

	1998	1999	2000
Tillförsel	167,9	151,5	164,6
Efterfrågan	167,0	173,8	174,2
<b>Lagerändring</b>	<b>0,9</b>	<b>-22,3</b>	<b>-9,6</b>

Palladiummarknaden visar ett underskott för alla tre åren 1998–2000. Det har i själva verket varit underskott under de senaste fyra åren med tillsammans nära 92 ton palladium. Störst underskott förekom under 1999 då över 40 ton måste tillföras från lager. Det var den stora ökningen av palladium till bilkatalysatorer som drev upp efterfrågan under 1999. Den kraftiga ökningen i priset verkade dock hämmande på efterfrågan som minskade något till 2000. Underskottet 1999 och 2000 utgjorde 16 respektive 14 procent av tillförseln.

##### MARKNADSBALANS FÖR PALLADIUM 1998–2000 (ton)

	1998	1999	2000
Tillförsel	261,2	250,8	242,2
Efterfrågan	267,4	291,4	276,8
<b>Lagerändring</b>	<b>-6,2</b>	<b>-40,6</b>	<b>-34,6</b>

Rodiummarknaden är i bättre balans än de båda nyss behandlade marknaderna. Under 1998 var det ett överskott på 600 kg (4 procent), under 1999 var det ett underskott på 800 kg (5 procent) och under 2000 var det ett underskott på 1 300 kg (5 procent). Marknaden som helhet ökade dock med över 50 procent och det var endast tack vare Rysslands stora exportökning som bristen kunde hållas vid denna moderata nivå. Ökningen i efterfrågan kom från bilindustrin som behöver öka mängden rodium för att möta de nya hårdare kraven på avgasrening.

##### MARKNADSBALANS FÖR RODIUM 1998–2000 (ton)

	1998	1999	2000
Tillförsel	16,4	15,6	23,8
Efterfrågan	15,8	16,4	25,1
<b>Lagerändring</b>	<b>0,6</b>	<b>-0,8</b>	<b>-1,3</b>

## 4.9 HANDEL

Rysslands handel med platinametaller är hårt styrd av staten. Norilsk som står för framtagning av metallerna får inte självt sälja sina platinametaller, utan måste använda myndigheten Almazjuvelirexport (Almaz) som lyder under finansministeriet. Dessutom krävs exporttillstånd med angivna årliga exportkvoter från dels presidenten via presidentdekret och dels från regeringen. Det innebär att exporten från Ryssland försenas väsentligt vissa tider på grund av den utdragna handläggningstiden. Förutom Norilsk finns platinametaller hos centralbanken, Gokhran (statens ädelmetall- och ädelstensresev) samt Vneshtorgbank, som ägs av centralbanken. Platinametaller kan således nå marknaden via fyra olika kanaler från Ryssland, vilket bidrar väsentligt till svårigheterna med att förutspå den ryska tillförseln. Av dessa finns bara en producent, medan de övriga tre säljer från lager.

De ryska leveranserna av platinametaller är förenade med mycket osäkerhet. De ovan nämnda faktorerna är inte de enda. Genom att det anrikade materialet från Norilsk måste fraktas till Krasnojarsk innan platinametallerna kan renframställas blir de också mycket känsliga för störningar i transportererna. USA är i hög grad beroende av leveranser från Ryssland. Under år 1999 stod Ryssland för 58 procent av all palladium och 11 procent av all platina som USA köpte.

Producenterna i väst säljer dels metall direkt till stora konsumenter såsom bilbolag dels till företag som handlar med metallerna och sådana som förädlar dem. Det är bl.a. känt att Impala levererar platinametaller direkt till General Motors sedan lång tid. Handel förekommer även på den fria marknaden via börser där Tokyobörsen och NYMEX i New York sannolikt har den största omsättningen av platinametaller.

### 4.9.1 Sveriges handel med platinametaller

#### *Import*

Den svenska handelsstatistiken visar på en import av platina och platinaförande legeringar till ett värde mellan 50 och 60 miljoner kronor under de senaste fem åren. Eftersom statistiken använder ton som mått finns inget att hämta viktmässigt i den. Det rör sig här om obearbetat material och inte färdiga produkter. Importen av palladium och palladiumförande legeringar varierar i värde mellan 12 och 25 miljoner kronor under femårsperioden.

#### *Export*

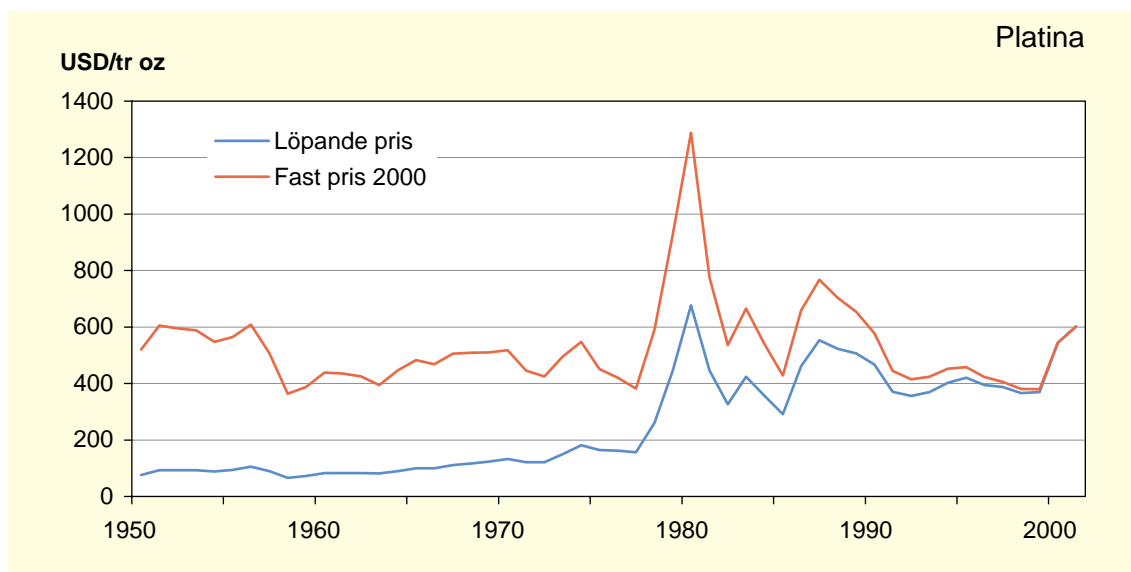
Från Sverige har exporterats platina och platinahaltiga legeringar till ett värde som varierar mellan 7 och 2 miljoner kronor per år under den gångna femårsperioden. Under samma period har palladium och palladiumhaltiga legeringar exporterats till ett värde vanligen under en halv miljon kronor, men som ett par år nått 2 miljoner kronor. Det är sannolikt att produkter, exempelvis katalysatorer, som sänds utomlands för att smältas om och ersätta förlorad metall inte ingår i exporten, utan det torde vara enbart ersättningsmetallen som räknas som nettoimport.

## 4.10 PRISER

De mest omsatta platinametallerna, platina och palladium noteras vid NYMEX, Tokyo Commodity Exchange och London Bullion Market. För de övriga fastställs fria marknadspriser genom att tidskrifter som Metal Bulletin och Platts Metals Week gör dagliga förfrågningar hos ett antal handlare och därifrån väger samman fria marknadspriser. Producenterna har tidigare haft egna producentpriser, som vissa tider skiljt sig väsentligt från priserna på den öppna marknaden. De har dock sedan 1980-talet övergivits och prissättningen är numera nära knuten till priserna på den fria marknaden.

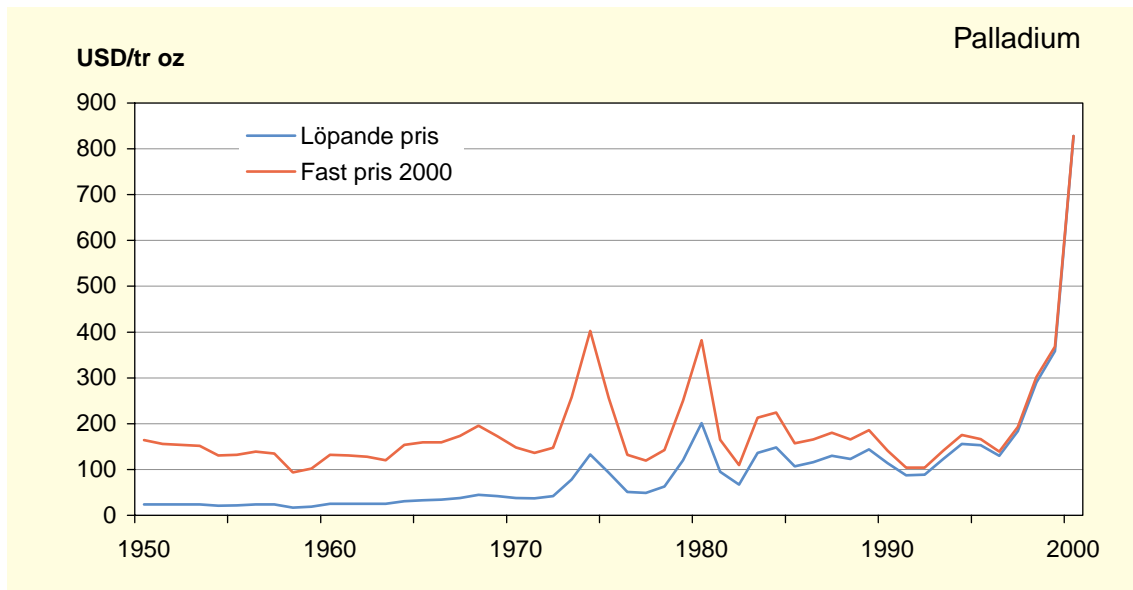
Priserna på platina och palladium har följt ett likartat mönster. Platinapriset låg från 1950-talet in i mitten av 1970-talet på en nivå nära 100 dollar per oz. Det steg därpå till en nivå nära 400 dollar per oz 1978–1980 beroende på att många hade börjat investera i platina som inflationssäkring. Palladiumpriset låg under 1950 – till början på 1970-talet inom intervallet 20–40 dollar per oz. Det låg sedan omkring 100 dollar per oz till mitten på 1990-talet, med en period i slutet på 1970-talet och början på 1980-talet då investerare köpte metallen i spekulationssyfte och därmed drev upp priset till 200 dollar per oz. Det har sedan stigit brant från mitten på 1990-talet, bl.a. på grund av ökat behov av palladium i bilkatalysatorer. Priset nådde i vintras upp till 1 100 dollar per oz, men har sedan sjunkit till 650 dollar per oz. Prisökningarna hänger till stor del samman med den ökade efterfrågan av först platina och senare palladium till avgasrenare för bilar.

PLATINAPRISETS UTVECKLING 1950–2001 (2001 ENDAST JAN–MAJ)



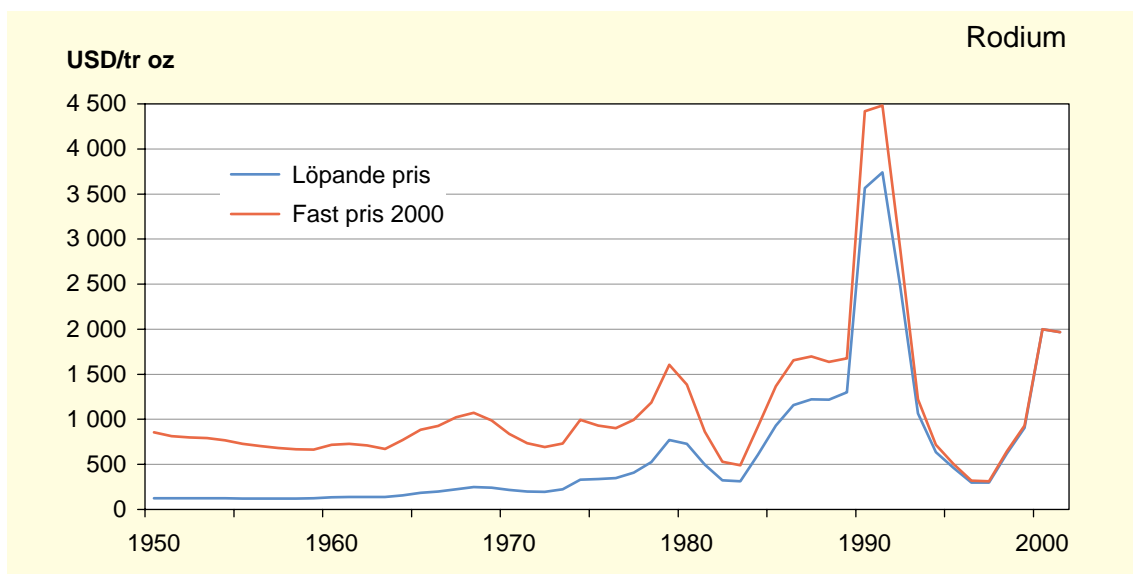
I och med att priset på platina var så mycket högre än det på palladium under 1980-talet fanns det starka skäl att använda en större andel palladium i avgasrenarna, vilket successivt skedde. Eftersom båda metallerna, och i synnerhet palladium, i stor omfattning kommer från Ryssland och exporten från detta land störts av olika företeelser bl.a. tveksamheter om exportlicenser har priset tidvis skjutit i höjden. Till bilden hör också att platina och palladium ofta hålls i lager av institutioner, spekulanter och industrin, vilket stundom bidrar till att marknadsbalansen störts med påföljande prispåverkan.

### PALLADIUMPRISETS UTVECKLING 1950–2001 (2001 ENDAST JAN–MAJ)



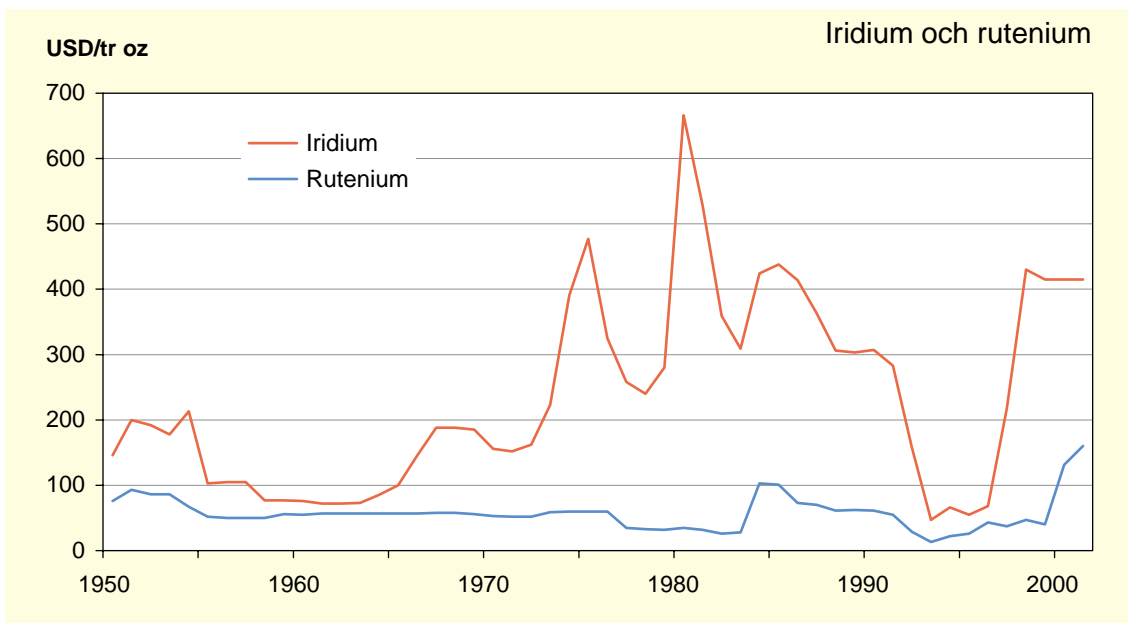
Rodiumpriset visar ett likartat mönster som de nyss nämnda metallerna. Det steg från omkring 130 dollar per oz i början av 1950-talet till över 700 dollar per oz år 1979. Ökningen berodde på ökad efterfrågan då katalytiska avgasrenare infördes på bilarna. Efter en återhämtning i början av 1980-talet fortsatte priset till ett högsta pris över 3 500 dollar per oz år 1990. Det har sedan sjunkit vid mitten av 1990-talet då bilindustrin i USA meddelade att en katalysator konstruerats som inte krävde rodium utan enbart krävde palladium. Priset nådde en bottennivå omkring 200 dollar per oz tidigt under 1997 för att åter stiga, först på grund av störningar i tillförseln från Ryssland senare på grund av ökad efterfrågan från bilindustrin då större krav på avgasrening krävde att även rodium skulle finnas i katalysatorerna. Priset fortsatte mot sekelskiftet till över 2 000 dollar per oz.

### RODIUMPRISETS UTVECKLING 1950–2001 (2001 ENDAST JAN–MAJ)



Ruteniumpriset har varit relativt stabilt under de senaste femtio åren. Det var först under år 2000 som priset nådde över 100 dollar per oz. Metallen har funnits i tillräcklig mängd i förhållande till efterfrågan. För iridium däremot har förhållandet varit annorlunda. Redan i början på 1970-talet började efterfrågan bli så stor att priset steg från 250 till 450 dollar per oz och efter en återhämtning åter stiga till strax under 700 dollar per oz. Det spekulerades i att efterfrågan hängde samman med tillämpningar inom försvarsindustrin i främst USA. Priset sjönk vid mitten på 1990-talet till 50–60 dollar per oz. I början på 1997 steg priset åter häftigt upp till över 400 dollar per oz.

#### IRIDIUM- OCH RUTENIUMPRISERNAS UTVECKLING 1950–2001 (2001 ENDAST JAN–MAJ)



Osmium som handlas i mycket små mängder har under den senaste tioårsperioden kostat mellan 400 och 450 dollar per oz.