

4 Die Märkte der Katalysatormetalle Platin, Palladium und Rhodium

Christian Hagelüken

1 Einführung

Die Funktion des Autoabgaskatalysators basiert auf der katalytischen Wirkung der Edelmetalle Platin (Pt), Palladium (Pd) und Rhodium (Rh). Der Bedarf an diesen – nach ihrer Position im Periodensystem genannten – Platingruppenmetallen¹ (PGM) ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Über 80% der kumulierten Weltmineralproduktion an PGM wurden erst seit Beginn der achtziger Jahre gefördert. Dem Autokatalysator, der im gleichen Zeitraum eine starke weltweite Verbreitung erfahren hat, kommt an dieser Entwicklung eine maßgebliche Bedeutung zu. Die PGM-Preise haben einen signifikanten Anteil am Produktpreis des Katalysators, wodurch dieser in Abhängigkeit von der PGM-Preisentwicklung erheblichen Schwankungen unterworfen ist. Auch für die Brennstoffzelle spielen Platinmetalle eine wesentliche Rolle, so dass eine intensive Betrachtung der PGM-Märkte für die Automobilindustrie wichtig ist. Im Folgenden werden Verfügbarkeit, Entwicklung von Angebot und Nachfrage, einige Handelsaspekte sowie die resultierenden Preisauswirkungen dargestellt.

Erhebliche Wechselwirkungen bestehen beim Autokatalysator zwischen den Metallpreisen und den technischen Anwendungen dieser Metalle. So war Mitte der neunziger Jahre zunächst der günstige Palladium-Preis (im Vergleich zu Platin) ein Grund für die Entwicklung Pd-dominierten Katalysator-Systeme und damit für die Ablösung des klassischen europäischen 3-Wege-Katalysators mit einem Pt/Rh-Verhältnis von 5:1. Dies ging einher mit technischen Verbesserungen vor allem im Hinblick auf das Zusammenspiel der Edelmetalle mit anderen Washcoatkomponenten, wodurch eine weitere Optimierung der Schadstoff-Konvertierungsrate ermöglicht wurde. Wie nachfolgend aufgezeigt (Bild 1), haben sich zwischenzeitlich die Preisrelationen drastisch geändert. Die starke Nachfrage nach Pd-dominierten Katalysatoren hat den Palladium-Preis im Jahr 2000 und Anfang 2001 auf ein historisches Hoch getrieben, was wiederum eine Substitution durch Pt-reiche Katalysatoren mit entsprechenden technischen Implikationen bewirkt hat. In Kombination mit der starken Verbreitung des Dieselmotors (nur Pt) in Europa ist auch dadurch der Platin-Preis bis Ende 2004 auf ein 24-Jahreshoch gestiegen, während Palladium auf das alte Niveau zurückgefallen ist und somit neue Substitutionsprozesse ausgelöst hat.

Die Berücksichtigung dieser Wechselwirkung Markt - Technik sowie der vorhandenen Ressourcen ist sehr wichtig, sowohl für die Automobilindustrie als auch für Forschung und Katalysatorentwicklung.

- Schwankende PGM-Preise beeinflussen die Produkt-/Einkaufskosten...
- ... wodurch neue technologische Entwicklungen angestoßen werden ...
- ... was mittelfristig die PGM-Nachfrage beeinflusst ...
- ... wovon Auswirkungen auf PGM-Preise und -Angebot ausgehen ...
- ... was wiederum die zukünftigen Produktkosten ...
- ... und die zukünftigen Katalysatortechnologien beeinflusst ...

¹ Dazu gehören ebenfalls die Elemente Ruthen (Ru), Iridium (Ir) und Osmium (Os)

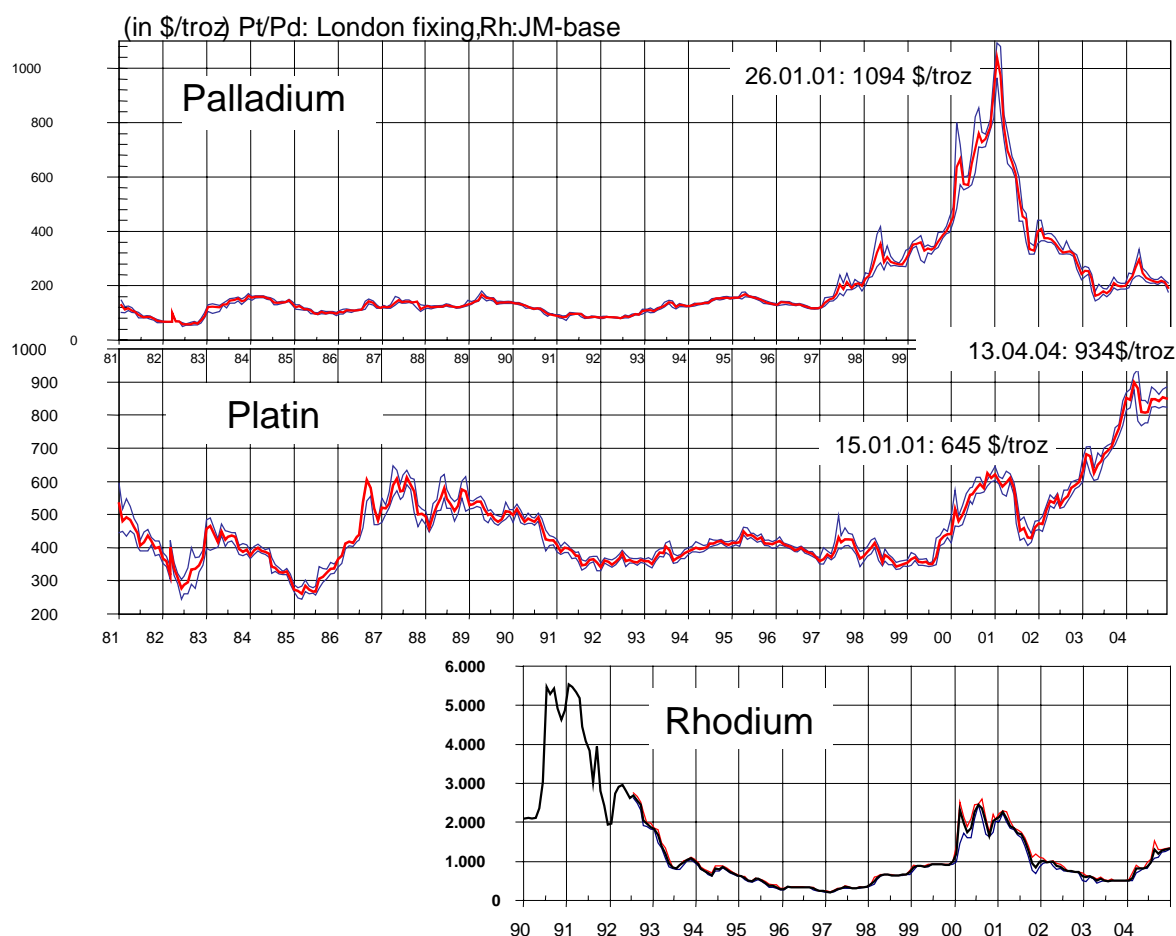


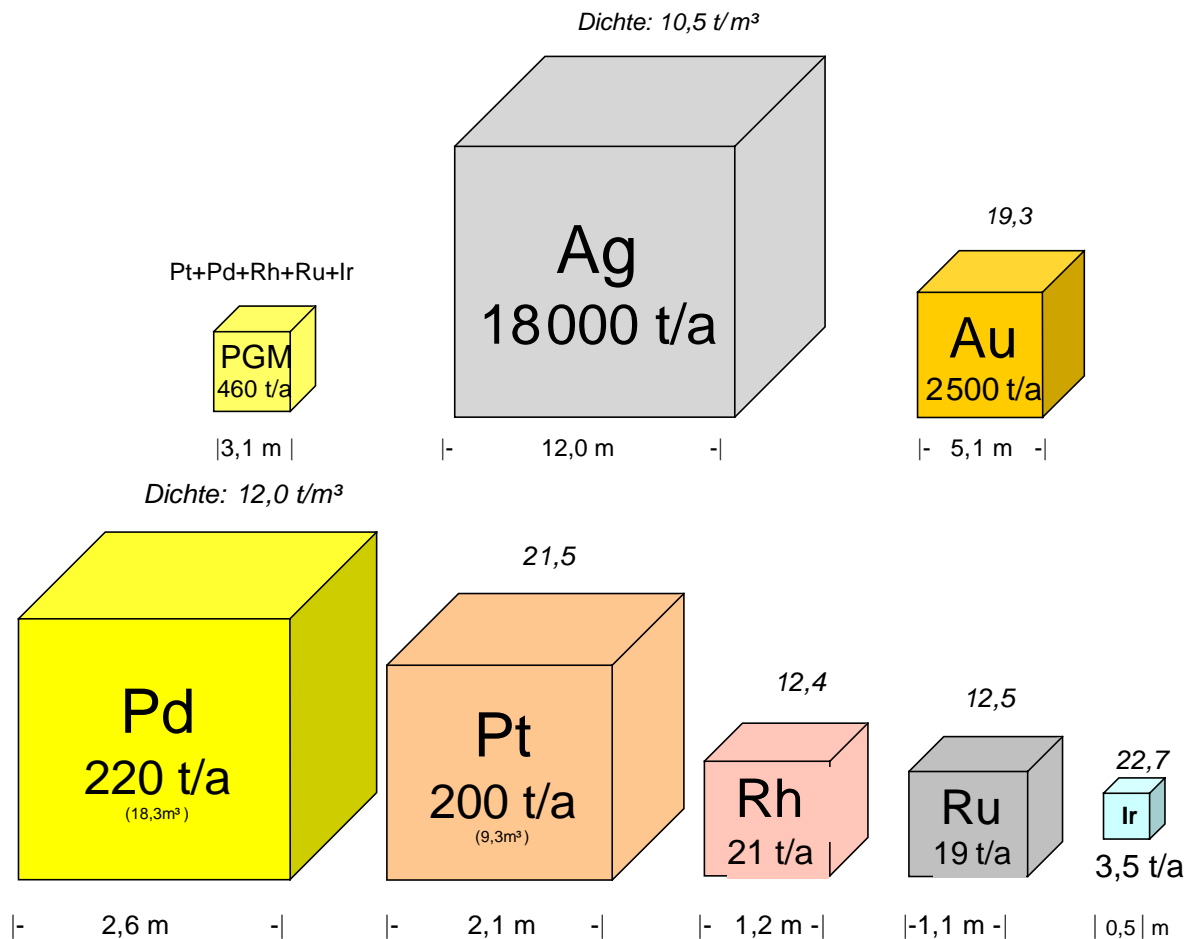
Bild 1: Langfristige Preisentwicklung Platin, Palladium und Rhodium
(1 troz = 31,1035 g; 100 \$/troz = 3.215 \$/kg)

2 Verfügbarkeit und Lagerstätten der Platinmetalle

Mit einer globalen Minenproduktion von insgesamt rund 21.000 t/a ließe sich die jährliche Feinmetallerzeugung an Edelmetallen leicht in einer kleinen Lagerhalle unterbringen. Die jährliche Primärproduktion an Platinmetallen (460 t bzw. 31 m³) würde sogar in einem 15 m² großen Wohnraum Platz finden. Der Wert der PGM-Produktion bei Preisen von 2004 liegt bei 7,2 Mrd. \$, wovon alleine 5,4 Mrd. \$ auf Pt entfallen. (Bild 2)

Die Metalle der Platingruppe treten in natürlichen Lagerstätten grundsätzlich gemeinsam auf, wobei die Pt- und Pd-Gehalte im Erz deutlich über denen von Rh, Ir, Ru und Os liegen. Letztere sind damit typische Koppelprodukte, die beim Abbau von Platin und Palladium „zwangsläufig“ mitgewonnen werden. Vergesellschaftet mit den PGM sind auch Gold (Au) und Silber (Ag) sowie Nickel (Ni), Kupfer (Cu) und Chrom (Cr). Gut 85% des weltweiten PGM-Angebots stammen aus nur zwei Förderländern, Südafrika und Russland, die restliche Förderung kommt überwiegend aus Nordamerika. Während in Südafrika, Zimbabwe und den USA (Stillwater) im Vordergrund der Gewinnung die Platinmetalle stehen, fallen diese in Kanada (Sudbury) und Russland (Norilsk/Talnakh) als Nebenprodukt der Nickelgewinnung an, allerdings mit einem bedeutenden Wertschöpfungsbeitrag. Von nachgeordneter

Bedeutung ist heute die Platin-Produktion aus alluvialen Seifenlagerstätten im Osten Russlands (Kondyor, Amur-Region und Koryak in Kamchatka), die in früheren Jahren signifikante Mengen der russischen Pt-Produktion beigetragen haben. Die im 19. und frühen 20. Jahrhundert abgebauten reichen sekundären Platinseifen im Ural und in Kolumbien/Ecuador spielen heute keine Rolle mehr. In Europa gibt es derzeit keinen Bergbau auf Platingruppenmetalle. Die Penikat-Lagerstätte in Finnland wird möglicherweise in den nächsten Jahren erschlossen werden, wird aber mengenmäßig nur von untergeordneter Bedeutung sein



Wert bei ∅-Preisen 2004*: 7,2 Mrd. \$; Pd = 230 \$/troz / 7.4 \$/g; Pt = 846 / 27.2; Rh = 966 / 31.1; Ru = 65 / 2.1; Ir = 186 / 6

Bild 2: Weltweite Minenproduktion an Edelmetallen (Werte für 2004)

Tabelle 1 zeigt die Erzgehalte in den wichtigsten Lagerstätten und das Verhältnis der PGM untereinander. Die Gesamtgehalte an PGM liegen i.d.R. mit nur 4-10 g/t sehr niedrig, für 1 kg Platinmetall müssen demnach über 100 t Erz gefördert werden. Je nach Lagerstätte ist das PGM-Verhältnis sehr unterschiedlich, Russland und USA weisen höhere Pd-Gehalte, Südafrika höhere Pt-Gehalte auf, was sich auch in der Bergwerksproduktion dieser Länder widerspiegelt. In Südafrika wurde in der Vergangenheit vor allem das Pt-dominierte „Merensky Reef“ abgebaut, inzwischen stammt ein zunehmender Teil der südafrikanischen Förderung aus dem „UG 2 Reef“, das in einigen Bereichen Pd in annähernd gleicher Konzentration wie Pt enthält und höhere Rh-, Ir- und Ru-Gehalte als das Merensky-Reef aufweist.[1-5]

	Pt	Pd	Rh	Ru	Ir	Os	Au	PGM total	Cu	Ni
	[g/t]								[%]	
Südafrika										
Merensky Reef	2,7	1,4	0,16	0,33	0,05	0,04	0,24	4-10	0,08	0,13
UG 2	2,0	1,3	0,34	0,45	0,13	0,05	0,05	4-10	0,02	0,07
Platreef	1,9	1,9	0,12	0,14	0,04	0,03	0,21	4-5	0,18	0,36
Zimbabwe (Hartley)	2,6	1,8	0,21	k.A.	k.A.	k.A.	0,47	4-5	0,14	0,17
USA (Stillwater)	3,3	11	0,6	0,36	0,21	-	0,21	10-15	0,04	0,1
Kanada										
Sudbury	0,3	0,4	0,03	0,04	0,01	0,01	0,09	1-2	1,2	1,5
Lac des Iles Mines	0,2	2,3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1	2-3	0,07	0,06
Rußland (Norilsk)	2,5	7	0,24	k.A.	k.A.	k.A.	0,25	>10	3	1,8

Tabelle 1: Erzgehalte wichtiger PGM-Lagerstätten [1-8]

Die abbauwürdigen Vorräte² ("reserves") allein in Südafrika liegen bei 6.300 t Platin und 3.600 t Palladium, was bei der gegenwärtigen Förderung einer Reichweite von über 30 Jahren für Pt und 16 Jahren für Pd entspricht [1;3]. Hinzu kommen vor allem beim Palladium noch erhebliche russische Vorräte. Die PGM-Vorkommen³ ("resources") sind noch deutlich höher und wurden Ende 2003 auf insgesamt 160.000 t geschätzt, von denen 76% in Südafrika liegen [3]. Cawthorn [1] gibt die Vorkommen für Pt und Pd zusammen mit knapp 100.000 t an (Bild 3 und Tab. 2). Damit erscheint die Vorratssituation zunächst relativ beruhigend. Trotzdem kann es immer wieder zu kurzfristigen Angebotsengpässen kommen:

- Die Entwicklung eines neuen Bergwerks dauert mehrere Jahre und ist mit hohen finanziellen und technischen Risiken verbunden. So konnte die im September 1997 in Betrieb genommene Hartley-Mine in Zimbabwe wegen geologischer und technischer Probleme nie die geplante Leistung bringen und wurde 1999 trotz eines hohen Preisniveaus für PGM wieder geschlossen.⁴
- Die russischen Reserven kommen nur bei entsprechender Nickelproduktion zum Tragen, eine Ausweitung der russischen PGM-Produktion ohne gleichzeitige Absatzmöglichkeiten bei Nickel (Norilsk ist der weltgrößte Nickelproduzent!) würde den Ni-Preis empfindlich drücken.
- Es besteht die generelle Problematik der Koppelproduktion auch für die einzelnen PGM. Die Befriedigung eines gestiegenen Bedarfs nach z.B. Platin durch eine Ausweitung der Bergwerksförderung führt bei den anderen PGM unausweichlich zu Preisrückgängen, wenn nicht auch dort eine höhere Nachfrage generiert werden kann.
- Vorräte und Angebot an PGM sind auf Regionen konzentriert (Bild 4), die politische Risiken bergen, mit möglichen gravierenden Folgen auf die Versorgungssituation. Das PM-preishoch in 2000 hat neue Explorationstätigkeiten in Finnland, Australien, Afrika und Nordamerika angestoßen.

² Vorräte ("reserves"): bei *aktuellen* Preisen wirtschaftlich gewinnbare Vorkommen (s.u.), die durch geologische Exploration nachgewiesen ("measured") oder vermutet ("indicated") sind. [4]

³ Vorkommen ("resources"): vermutete und nachgewiesene Metallmengen, die nach Lagerstätten-Eigenschaften und Mengen zukünftig wahrscheinlich wirtschaftlich gewinnbar sein werden. [4]

⁴ Die derzeitige Produktion aus Zimbabwe stammt aus den Minen Ngezi und Mimosa.

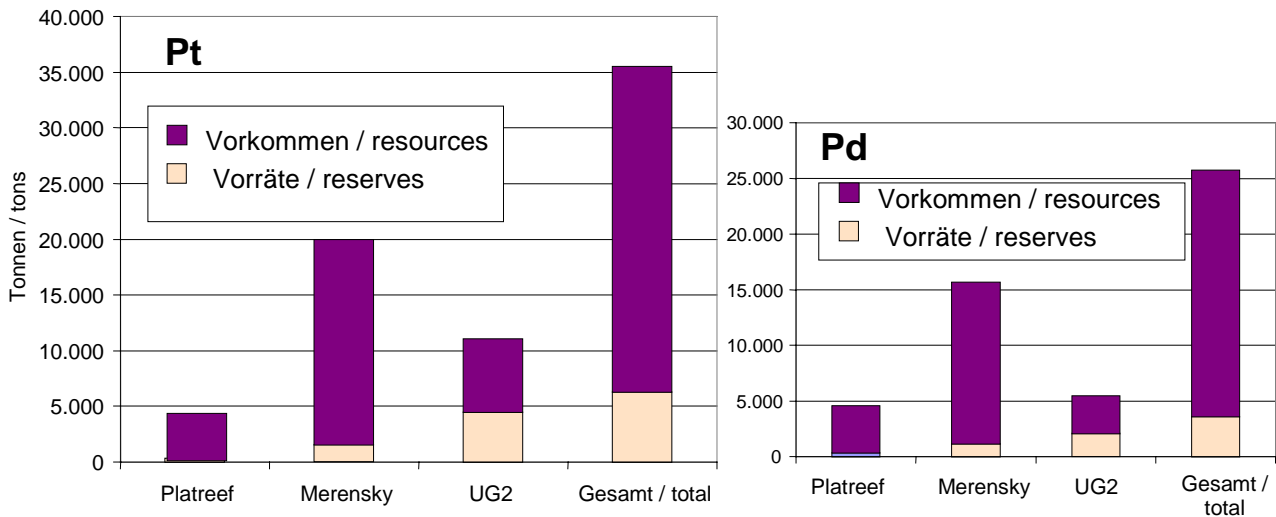


Bild 3: Platin Vorräte (reserves) und Vorkommen (resources) in Südafrika nach Cawthorn [1]

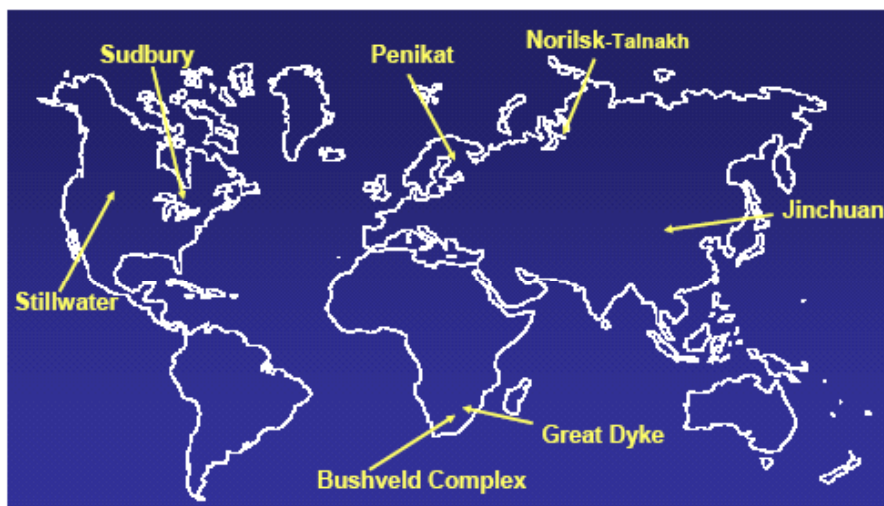


Bild 4: Weltweite PGM-Lagerstätten [4]

Land	Formation/Lagerstätte	Platin [t]	Palladium [t]
Südafrika	Bushveld	35.530	25.690
Zimbabwe	Great Dyke	4.450	2.700
Finnland	Penikat	2.890	7.710
Russland	Norilsk/Talnakh	2.770	9.770
USA	Stillwater (+Duluth)	1.400	5.040
Kanada	Sudbury (+Voisey' Bay)	340	400
China	Jinchuan	190	90
Gesamt		47.570	51.400

Tabelle 2: Platin- und Palladium Vorkommen (resources) weltweit [1]

3 Entwicklung von Angebot und Nachfrage

3.1 Angebot

Bild 2 zeigt die Entwicklung des weltweiten Angebots (ohne Recyclingmengen) für Platin, Palladium und Rhodium seit 1980 nach Förderländern. Bis auf Russland ist jeweils die Primärproduktion, d.h. die jährliche Bergwerksförderung aufgetragen. Im Falle von Russland handelt es sich um die jährlichen Exportmengen, d.h. hier sind auch die über die russische Förderung hinausgehenden Verkäufe aus staatlichen Lagerbeständen enthalten, die in einzelnen Jahren eine erhebliche Bedeutung haben können. Die weltweite Förderung ist auf wenige große Minengesellschaften konzentriert (Anglo Platinum, Norilsk Nickel⁵, Impala, Lonmin, Inco). Diese verfügen über eigene Verhüttungs- und Raffinationsbetriebe, in denen die PGM bis zum Feinmetall dargestellt werden. Kleinere Minengesellschaften führen in der Regel nur eine Aufbereitung (und zum Teil Verhüttung) der Erze durch, die PGM-Konzentrate werden dann an spezialisierte Firmen zur Lohn-Raffination gegeben.

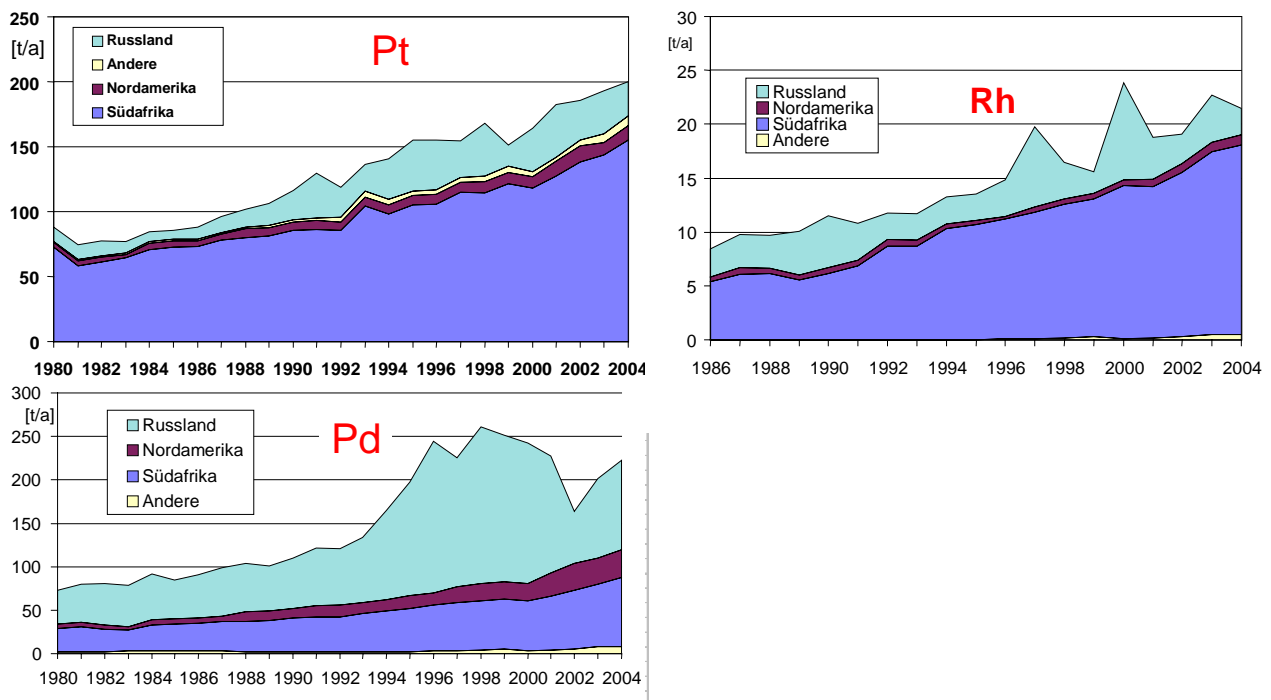


Bild 5: Primärproduktion und Exporte Russlands für Platin, Palladium und Rhodium [Werte nach 5]

Zusammengefasst ist bei Platin und Rhodium die klare südafrikanische Angebotsdominanz zu erkennen (ca. 80%) mit einer fast kontinuierlich verlaufenden Verdoppelung über die letzten 20 Jahre. Nach der Preisexplosion 2000/01 haben die südafrikanischen Platinproduzenten erneut eine erhebliche Ausweitung der Förderung in Angriff genommen, bis 2006 sollte diese um 75 t (+60% bezogen auf das Niveau von 1999) auf 195 t Pt gesteigert werden. Den größten Anteil daran hat Anglo

⁵ In 2003 hat Norilsk die Aktienmehrheit an der US-amerikanischen Stillwater-Mine übernommen, als ein Teil des Kaufpreises wurden 27 t Palladium aus Norilsk-Beständen exportiert und an Stillwater übertragen. In den Produktionswerten für 2003 sind diese Mengen nicht enthalten, da sie nicht marktwirksam wurden. Verkäufe aus diesem Stock in 2004 werden auf 11,7 t Pd geschätzt, diese sind bei den russischen Pd-Exportmengen 2004 berücksichtigt. [5]

Platinum mit einer geplanten Steigerung um fast 50 t, das Unternehmen allein würde dann jährlich knapp 110 t Platin produzieren⁶ [5]. Der starke Rand sowie eine Reihe anderer Schwierigkeiten haben die Expansion jedoch verlangsamt, was mit zum Preisanstieg bei Pt beigetragen hat. Die russische Bergwerksproduktion⁷ wird für 2004 auf gut 80 t Palladium, knapp 30 t/a Platin und 2 t/a Rhodium geschätzt, sie ist in den letzten Jahren relativ stabil geblieben. Die russischen Exportmengen schwanken sehr viel stärker und weisen vor allem bei Pd und Rh erhebliche Spitzen auf. Auffällig beim Rhodium ist der extrem hohe russische Export in 1997, der in diesem Zeitraum den Rh-Preis auf ein Langzeit-Tief von 200 \$/troz⁸ gedrückt hat. Trotz einer erneuten Exportspitze bei Rhodium in 2000 lag der Rh-Preis in diesem Zeitraum bei über 2000 \$/troz, es ist zu vermuten, dass ohne die russischen Exporte der Preisanstieg noch drastischer ausgefallen wäre. (vgl. Abschnitt 4)

Beim Palladium ist – getrieben von der später beschriebenen Nachfrageexplosion – das Angebot zwischen 1994 und 2001 stark gestiegen, was fast ausschließlich auf eine Ausweitung der Exporte Russlands zurückzuführen war. Es wird allgemein davon ausgegangen, dass diese Ausweitung vor allem durch hohe Verkäufe aus russischen Lagerbeständen erzielt werden konnte, während die Bergwerksproduktion von Norilsk in etwa auf konstantem Niveau von 75-85 t/a verblieben ist.

3.2 Nachfrage

Die Bilder 6 und 7 zeigen die Nachfragestruktur 2004 und deren zeitliche Entwicklung für die einzelnen Platinmetalle.

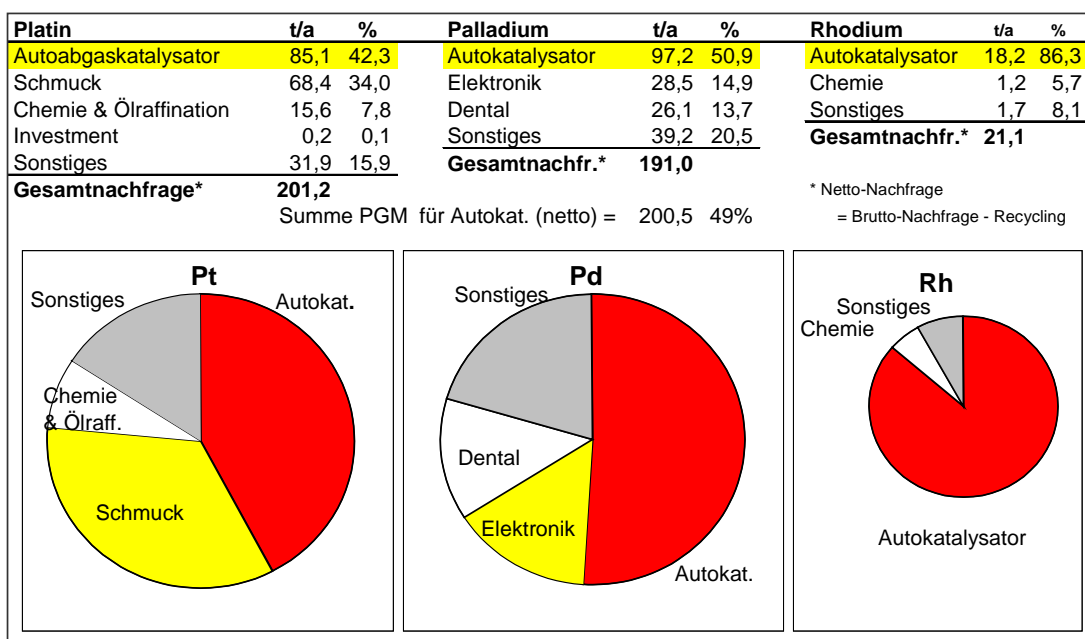


Bild 6: Nachfragestruktur 2004 Platin, Palladium und Rhodium [Werte nach 5]

⁶ 2004 wurde das Produktionsziel für 2006 auf 90 t zurückgenommen [5, 9]

⁷ Die Pd-Produktion stammt fast ausschließlich von Norilsk, beim Pt steuert das Unternehmen ca. 75% bei, der Rest kommt aus dem alluvialen Bergbau in Russlands fernem Osten.[5; 14]

⁸ Edelmetallkurse werden in den meisten Veröffentlichung traditionell in US-\$/troz angegeben. 1 troz entspricht 31,1035 g, 100 \$ troz damit 3.215 \$/kg. Die Fixings der Londoner Metallbörse werden inzwischen auch in €/troz veröffentlicht. Angaben zu Preishochs /-Tiefs in diesem Kapitel beziehen sich auf die \$-Notierung, je nach Wechselkursrelation \$/€ können diese in € zeitlich verschoben sein.

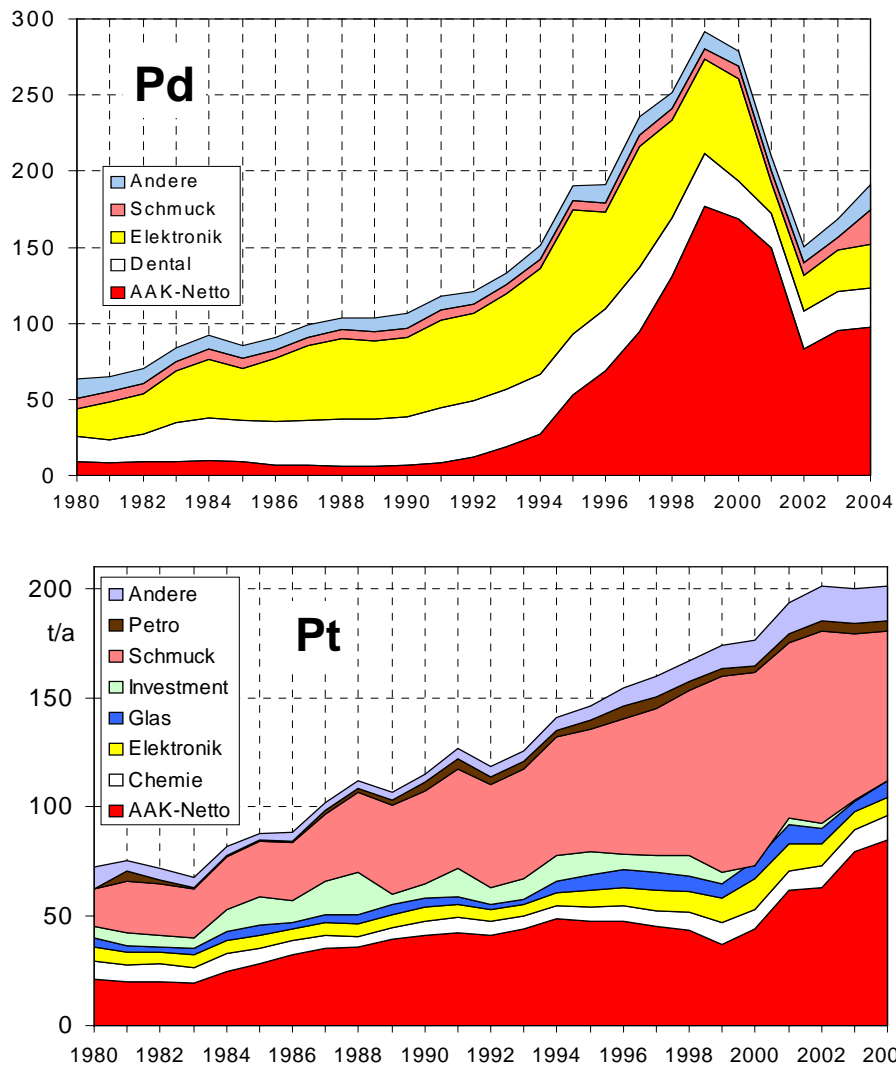


Bild 7: Entwicklung der Weltnachfrage (Nettoneubedarf) für Platin und Palladium nach Anwendungsbereichen [Werte nach 5]

Bei *Rhodium* spielt der Autoabgaskatalysator mit rund 85% des Nettoneubedarfs⁹ die ausschlaggebende Rolle. Das ganze Marktgeschehen findet hier damit faktisch zwischen drei Akteuren statt: Südafrika und Russland auf der Angebotsseite und die Automobilindustrie auf der Nachfrageseite. Wenn sich bei einem dieser Akteure Änderungen ergeben – oder auch nur genügend Marktteilnehmer glauben, es könnten sich solche Änderungen ergeben – dann hat das signifikante Auswirkungen auf der Preisseite, wie nachfolgend noch zu sehen sein wird.

Bei *Palladium* betrug in 2004 der Nachfrageanteil der Automobilindustrie 50%, in den Vorjahren hat er allerdings zeitweise erheblich darüber gelegen (Bild 7). Weitere wichtige Nachfragefelder für Palladium sind Dental und die Elektronikindustrie. In 2004 hat Palladium zum ersten Mal auch eine signifikante Rolle in der Schmuckindustrie gespielt (23 t bzw. 12%)¹⁰. Bild 7 zeigt, dass sich gerade beim Palladium die

⁹ Darunter verstanden wird der nicht durch Recycling gedeckte Teil der Nachfrage, d.h. die für die Versorgung erforderliche Bergwerksproduktion abzüglich der Lagerverschiebungen.

¹⁰ Traditionell wurde Pd im Schmuckbereich nur für Weißgold-Legierungen eingesetzt. Die hohen Pt-Preise haben in China (größter Verbraucher für Pt-Schmuck) aber zu einer teilweisen Substitution und einem Nachfrageboom nach dem billigeren Pd-Schmuck geführt.

Bedeutung der einzelnen Nachfragesegmente seit den neunziger Jahren deutlich zum Autokatalysator hin verschoben hat.

Mit „nur“ rund 40% am Nettoneubedarf spielt der Autokatalysator bei *Platin* noch die geringste Rolle. Dabei hat sich die Platin-Nachfrage für Autokatalysatoren seit 2000 mehr als verdoppelt (s.u.). Wichtigstes Nachfragesegment für Platin ist die Schmuckindustrie mit großen Märkten in Japan und seit dem Ende der neunziger Jahre auch China, das inzwischen Japan als größten Pt-Schmuck Nachfrager abgelöst hat. Wenn es zukünftig zum verstärkten Einsatz von Brennstoffzellen kommt, dann wird das allerdings zu einer deutlichen Ausweitung der Pt-Nachfrage aus der Automobilindustrie führen. Heute wird hier bei einem 75 kW Brennstoffzellen-Antrieb noch eine Pt-Beladung von 60 g/Fahrzeug benötigt, bis 2025 soll dieser spezifische Bedarf auf 15 g Pt abgesenkt werden, was aber immer noch deutlich über der PGM-Beladung eines Autoabgaskatalysators liegt [3].

Insgesamt stellt der Autoabgaskatalysator mit 200 t bzw. 49% in 2004 das wichtigste Nachfragesegment für die PGM dar. Einen Überblick zu den weiteren Nachfragemärkten der PGM gibt [5; 6; 17].

Die in Bild 6 gezeigte Nachfragestruktur ist die statische Betrachtung der aktuellen Situation. Gerade bei den Platinmetallen für den Autokatalysator hat in den letzten Jahren aber eine erhebliche Entwicklung stattgefunden, wie in Bild 8 dargestellt ist.

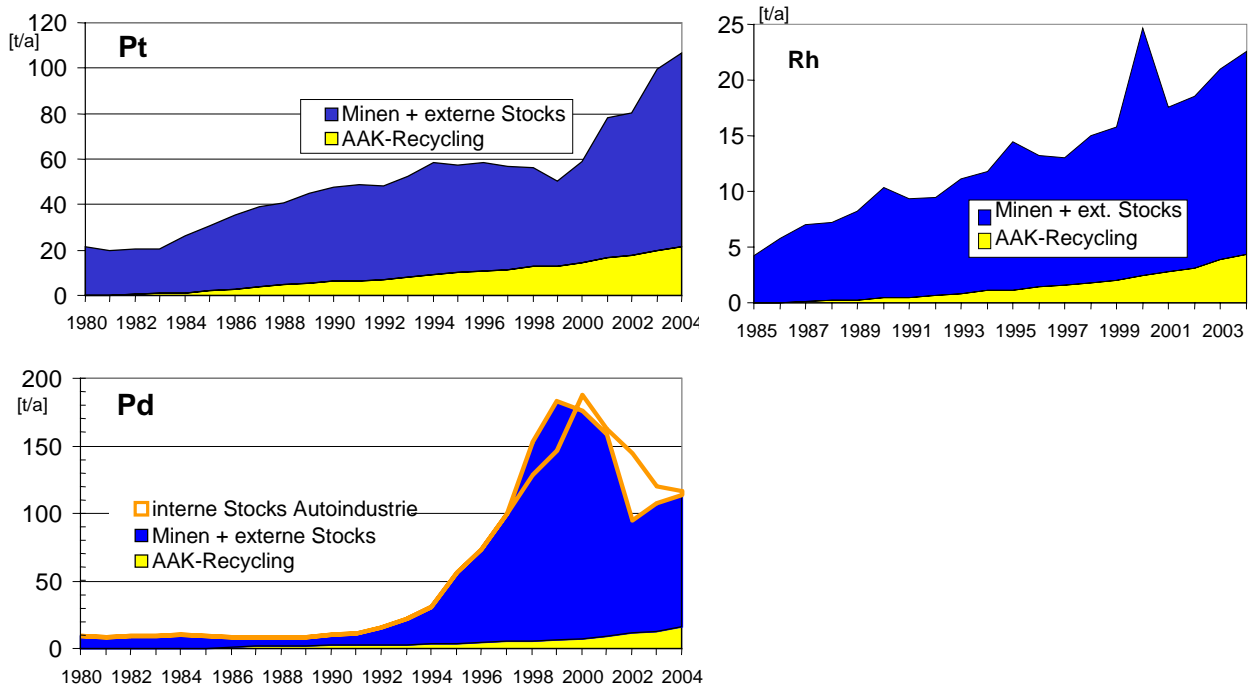


Bild 8: Brutto-Nachfrage Platin, Palladium und Rhodium sowie Recyclingmengen für Autokatalysatoren (AAK) weltweit [Werte nach 5]

Die *Platin-Nachfrage für Autokatalysatoren* ist seit 1980 von rund 20 t auf 110 t/a in 2004 angestiegen. Während der neunziger Jahre blieb sie relativ konstant, ab 2000 ist sie um 50 t gewachsen. In der Entwicklung spiegeln sich zwei Tendenzen wider: Beim 3-Wege Katalysator ist Platin zunächst in den neunziger Jahren zunehmend durch Palladium substituiert worden, andererseits hat die vor allem in Europa steigende Bedeutung von Pt-Oxidationskatalysatoren für Dieselfahrzeuge und die Einführung von Katalysatoren in neuen Regionen (Thailand, Indien, Taiwan etc.) dies

weitgehend kompensieren können. Nach dem Preishoch bei Palladium hatte zudem eine Rücksubstitution eingesetzt, Ende 2000 hatte z.B. General Motors angekündigt, wieder stärker Pt statt Pd einsetzen zu wollen [11]. Im aktuellen Jahrzehnt hat in Europa der Anteil von Dieselfahrzeugen stark zugenommen, mit deutlichen Einflüssen auf Nachfrage und Preis von Platin. Das erneute starke Preisgefälle zum jetzt wieder deutlich günstigeren Palladium induziert erneute Substitutionstendenzen, diesmal auch beim Dieselmotorkatalysator. Im April 2004 hat Umicore über die Entwicklung eines Dieselmotorkatalysators berichtet, bei dem rund ein Viertel der Pt-Beladung durch Pd ersetzt werden kann [12]. Das Recycling von Autokatalysatoren trug in 2004 zur Deckung von 20% der Platin-Nachfrage dieses Segments bei (s. Kapitel 8). Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass in der Automobilindustrie Platin auch für Zündkerzen und Lambda-Sonden verwendet wird, allerdings mit vergleichsweise geringen Mengen (insgesamt ca. 7 t/a).

Die *Palladium-Nachfrage für Autokatalysatoren* ist zwischen 1992 und 1999 um den Faktor 10 auf ein Hoch von 183 t angewachsen, dazu beigetragen haben sowohl die Substitution des Platins als auch die Tendenz zu insgesamt höheren Edelmetallbelastungen (vgl. Kap. 3). Aus Bild 7 geht hervor, dass es in den anderen Nachfragesegments zunächst so gut wie keine gegenläufigen Tendenzen gab, so dass der Autoabgaskatalysator voll auf die Palladium-Gesamtnachfrage durchgeschlagen hat. Diesem starken Nachfrageanstieg konnte nicht durch eine entsprechende Ausweitung der Produktion bzw. der russischen Exporte begegnet werden (vgl. Bild 5), was zu dem im nächsten Abschnitt dargestellten starken Preisanstieg geführt hat. Im Zuge dieser Entwicklung und temporärer Exportbeschränkungen aus Russland kam es zeitweise zu Fehleinschätzungen einiger Marktteilnehmer und auch der Automobilindustrie. So gab Ford Anfang 2002 Abschreibungen auf PGM-Vorräte in Höhe von 1 Mrd. \$ bekannt [5]. Vorausgegangen war ein interner Aufbau von großen PGM-Lagerbeständen, der unter anderem über langfristige Kaufverpflichtungen vorgenommen wurde. Es kann aus heutiger Sicht davon ausgegangen werden, dass durch diese Käufe das Preisniveau bei Pd noch weiter nach oben getrieben wurde, finanzielle Instrumente zur Wertsicherung der Vorräte wurden nicht ausreichend genutzt. Gleichzeitig wurde die Entwicklung von verringerten Pd-Beladungen und Substitution durch Pt forciert, wodurch die reale Nachfrage für die Katalysatorbeschichtung nachgab und im Gefolge der Pd-Preis drastisch einbrach. Die resultierenden internen Stocks bei der Automobilindustrie wurden auf über 40 t Pd geschätzt, die wie ein Damoklesschwert über dem Markt hingen und weiteren Druck auf die Pd-Preise ausübten. In Bild 8 sind Käufe der Automobilindustrie und realer Bedarf für Autokatalysatoren dargestellt. Von 2000 bis 2004 wurde auf diese internen Stocks zugegriffen, so dass die Automobilindustrie im Markt in entsprechend geringerem Umfang als Käufer aufgetreten ist. Erst Ende 2004 dürften die Stocks wieder beim normalen Arbeitsbestand angelangt sein [5]. Das Beispiel belegt, wie wichtig das Verständnis der Marktzusammenhänge der PGM für die Automobilindustrie ist. Das Pd-Recycling aus Autokatalysatoren trug in 2004 weltweit mit 14% zur Deckung der Bruttonachfrage bei.

Der *Rhodium-Bedarf für Autokatalysatoren* ist relativ gleichmäßig angestiegen, von 4 t in 1985 auf knapp 23 t in 2004. Da Rh, wie in Kapitel 3 dargestellt, vor allem zur Konvertierung der NO_x benötigt wird und hier kaum substituierbar ist, wird es bei der zunehmenden Bedeutung der NO_x -Problematik bei neuen Motorkonzepten (Direkteinspritzung, Magermotoren) auch zukünftig eher zu einer weiteren Ausweitung der Rh-Nachfrage kommen. Die Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für EU IV führt in vielen Fällen ebenfalls zu einer höheren Rh-Beladung. Demgegenüber steht in

Europa der steigende Anteil von Dieselfahrzeugen, für die kein Rh benötigt wird. Auch beim Rh konnte nach 1997 die Nachfrage nicht mehr durch eine entsprechende Angebotsausweitung aufgefangen werden, der Rückgang der russischen Exporte auf ein „normales“ Niveau führte zu einem starken Preisauftrieb. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Automobilindustrie in diesem Zeitraum auch interne Rh-Stocks angelegt hat, die in den Folgejahren aufgebraucht wurden. Nach einem zwischenzeitlichen Absinken des Rh-Preises auf 500 \$/troz kam es im Verlauf des Jahres 2004 zu einem starken Preisauftrieb bis über 1.500 \$/troz. Ca. 19% Rh aus dem Katalysator-Recycling konnten dem nicht entgegenwirken, ohne diese Recyclingmenge wäre die Preisentwicklung wahrscheinlich noch deutlicher ausgefallen.

1996 wurde *Iridium* (Ir), ein weiteres den Platingruppenmetallen zugeordnetes Edelmetall, erstmals für Autokatalysatoren eingesetzt. Die Firma Mitsubishi bestückte einen Katalysator für den direkt einspritzenden Magermotor (GDI) mit einem Ir-beschichteten Katalysator, in Kombination mit einem Pt/Rh-Kat. Obwohl sonst von keinem anderen Automobilhersteller Ir für Autokats verwendet wurde und auch bei Mitsubishi die Anwendung auf den GDI-Motor für in Japan zugelassene Fahrzeuge beschränkt blieb, hat sich vor allem durch diese neue Anwendung der Iridium-Preis kurzfristig stark verteuert (Bild 9). Bis Mai 1996 hatte der Preis über einen längeren Zeitraum bei 60 \$/troz (ca. 1.900 \$/kg) gelegen, dann verzehnfachte er sich innerhalb nur eines Jahres auf 575 \$/troz und lag danach von Januar 1999 bis Ende 2001 bei 415 \$/troz. Nach Umstellung des Ir-Katalysatorsystems auf die NO_x-Adsorber-Technologie (s. Kap. 3 u. 7) brach der Preis schnell wieder auf ein Niveau von unter 100 \$/troz ein. Der jüngste Preisanstieg beim Ir in 2004 steht nicht im Zusammenhang mit Autokatalysatoren. Die Entwicklung beim Iridium ist ein gutes Beispiel dafür, dass neue technologische Entwicklungen erhebliche Preisauswirkungen haben können, wenn die vorhandenen Ressourcen nicht entsprechend berücksichtigt werden. Da Iridium ein stark nachgeordnetes Koppelprodukt ist¹¹, ist eine Anpassung des Angebots an die gestiegene Nachfrage faktisch nicht möglich.



Bild 9:
Entwicklung der Preise für Iridium und Ruthen (in US-\$/troz)

¹¹ Iridium wird ausschließlich als Beimetall der anderen PGM gewonnen, die Hauptproduktion stammt aus Südafrika. Dort beträgt der Ir-Gehalt des Erzes nur etwa ein Drittel der Rhodium-Konzentration (s.Tab.1), bei Verhüttung und Ir-Raffination treten erhebliche Verluste auf. Offizielle Angaben zur südafrikanischen Iridium-Produktion sind nie bekannt gegeben worden, auch die vorhandenen Ir-Lagerbestände sind nicht veröffentlicht. Der derzeitige jährliche Ir-Bedarf liegt bei rund 3,5 t, davon ging zeitweise knapp ein Drittel in die Automobilindustrie (geringe Mengen davon auch für Zündkerzen), 30% werden von der Elektrochemie nachgefragt (Elektroden für die Chlor-Alkali Elektrolyse). Eine weitere wichtige Anwendung für Ir sind Tiegel zur Züchtung von Einkristallen für die Lasertechnik.

4 Preisentwicklung

Aus der zuvor beschriebenen Darstellung von Angebot und Nachfrage kann die Preisentwicklung gut nachvollzogen werden. Der allgemeine Trend bei Platin, Palladium und Rhodium beruht klar auf fundamentalen Daten, die im kurzfristigen Bereich durch spekulative Einflüsse ergänzt werden und entsprechende Schwankungen hervorrufen.

Bild 10 zeigt die Angleichung und zeitweilige Überholung des Platin-Preises durch Palladium, von 120 \$/troz Anfang 1997 auf in der Spitze 1.094 \$/troz im Januar 2001. Da im gleichen Zeitraum auch der US-\$ stärker geworden war, stellte sich in Euro betrachtet der Preisauftrieb noch deutlicher dar. Der Rhodium-Preis hatte sich von 1997 bis 2000 verzehnfacht und im August 2000 einen Spitzenwert von 2.600 \$/troz erreicht. Allerdings war Rhodium nicht immer so billig wie 1997, zwischen Juli 1990 und April 1991 hatte es schon einmal eine Rallye beim Rh-Preis gegeben, im Juli 1990 wurde der bisherige Rekordpreis (Tageswert) von 7.000 \$/troz erreicht, im Januar 1991 schnellte die Tageshöchstnotierung noch einmal auf 5.850 \$/troz. Damals standen einer starken Nachfrage aus der Automobilindustrie Lieferengpässe der südafrikanischen Minen bedingt durch technische Probleme bei der Konzentrat- aufarbeitung gegenüber, was – überlagert durch spekulative Einflüsse – die kurzfristige Preisexplosion bedingte. Die langfristigen Preiskurven mit Angabe der jeweiligen Monatshöchst- und -tiefstwerte für Platin, Palladium und Rhodium sind in Bild 1 dargestellt.

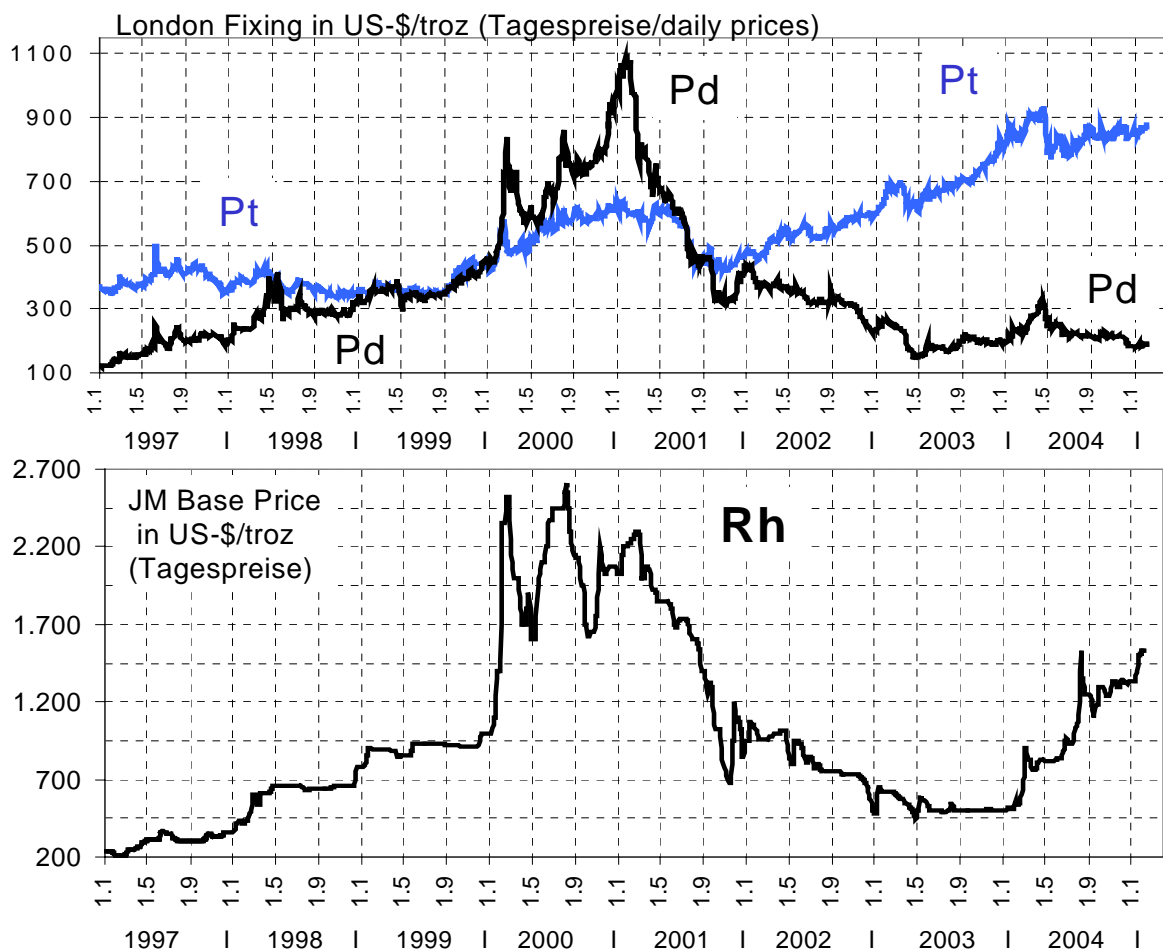


Bild 10: Preisentwicklung Platin, Palladium, Rhodium 1997 - 1/2005 (Tageswerte)

4.1 Preisauswirkungen auf die Automobilindustrie

Die starken Preisschwankungen bei den PGM haben erhebliche Auswirkungen für die Automobilindustrie. In Tabelle 2 sind für die Jahre 1999 bis 2004 die jeweiligen Durchschnittspreise für die Katalysatormetalle angegeben. Bezieht man die Änderungen der Durchschnittspreise zwischen zwei aufeinander folgenden Jahren auf die Bruttonachfrage nach PGM für Autokatalysatoren¹², so ergibt sich - wie in der Tabelle dargestellt - der Nettoeffekt (Delta) auf die PGM-Einkaufskosten der Autoindustrie. Errechnet man dieses Delta z.B. für die Jahre 1999 und 2000, dann hat die Preisentwicklung bei den Platingruppenmetallen die Automobilindustrie innerhalb nur eines Jahres rund 2,4 Mrd. US-\$ gekostet (vgl. Tab. 2), ohne dass für sie oder die Katalysatorhersteller irgendwelche kurzfristigen Möglichkeiten zur Gegensteuerung bestanden hätten. In den 3 Folgejahren wurde dieser Effekt wieder weitgehend kompensiert und die PGM Menge konnte - bezogen auf das Preisniveau von 2000 - in Summe um 2,2 Mrd. \$ günstiger eingekauft werden, maßgeblich beeinflusst durch den Preisverfall des Palladiums. Von 2004 auf 2003 erhöhten sich die durchschnittlichen Einkaufskosten für PGM aber wiederum um 0,9 Mrd. \$, getrieben vor allem durch Platin und Rhodium. Natürlich ist diese Betrachtung stark vereinfacht, sie zeigt aber die Hebelwirkung und die Größenordnung des Einflusses der PGM-Preise. In der Realität handelt es sich um ein hochgradig interdependentes System. Wie zuvor dargestellt, wurden die PGM-Preise durch die Entwicklung bei den Autokatalysatoren stark beeinflusst und die Preise haben die technische Entwicklung vorangetrieben.

	Durchschn.-Preis in \$/troz						Nachfrage f. Autokats t/a (2003)	Delta Mio. US\$/a				
	1999	2000	2001	2002	2003	2004		99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Pt	377	545	529	540	691	846	100	540	-51	35	485	498
Pd	358	681	603	337	200	230	108	1.122	-271	-924	-476	104
Rh	900	1998	1604	838	530	980	21	741	-266	-517	-208	304
	Gesamt						229	2.403	-588	-1.405	-198	906

Tabelle 2: Auswirkungen des PGM-Preisanstiegs für die Automobilindustrie

4.2 Einfluss der russischen PGM-Exporte

Bei den in Bild 10 dargestellten Preisen handelt es sich um Tageswerte. Es sind im kurzfristigen Bereich zum Teil extreme Ausschläge zu erkennen, die weniger mit fundamentalen Daten, als vielmehr mit kurzfristigen Ereignissen und spekulativen Einflüssen zu tun haben. Einige dieser Ereignisse für den extrem volatilen Zeitraum November 1999 bis Januar 2001 sind exemplarisch in Tabelle 3 zusammengestellt. Von besonderer Bedeutung waren dabei das Geschehen in Russland und die dortigen Exportbesonderheiten. Sie sind im Folgenden deswegen etwas ausführlicher aufgeführt.

Die offiziellen russischen PGM-Exporte stammen grundsätzlich aus drei verschiedenen Quellen:

¹² Um keine Überlagerung von Mengen- und Preiseffekten zu haben, wurde hier eine konstante Menge gewählt (mit 2003 als Basisjahr).

- Der Metallkonzern *RAO Norilsk Nickel* ist der weltgrößte Pd-Produzent und verfügt in gewissem Umfang über eigene PGM-Lagerbestände (Stocks). Es wird davon ausgegangen, dass der Pd-Bestand Ende 2004 "nur" noch zwischen 15 und 25 t lag [13; 15]
- Die Abteilung *Gokhran*, das Schatzamt des russischen Finanzministeriums verwaltet den russischen Edelmetall- und Edelsteinfonds. Es wird vermutet, dass dort der Großteil der russischen PGM-Vorräte angesiedelt ist. Verkäufe aus dem Edelmetallfonds müssen von der russischen Regierung genehmigt werden. Über die Höhe der Vorräte beim Gokhran gehen die Vermutungen weit auseinander, mit "unter 150 t Pd" als unterem und 450 t ("zweifache Weltjahresförderung") als oberer Schätzwert [15].
- Weitere PGM-Stocks sind bei der russischen *Zentralbank* vorhanden. Diese hat angeblich 1997 rund 250 t Palladium (das lag rund 50 t über dem damaligen Welt-Pd Jahresbedarf !) vom Gokhran gekauft [14].

Sowohl Zentralbank als auch Gokhran kaufen zeitweilig Platinmetalle von den Minen an (Norilsk-Nickel sowie aus der alluvialen Produktion).

Angaben zur Höhe der Stocks der zuvor genannten Institutionen wie auch zu der jährlichen Bergwerksproduktion und den geologischen Vorräten sind Staatsgeheimnis, es liegen nur grobe und oft widersprüchliche Schätzwerte vor. Relativ sicher ist, dass zwischen 1994 und 2001 massive Pd-Verkäufe (500 t ?) aus russischen Stocks stattgefunden haben, in den Folgejahren ist es wahrscheinlich wieder zu einem leichten Stockaufbau gekommen. Auch bei Rhodium und Platin sind Exporte aus russischen Stocks zeitweilig entscheidend für die Nachfragebalance gewesen und haben starken Einfluss auf die kurzfristige Preisentwicklung genommen.

Alle offiziellen PGM-Exporte Russlands wurden bis 2000 ausschließlich über die staatliche Außenhandelsgesellschaft *Almazjuvelirexport* (Almaz) abgewickelt. Voraussetzung war die Vergabe von Exportlizenzen durch das *Innenministerium*, die in der Regel für 1 Jahr den oben genannten Stockinhabern Exportquoten für die einzelnen Platingruppenmetalle zubilligte. Die Genehmigung dieser Exportquoten unterlag der Zustimmung der Duma und des russischen Präsidenten, dieser Genehmigungsprozess hatte sich in den Jahren bis 2000 oft über mehrere Monate hingezogen (begleitet von Gerüchten, Falschmeldungen und Spekulationen), was zu heftigen Preisausschlägen bei Platin- und Palladium und durch die zeitweilig auftretende physische Verknappung zu einem sprunghaften Anstieg der Leihzinsen geführt hat (vgl. Tab. 3). Im März 1999 wurde mitgeteilt, Präsident Jelzin habe ein Dekret unterzeichnet, welches Norilsk Nickel eine 10 jährige Exportlizenz für Palladium zukommen lässt. Auch Almaz kann inzwischen direkt exportieren.¹³

Vor allem Norilsk Nickel hat sich seit dem intensiv für eine Aufhebung des Staatsgeheimnisses über russische PGM-Daten eingesetzt. Es wird darin wohl zu Recht eine Verunsicherungsquelle vor allem für die Pd-Nachfrager gesehen, die zu einer Forcierung von Substitutions- und Einsparbemühungen beiträgt. Einige Analysten sehen von der Ungewissheit über die tatsächliche Höhe der russischen Stocks (und der Angst, dass diese vielleicht noch größer sein könnten als angenommen) auch

¹³ Die offiziellen russischen Exporte für Pt und Rh kamen im März 1999 wegen legislativer und administrativer Hemmnisse vollständig zum Erliegen und wurden erst im April 2000 wieder aufgenommen. Lediglich Norilsk konnte auf Basis der 10-Jahres Exportquote Pd aus der laufenden Minenproduktion exportieren und damit den Markt vor der völligen „Katastrophe“ bewahren.

einen Preisdruck auf Palladium ausgehen. Im November 2003 soll Präsident Putin einem Gesetz zur Lockerung des PGM-Staatsgeheimnisses zu geologischen Vorräten, Produktions- und Verkaufsdaten der PGM zugestimmt haben, bei dem allerdings staatliche PGM-Stocks und -Verkäufe weiterhin der Geheimhaltung unterliegen. Im Februar 2004 soll dieses Gesetz verabschiedet worden sein, aber Norilsk wurde eine Veröffentlichung von PGM-Daten weiterhin untersagt, da noch die Zustimmung einzelner Ministerien und verschiedene administrative Prozesse erforderlich seien. Bis Ende 2004 ist noch immer keine Veröffentlichung von offiziellen PGM-Daten erfolgt und es ist nicht unwahrscheinlich, dass noch weitere Verzögerungen auftreten werden (mit ungewissem Ausgang). [5, 14]

4.3 Preisentwicklung seit 2000

Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, wie sich in 1999/2000 fundamentale Daten, Nachrichtenlage und Erwartungen der Marktteilnehmer massiv auf die Preise ausgewirkt und eine beispiellose Hausse der Platinmetalle mit allerdings extremen Kursschwankungen herbeiführt haben. Im Zeitraum von Dezember 1999 bis März 2000 lagen die Preisspannen für Pt bei 431-580 \$/troz, für Pd bei 397-840 \$/troz und für Rh bei 910-2.525 \$/troz. Auch in den Folgemonaten kam es weiterhin zu starken Preisausschlägen bei den Katalysatormetallen. Ab November 2000 setzte dann der Pd-Preis zu einem neuen Höhenflug an, der am 26. Januar 2001 bei 1.094 \$/troz (74.346 €/kg) endete und anschließend in einen massiven Preisverfall bis auf 148 \$/troz (4.319 €/kg) im April 2003 überging. Auch Pt wurde von der Preisrallye beeinflusst und notierte von Dezember 2000 bis Juni 2001 oberhalb von 600 \$/troz. Im Gegensatz zu Pd war der anschließende Preiseinbruch bei Pt auf 415 \$/troz nur von kurzer Dauer, bereits im Herbst 2001 setzte eine erneute Pt-Preisrallye ein, die ihren Höhepunkt erst im April 2004 mit 934 \$/troz erreichte. Seit dieser Zeit notiert Platin beständig über 800 \$/troz.

Die Ereignisse im Zeitraum 2000 haben das Vertrauen vieler Anwender vor allem in Verfügbarkeit und relative Preisstabilität von Palladium nachhaltig erschüttert. Nicht nur in der Katalysator- und Automobilindustrie haben massive Substitutionsbemühungen und Einsparungen eingesetzt. So hat z.B. die Elektronikindustrie, die bis zu Beginn der neunziger Jahre der wichtigste Pd-Verbraucher war, für die Produktion von Vielschichtkondensatoren (MLCC=multi-layer ceramic capacitors) Palladium massiv durch Nickel substituiert¹⁴. Auch im Dentalbereich ist die Nachfrage nach Pd stark zurückgegangen.

Aktuelle Meldungen können immer wieder Einfluss auf die kurzfristige Preisentwicklung nehmen. Als z.B. Umicore am 2. April meldete, einen neuen Dieselmotorkatalysator entwickelt zu haben, bei dem rund ein Viertel der Platinbeladung durch Palladium ersetzt werden kann [12], schnellte der Pd-Preis innerhalb eines Tages um 25 \$/troz (9%) nach oben während Pt um 20 \$ nachgab (Bild 10).

Auch Golfkrieg und die Entwicklung von Ölpreis und Dollarkurs schlagen sich in den PGM-Preisen nieder, allerdings ist die Richtung nicht immer eindeutig voraussagbar. In 2004 haben Fonds im Umfeld eines schwachen US-\$ verstärkt wieder in PGM

¹⁴ Da für Nickel-basierte MLCC die Investition in eigene Fertigungsstraßen erforderlich war, ist diese Substitution faktisch irreversible. Entfielen 1999 noch rund zwei Drittel des Marktes MLCC auf die Pd-Technologie, so hatte in 2004 die Ni-Technologie bereits einen Anteil von zwei Dritteln an diesem starken Wachstumsmarkt (Verwendung für Mobiltelefone, Computer etc.) eingenommen. [5; 6; 14]

investiert. Als der Dollar sich im Dezember 2004 zeitweilig erholte, sollen Fonds wieder PGM verkauft haben, der Platin-Preis fiel innerhalb von nur 4 Handelstagen von 884 \$ auf 816 \$/troz, Palladium rutschte auf 174 \$ ab. Bis Januar 2005 haben sich für beide Metalle die Preise aber wieder erholt. [9]

Tabelle 3: Einflüsse auf die PGM-Preisentwicklung 1999/2000 [nach 5; 10]

<u>Ereignisse des Monats in chronologischer Reihenfolge</u>	
Nov. 1999	<p>Russische Zentralbank informiert über Exportschwierigkeiten bei Pt/Rh wegen der unklaren Gesetzeslage.</p> <p>Bei knapper physischer Liquidität steigen die Leihzinsen für Pt auf über 50%. Gerüchte über angebliche Unregelmäßigkeiten innerhalb der am PGM-Export beteiligten russischen Institutionen verstärken Unsicherheit über russische Pd-Lieferungen.</p>
Dez. 1999	<p>Meldung, dass die Duma in dritter Lesung eine Gesetzeskorrektur verabschiedet habe, die Pt- und Rh-Exporte wieder ermöglichen würde.</p> <p>Anschließend mehren sich die Anzeichen, dass der erforderliche administrative Prozess in 1999 nicht mehr abgeschlossen wird.</p> <p>Vor allem beim Pd finden zum Jahresende Vorratskäufe in Erwartung von Lieferproblemen Russlands zu Beginn des kommenden Jahres statt.</p> <p>22.12.: Russisches Oberhaus gibt Zustimmung zur erforderlichen Gesetzeskorrektur für Pt-/Rh Export.</p> <p>Rücktritt von Boris Jelzin.</p>
Jan. 2000	<p>Ankündigungen aus Russland, die Pt-/Rh-Exporte wieder aufnehmen zu wollen.</p> <p>Hohe physische (industrielle) Nachfrage für PGM.</p> <p>Meldungen über ausbleibende physische Lieferungen aus Russland.</p> <p>Reuters Artikel berichtet, dass die südafrikanischen Minen nicht in der Lage sein werden, die entstandene Versorgungslücke beim Pt zu schließen.</p> <p>Pt-Leihzinsen steigen zum Monatsende auf bis zu 80% p.a.</p>
Febr. 2000	<p>Hohe physische Nachfrage nach Pd vor allem aus der Automobilindustrie, physische Lieferungen aus Russland bleiben weiterhin aus.</p> <p>7.2.: ein russischer Regierungssprecher kann nicht sagen, wann das Dekret zur Festlegung der Exportquoten vom Präsidenten unterzeichnet werden wird.</p> <p>Japanische Spekulanten, die an der TOCOM auf russische Lieferungen und fallende Preise gesetzt hatten, schließen panikartig ihre Short-Positionen.</p> <p>Die TOCOM ändert Handelsregelungen für Terminkontrakte, an der NYMEX werden Einschusszahlungen für Terminkontrakte deutlich erhöht.</p> <p>17.2.: Neues 12-Jahreshoch bei Pt, anschließende Verkäufe (Gewinnmitnahmen) lassen den Pt-Preis innerhalb von 3 Tagen um 60 \$/troz fallen.</p> <p>Ende Februar: Meldungen über Streik beim größten südafrikanischen PGM-Produzenten Anglo Platinum.</p>
März 2000	<p>2.März: Meldungen, dass Präsident Putin das Dekret zur Festlegung von Exportquoten für 2000 unterzeichnet habe.</p> <p>NYMEX und TOCOM passen erneut Handelsregelungen an mit dem Ziel der Marktberuhigung.</p> <p>Erwartungen über einen Sieg Putins bei den bevorstehenden russ. Präsidentenwahl am 26.3. führen zu einem Preisrückgang.</p> <p>Gerüchte über im Markt aufgetauchtes russisches Palladium.</p> <p>Pd-Verkäufe aus den Beständen des amerikanischen Tiger Fonds.</p>
April 2000	<p>Meldungen über zukünftigen chinesischen Pt-Verbrauch für Autokatalysatoren treiben Preis bis 521 \$/troz, Gewinnmitnahmen führen zu Rückgang. Pd folgt der Entwicklung.</p> <p>10.April: Norilsk meldet, dass mit weiteren Verzögerungen russischer PGM-Exporte zu rechnen sei, da die zuständigen Behördenvertreter abwesend seien</p>

	<p>20.April: Norilsk meldet, mit Pt- und Rh-Exporten begonnen zu haben. Russland verkauft über mehrere Tage größere Rh-Mengen.</p> <p>Ende April: Physische Pt-/Pd-Lieferungen bleiben knapp, Short-Positionen müssen aufgelöst werden und treiben die Kurse. Bei geringer physischer Liquidität lösen kleine Kaufs-/Verkaufsmengen deutliche Preisbewegungen aus.</p>
Mai 2000	<p>Gewinnmitnahmen drücken Preise zu Monatsbeginn.</p> <p>12.Mai: In einem Interview prognostiziert der CEO von Anglo Platinum eine steigende Pt-Nachfrage (Substitution von Pd in Autokats, Schmuck).</p> <p>15.Mai: Russische Produzenten sagen, den PGM-Bedarf für 2000 mühelos decken zu können.</p> <p>Die amerikanische Umweltschutzbehörde EPA schlägt vor, die Emissionsgrenzwerte für Diesel-LKW drastisch zu senken, was einen deutlich höheren Pt-Verbrauch bewirken würde.</p>
Juni 2000	<p>Aussagen aus dem Umfeld des Gokhran, der Fonds werde in 2000 keine PGM aus Stocks verkaufen, Pd sei auch praktisch nicht mehr vorhanden.</p> <p>In den London Fixings wird kaum Pd angeboten. Pt u. Rh folgen der Entwicklung.</p> <p>Gerüchte über Pt-Käufe von Fonds. Gewinnmitnahmen zum Monatsende.</p>
Juli 2000	<p>Sporadische russische Verkäufe und Meldungen über Vertragsverhandlungen mit Japan.</p> <p>Befürchtungen über Streik beim südafrikanischen Produzenten Anglo Platinum.</p> <p>Nachrichten über Schwierigkeiten bei den Vertragsverhandlungen zwischen Almaz und Japan.</p>
Aug. 2000	<p>2.Aug.: Preisrallye führt zu Kurs-Rekorden bei den PGM; Gewinnmitnahmen.</p> <p>4.Aug.: Die NYMEX erhöht Einschusszahlungen für Pd-Terminkontrakte drastisch, Liquidation von Pd-Long-Positionen bei Fonds und Spekulanten.</p> <p>9.Aug.: Ford meldet, bei Autokats von Pd auf Pt wechseln zu wollen.</p> <p>Meldungen aus Japan, Vertragsverhandlungen ständen kurz vor dem Abschluss.</p> <p>Russische Pd-Verkäufe drücken auf Preis.</p> <p>Monatsende: Interfax meldet, die russische Regierung habe noch nicht entschieden, ob Pt/Pd aus den staatlichen Reserven verkauft werden soll.</p>
Sept. 2000	<p>2.Sept.: Meldungen über Pd-Vertragsabschluss zwischen Norilsk und 2 japanischen Handelshäusern.</p> <p>Monatsanfang: Bericht über Zunahme des chinesischen Pt-Verbrauchs um 30%.</p>
Okt. 2000	<p>11.Okt.: drastische Erhöhung der Einschusszahlungen für den Okt. Pt-Kontrakt an der NYMEX. Norilsk Nickel meldet, man wolle Lieferungen aus angestrebten langfristigen Verträgen mit japanischen Abnehmern im Jan. 2001 aufnehmen, für Pt und Rh hoffe man, bald Exportquoten genehmigt zu bekommen.</p>
Nov. 2000	<p>1. Nov.: Der Gokhran-Leiter wird von Interfax zitiert, dass Gokhran in 2000 keine PGM verkauft hat und auch in 2001 keine verkaufen werde, weil das Schatzamt nicht mehr über genügend Vorräte verfüge, um den Markt zu beeinflussen.</p>
Dez. 2000	<p>Allgemeine Befürchtungen über ausbleibende russische PGM-Lieferung im neuen Jahr treiben die Preise nach oben, trotz Aussagen von Norilsk und Almazjuvelirexport, man werde ab 2001 die Pd-Lieferungen auf Basis der 10 Jahres Exportquoten wieder aufnehmen.</p> <p>13.12.: GM meldet, man wolle ab 2002 den Pd-Verbrauch um 40-60% senken durch den Einsatz von Pd-freien Katalysatoren.</p>
Jan. 2001	<p>Steigende Leihraten und Gerüchte über weitere Verzögerungen der russischen Exportquoten treiben Pd-Preis auf Allzeithoch von 1094 \$ und Pt auf 645 \$/ trotz.</p>
Febr. 2001	<p>Gerüchte über kurz bevorstehende Exportquotenerteilung. Pt-Verkäufe bei Fonds setzen ein, Norilsk nimmt auf Basis der ab 1.1. gültigen 10-Jahresquote Spotverkäufe bei Pd vor. 68 t Pd unbekanntem russischen Ursprungs (Gokhran/Zentralbank?) werden in schweizer Lager transferiert und wahrscheinlich zum Teil verkauft. Preisverfall der kommenden Monate wird eingeleitet</p>
März 2001	<p>Präsident Putin unterzeichnet Exportquoten und russische Exporte für Pt und Rh werden wieder aufgenommen.</p>

4.4 Ursachen der Preisvolatilität der Platinmetalle

Wie aufgezeigt, sind bei den PGM die Preisbewegungen insgesamt sehr viel heftiger als bei anderen Rohstoffen. Dafür gibt es zusammengefasst folgende Gründe:

- PGM werden weltweit nur in wenigen Förderländern abgebaut, die zum Teil nicht stabil sind. Die Nachfrage wird von wenigen Anwendungen dominiert, von denen Autokatalysatoren eine zentrale Bedeutung haben.
- Politische, gesetzgeberische und technische Faktoren sowie Wechselkurseinflüsse können eine entscheidende Rolle spielen.
- Die Unsicherheit über Gesetzgebung, Vorräte und tatsächliche Exporte Russlands provoziert spekulative Einflüsse.
- Fonds spielen heute ebenfalls eine wichtige Rolle für Angebot und Nachfrage nach PGM und können starken Einfluss auf die kurz-/mittelfristige Preisentwicklung nehmen. Über das Ausmaß von Stocks bei den Fonds und deren Verkaufs-/Ankaufsaktivitäten herrscht meist eine ähnliche Unsicherheit wie über die russischen Aktivitäten.
- PGM werden phasenweise schneller in größeren Mengen benötigt, als Produktionsausweitungen möglich sind.
- Sie unterliegen der Gefahr von physischer Hortung durch Verbraucher oder informierte Spekulanten.
- Pt und Pd sind als commodities an Börsen (Tokio und New York) notiert und damit anfällig für „Papierspekulation“. Durch die geringe Börsen-Liquidität kommt es zeitweise zu Panikreaktionen. Für Rh, Ru, Ir gibt es keine Börsennotierung sondern nur einen sehr engen Händlermarkt, bzw. direkte Verträge zwischen Produzenten und Verbrauchern. Käufe oder Verkäufe von wenigen kg dieser Metalle können bereits erhebliche Preisschwankungen auslösen. Die täglich veröffentlichten Produzentenpreise (Johnson Matthey Base Price) sind nur ein Indiz für das aktuelle Marktniveau und besagen keinesfalls, dass zu diesem Preis auch z.B. Rh gekauft oder verkauft werden kann. Da Rh nicht börsennotiert ist, gibt es auch keine Möglichkeiten der Kurssicherung (hedging).
- Die Verknappung an kurzfristig physisch verfügbarem Pt oder Pd (Backwardation) kann neben dem Kurs auch die Leihezinsen¹⁵ drastisch nach oben treiben. 1998 bewegten sich die Pt-Leihezinsen im kurzfristigen Bereich zwischen 3% und 17% p.a., der Pd-Leihezins schwankte im gleichen Zeitraum von 8% bis 235 % p.a.! Auch 1999/2000 bestand eine erhebliche Bandbreite bei den Leihezinsen (Pt: 2 – 80%; Pd: 3 – 20%). Wenn in solchen Hochzinsphasen - gekoppelt mit einem vielleicht nur spekulativen Preispeak - ein Nachfrager physisches Metall benötigt, dann hat er die Wahl zwischen „Pest und Cholera“. Wenn er im Hoch kauft, riskiert er Buchverluste bei einem erwarteten späteren Preisrückgang, wenn er zur Überbrückung des physischen Engpasses Metall leiht, hat er extreme Finanzierungskosten zu verkraften.
- Die Edelmetallkurse können sich gegenseitig beeinflussen, auch wenn es dafür keine fundamentalen Gründe gibt. So hat z.B. der Goldanstieg im September 1999 auch den Pt-Preis mit nach oben gezogen.[10]

¹⁵ Zinssatz per annum für das physische Ausleihen von Metallen über einen definierten Zeitraum, zu leisten an den Leihegeber. Vergleichbar mit dem Geldzins für Währungsanleihen.

5 Ausblick

Die ausreichende Versorgung mit Platingruppenmetallen ist von zentraler Bedeutung für die Automobilindustrie. Bild 11 zeigt hierzu die Angebots-/Nachfragerelation der letzten Jahre.

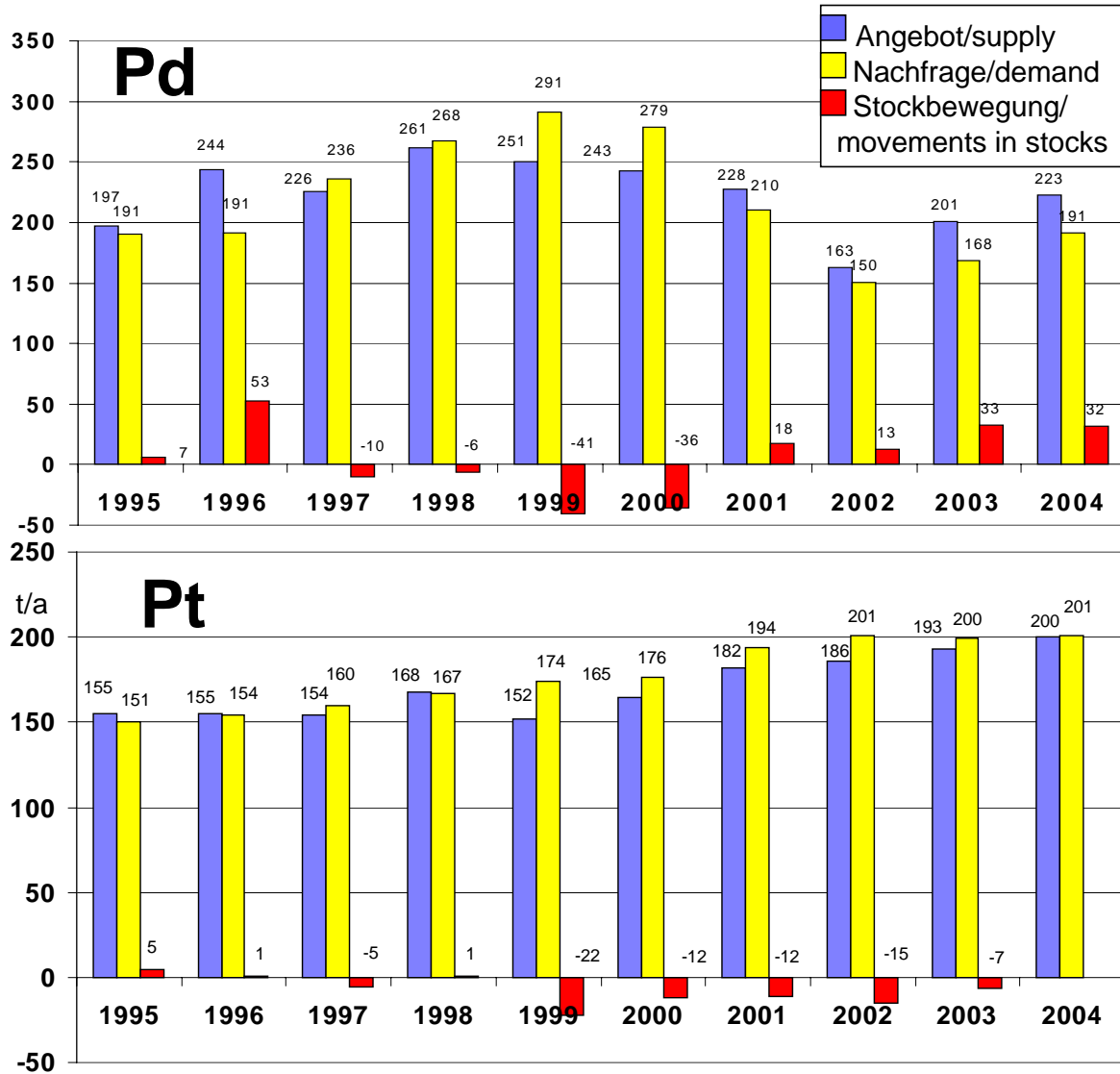


Bild 11: Globale Angebots-/Nachfragebalance für Palladium und Platin sowie resultierende Lagerverschiebungen der westlichen Welt (ohne interne Verbraucherläger)

Die Graphik in Bild 11 zeigt die Markteinschätzung wie sie von Johnson Matthey (JM) gesehen wird, einige Analysten schätzen diese etwas anders ein. Während JM für Palladium in 2004 einen Überschuss sieht, geht GFMS von einem leichten Defizit aus [5; 6; 15]. Allerdings liegen auch unterschiedliche methodische Ansätze vor allem bei der rechnerischen Berücksichtigung von Stocks und der Einschätzung von deren Ausmaß zu Grunde. Weitgehende Einigkeit herrscht Ende 2004 bei Platin, hier wird nach einem mehrjährigen Versorgungsdefizit zum ersten Mal ein ausgeglichener Markt und für 2005 ein leichter Überschuss gesehen. Trotzdem werden von den

meisten Analysten für Platin in 2005 weiterhin Preise in einem Preisband von 700-900 \$/troy gesehen, während Palladium deutlich schwächer bei 150-250 \$/troy eingeschätzt wird. Wieweit sich diese Voraussagen bewahrheiten werden, hängt im kurz- und mittelfristigen Bereich vor allem davon ab, wie stark die südafrikanische Förderung gesteigert werden kann, wie preissensitiv vor allem der chinesische Schmuckmarkt auf die Entwicklung bei Platin- und Palladium reagiert und wie sich die Fonds verhalten werden. Mittel- bis langfristig sind die technischen Entwicklungen und die damit verbundene industrielle Nachfrage entscheidend. Hier spielt die Nachfrage der Automobilindustrie eine wichtige Rolle und zwar nicht nur für den Autoabgaskatalysator sondern auch für die Brennstoffzelle. Sofern diese Anwendung für den mobilen Bereich in einigen Jahren eine signifikante Größenordnung erreicht, dann wird dies zu einem deutlichen Nachfrageanstieg für Platin führen. Wie zuvor aufgezeigt kann diesem vor allem durch die südafrikanische Minenindustrie begegnet werden, es würde aber durch die Koppelproduktion zwangsläufig dadurch auch ein höheres Angebot an Palladium und Rhodium induziert, das - sofern es auf keine entsprechende Nachfrage stößt, auf die Preise dieser Metalle drücken wird.

Eine erhebliche Überschätzung wird nach meiner Einschätzung derzeit der zukünftigen Sekundärversorgung von PGM aus dem Recycling von Autokatalysatoren (und Elektronikschrott) zugemessen. Einige Analysten sehen bereits 2006 einen gleichen Anteil Pt/Pd aus dem Autokatalysator-Recycling wie aus der Minenproduktion [13], viele erwarten für die kommenden Jahre eine "Schwemme" an Sekundärmaterial aus dieser Quelle, vor allem bei Palladium [16; 9; 6]. Auch wenn die nächsten Jahre sicherlich einen weiteren Anstieg der Recyclingmengen bringen werden, so wird dieser - wie in Kapitel 8 dargelegt - deutlich geringer ausfallen, als weithin angenommen. Es sei denn, es gelingt die strukturellen Defizite des Recyclingmarktes besser in den Griff zu bekommen (vgl. Kap. 8).

6 Absicherungsmöglichkeiten für die Automobilindustrie

Wie zuvor dargestellt, stellen die PGM-Märkte und die Anwendung Autoabgaskatalysator ein stark interdependentes System dar. Für einen individuellen Nachfrager kann es durchaus sinnvoll sein, bei Preisanstieg eines Metalls dieses durch ein anderes zu substituieren. Folgt aber eine ganze Branche diesem Ansatz in der gleichen Richtung, dann führt diese - wie in der Vergangenheit geschehen - leicht zu einer kollektiven Übersteuerung. Die Angebots-/Nachfragerrelation kann sich dadurch substantiell verschieben, die Preisverhältnisse können sich umkehren und eine erneute Substitutionswelle auslösen. Verstärkt wird der Effekt dadurch, dass durch die technischen Implikationen eines Wechsels der Edelmetallbeladungen Substitutionsentscheidungen weder kurzfristig umgesetzt noch schnell wieder zurückgenommen werden können¹⁶. Es gilt daher, durch geeignete Maßnahmen die Abhängigkeiten von der Primärproduktion zu verringern, eine größere Flexibilität sowie eine schnellere Umsetzung zu ermöglichen sowie ein kollektives "Aufschaukeln" des Systems zu verhindern. Hier bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die nicht alternativ, sondern am besten als Maßnahmenpaket angegangen werden sollten und in die verschiedenen Akteure einer Kette einzubinden sind:

¹⁶ In der Ökonomie wird diese wechselseitige Abhängigkeit mit Zeitversatz als "Schweinezyklus" bezeichnet.

- Anpassung des Beladungsmix von Katalysatoren an die Verfügbarkeit der Platinmetalle, d.h. in etwa Pt:Pd:Rh= 1:1:0,1.
- Doppelstrategien für Motoren mit großen Stückzahlen, d.h. Zertifizierung sowohl Pt-reicher als auch Pd-reicher Kat-Systeme für eine bestimmte Motorvariante, um kurzfristig auf Preistrends reagieren zu können. (Dies bedeutet hohe Flexibilität, aber doppelte Zertifizierungskosten; Gefahr der "kollektiven Übersteuerung").
- Gleichmäßigere Verteilung von Pt und Pd über die Haupt-Motorvarianten eines Herstellers, z.B. Modell 1 Pt-reich, Modell 2 Pd-reich (weniger Flexibel als Doppelzertifizierung, aber bessere Risikoverteilung bei Preissprüngen eines einzelnen Metalls und fundamental Nachfrage-/Preis-stabilisierende Wirkung).
- Auf- und Ausbau eines geschlossenen Recycling-Kreislaufs, um verstärkt Sekundär-PGM einzusetzen und damit die Abhängigkeit von den Primär-PGM zu verringern (vgl. Bild 12 und Kap. 8).
- Etablierung von Ankaufsmodellen für PGM gemeinsam mit dem Edelmetallmanagement des Katalysatorbeschichters, welche die Gefahr von Fehlspekulationen bei der Edelmetallbeschaffung minimieren.

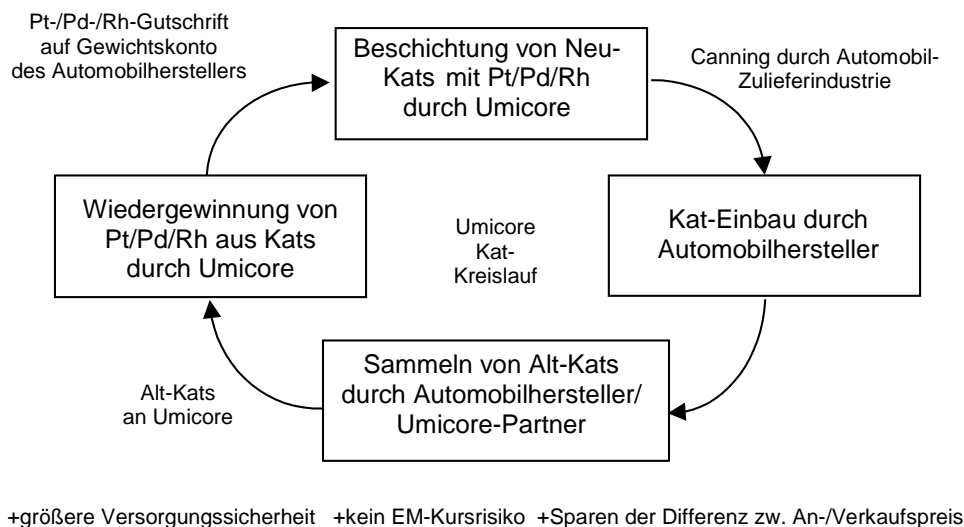


Bild 12: Recycling-Kreisläufe verringern die Abhängigkeit von der Minenproduktion

7 Literatur

- [1] Cawthorn, R.G.: The platinum and palladium resources of the Bushveld-Complex, South African Journal of Science 95, Nov/Dec. 1999, S. 481-498.
- [2] Weiser, T.: Neue Erkenntnisse über Mineralisation und Potential der Edelmetalle Gold und Platin in den GUS-Ländern, Erzmetall 45 (1992), Nr. 7-8, S. 407-415.
- [3] TIAX LLC: Platinum availability and economics for PEMFC commercialization, Dec. 2003, DE-FC04-01AL67601.
- [4] Steel, M.: Platinum production for fuel cell commercialisation, in: Proceedings of 28th International Precious Metals Conference (IPMI), 2004.
- [5] Johnson Matthey, Platinum 2004 (May 2004) und Platinum 2004 - Interim Review (Nov. 2004), sowie entsprechende Vorjahresausgaben, London (www.platinum.matthey.com)
- [6] GFMS: Platinum & Palladium Survey 2004, London, May 2004 (www.gfms.co.uk).
- [7] O.V.: Hartley Adds Platinum to Zimbabwe's Portfolio, Metal Bulletin Monthly, Nov. 1996, S. 62-64.
- [8] O.V.: Major Expansion Eyed for Lac des Iles Mine, Metal Bulletin, 17.1.2000, S.11.
- [9] CRU: Precious Metals Monitor Update, Jan. 2005 (www.crumonitor.com).
- [10] Umicore: Edelmetall Marktbericht, 3. Quartal 2004 (und vorausgegangene Ausgaben), Hanau (www.em-preise.de)
- [11] O.V.: GM will Verbrauch von Palladium drastisch senken, VWD, 14.12.2000, S.2.
- [12] Umicore Press Release: Palladium use in diesel emission control systems for cars now a reality, 2.4.2004
- [13] Hargreaves, B.: Pt v Pd - can platinum stay on top? Metal Bulletin Monthly, Nov. 2004, S. 38-39
- [14] Norman, R.: Russian Platinum Group Metals, Commodities Now, March 1999, S. 37-44.
- [15] Buchanan, S.: Palladium data due for defrosting, Metal Bulletin Monthly, Nov. 2004, S. 40-41
- [16] Fairly, J., R. Norman: PGM-Recycling - a supply time bomb? In: Standard Bank London, Platinum yearbook 2003, London, Febr. 2003, S. 19-22
- [17] C. Hagelüken, M. Buchert, H. Stahl: Stoffströme der Platingruppenmetalle, GDMB Medienverlag, Clausthal-Zellerfeld, 2005

Dr. Christian Hagelüken und 16 Mitautoren

Autoabgaskatalysatoren

Grundlagen – Herstellung – Entwicklung – Recycling – Ökologie

2., aktualis. u. erw. Aufl. 2005, 395 S., 309 Abb., 65 Tab., € 56,00, CHF 95,00
(Kontakt & Studium, 612)

ISBN 3-8169-2488-3

Zum Buch:

Es vermittelt einen umfassenden Überblick über den erreichten Entwicklungsstand und die Entwicklungstendenzen beim System Autoabgaskatalysator. Dabei wird besonders das komplexe Zusammenspiel vieler am »Kat« beteiligter Komponenten und Disziplinen herausgearbeitet, ohne die eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Anpassung an neue Randbedingungen (Gesetzgebung, Motorkonzepte, Treibstoffqualitäten) nicht möglich wäre. Autoren namhafter am Kat-System beteiligter Firmen erläutern anschaulich Funktion, Bedeutung und Herstellung der einzelnen Komponenten – vom Katalysatorträger über Beschichtung, Canning und Steuerungselektronik bis zur Abstimmung des Gesamtsystems beim Fahrzeughersteller. An Hand von Feldmessungen des Schweizer Touring Clubs werden die erzielten Ergebnisse dargestellt. Ergänzend werden die Aspekte Edelmetallmärkte, Ökobilanz, Katalysator-Recycling, Platinmetall-Emissionen und Kraftstoffe behandelt. Der Leser erhält hierdurch eine fundierte Grundlage und ein anschauliches Nachschlagewerk zu allen Fragen, die mit dem Thema Autokatalysator in Verbindung stehen.

Inhalt:

Allgemeine Grundlagen – Katalysatorträger und Dieselpartikelfilter – Aufbau, Herstellung, Testverfahren und Entwicklungstendenzen – Die Märkte der Katalysatormetalle Platin, Palladium, Rhodium – Integration und Betrieb in Abgasanlagen – Einsatz von Sensoren bei der Abgasreinigung – Katalysatoreinsatz im Fahrzeugbetrieb – Katalysator-Recycling – Edelmetall-Emissionen – Abgasmessungen des Schweizer Touring Clubs – Ganzheitliche Bilanzierung – Kraftstoffe – Anhang: Emissionsgesetzgebung

Die Interessenten:

- Fach- und Führungskräfte aus den Bereichen Automobilindustrie, Zulieferbetriebe und Recycling
- Mitarbeiter aus Forschungseinrichtungen, Universitäten und Fachhochschulen
- Mitarbeiter von mit dem Thema befassten Behörden und Verbänden
- Fachjournalisten

»Das interessante Buch sei allen empfohlen, die sich täglich mit dem Thema Abgasreinigung beschäftigen.«

MTZ Motortechnische Zeitschrift

✂-----

Bestellzettel

_____ Ex. Dr. Christian Hagelüken und 16 Mitautoren
Autoabgaskatalysatoren
ISBN 3-8169-2488-3

Anschrift

expert buch service
Postfach 20 20

71268 Renningen

Bestellzeichen _____ Datum _____ Unterschrift _____