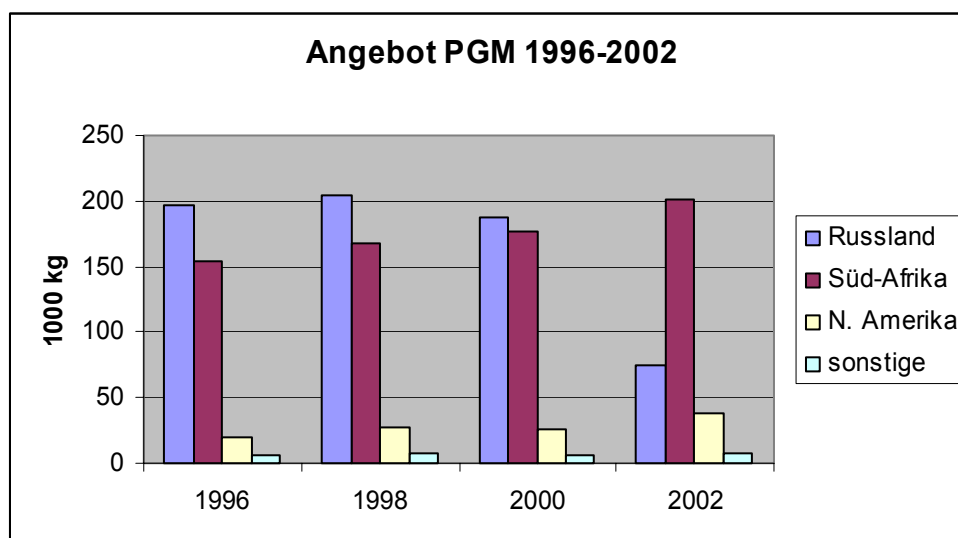

Sind wir mit dem Autoabgaskatalysator auf dem richtigen Weg?

Dr. Reinier de Man
Prof. Dr. Armin Reller

Dank Katalysator ist die Luft sauberer geworden

Am 1. Januar 1993 traten in Europa neue Abgasgrenzwerte für PKWs in Kraft, die nur mit geregelterm Dreiwegekatalysator einzuhalten waren. Der Katalysator hat in den letzten 10 Jahren die verkehrsbedingten Stickoxidemissionen erheblich reduziert. Ohne den Katalysator wären sie um einen Faktor 5 höher gewesen. In diesem Sinne ist der Katalysator ein Beispiel einer erfolgreichen Umwelttechnologie. Wenn man aber die ökonomischen und ökologischen Risiken der verfolgten Strategie betrachtet, ist das gesamte Bild nicht eindeutig positiv: die Produktion der für den Katalysator benötigten Edelmetalle der Platingruppe (PGM) Platin, Palladium und Rhodium ist mit schweren Umweltbelastungen verbunden, in einem schnellen Tempo werden die Vorräte äußerst seltsamer Metalle erschöpft und die Risiken einer ständigen Emission von PGM in die Umwelt müssen ernst genommen werden.

Diagramm 1: PGM (Platin, Palladium und Rhodium)-Angebot 1996-2002



Platinmetalle für den Katalysator kommen aus wenigen Quellen

Platinmetalle sind äußerst selten. Die Konzentration dieser Metalle auf der Erdoberfläche liegt im ppb-Bereich (μg pro kg). 90% der PGM-Gewinnung kommt aus nur zwei Bergbaugebieten: Norilsk in Russland und Bushveld in Südafrika. Die nordamerikanische Produktion beträgt nur 7% der Weltproduktion. Die weltweite Versorgung mit PGM ist damit von zwei Ländern mit potentiell instabilen politischen und ökonomischen Verhältnissen abhängig, siehe Diagramm 1. Russland ist der Marktführer bei Palladium, Südafrika bei Platin, siehe Diagramm 2.

Mehr als die Hälfte der Palladiumproduktion wird für Katalysatoren verwendet. Bei Platin ist das etwas weniger. Fast die gesamte Rhodiumproduktion geht in Katalysatoren, siehe Diagramm 3.¹

Diagramm 2: PGM-Angebot 2000

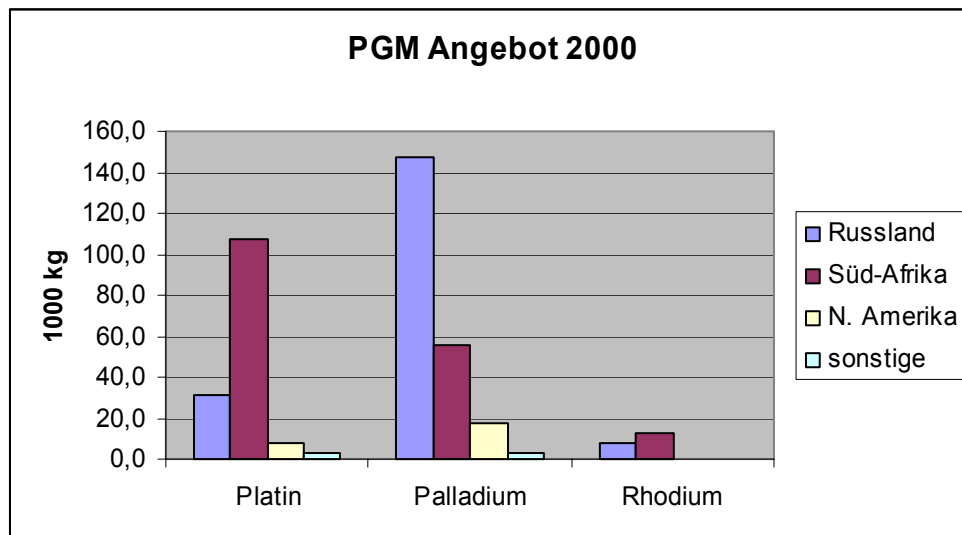
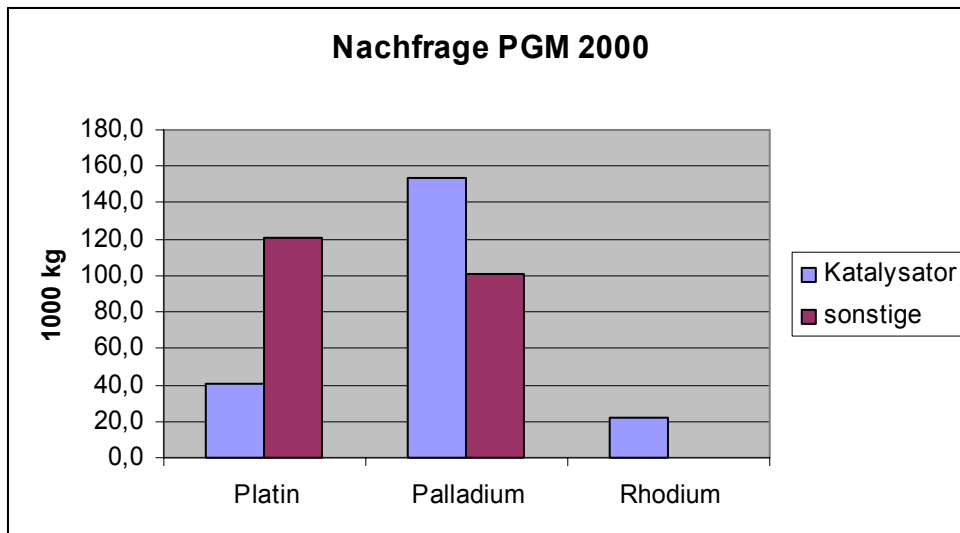


Diagramm 3: Nachfrage nach PGM 2000

¹ Die Zahlen sind alle basiert auf John Matthey, 2002.



1 Gramm PGM braucht 300 kg Erz

Für einen Gramm PGM wird ungefähr 300 kg Erz verarbeitet, für einen modernen Katalysator mit 20 g PGM insgesamt bis zu 6.000 Kilogramm. Bei einer Haltbarkeit von 150.000 Kilometern sind das 40 Gramm pro Kilometer. Dazu sagte Friedrich Schmidt-Bleek in einem Vortrag: „This consumption is not so different in weight from the fuel consumption of the vehicle. And the catalyst has been legally prescribed to protect the environment. That's what I call a mono-linear non-systemic solution.“²

In Russland hat die PGM-Gewinnung schwere ökologische Folgen

Der Marktführer für Palladium ist Norilsk Nickel in Sibirien. Sie liefert zwei Drittel der weltweiten Palladiumproduktion. Ihre Kunden sind die internationalen Automobilunternehmen. Das Unternehmen wurde vor 70 Jahren von Stalin als Gefangenenlager gegründet. Seitdem hat sich die Firmengeschichte von Norilsk zu einer Erfolgsgeschichte der russischen Industrie entwickelt. Im Umweltbereich dagegen hat sich seit den Kriegsjahren wenig getan: Die russische Bergbauindustrie ist die schmutzigste Industrie weltweit – Norilsk die meist verschmutzte Stadt Russlands und wahrscheinlich der ganzen Welt. Die Metalle werden mit veralteter Technologie aus dem schwefelhaltigen Erz gewonnen. Der Schwefeldioxid-Ausstoß von Norilsk wird auf 2,8 Millionen Tonnen geschätzt – das entspricht etwa dem gesamten SO₂-Ausstoß in Deutschland. Dazu kommen Schwermetallemissionen und eine unvorstellbare Boden- und Wasserverschmutzung. Die Norilsk-Emissionen schädigen die Wälder in einem Umkreis von 7.520 Quadratkilometern, die Schwermetalle aus der sibirischen Stadt sind noch in Kanada und Skandinavien nachweisbar.

² Takeda Award Forum 2001: <http://www.takeda-foundation.jp/en/award/takeda/2001/forum/06c.html>

Ein Teil der in Norilsk gewonnenen Erze werden auf der Kola-Halbinsel, nicht weit von Norwegen weiterverarbeitet. Der Transport dorthin findet mit atomkraftgetriebenen Eisbrechern nach Murmansk statt. Die Anlagen auf den Kola-Halbinseln sind ebenso veraltet wie die in Norilsk. Auch hier entwickelt sich eine Umweltkatastrophe, die wegen der Nähe zu Norwegen und Finnland allerdings mehr Aufmerksamkeit aus dem Westen erhält als die Probleme in Norilsk. Metalle verseuchen den Boden, aus der Tundralandschaft entsteht nach und nach eine Wüste. Wenn hier nichts passiert, ist die Natur für wenigstens 500 Jahre zerstört.

PGM verteilen sich in die Umwelt

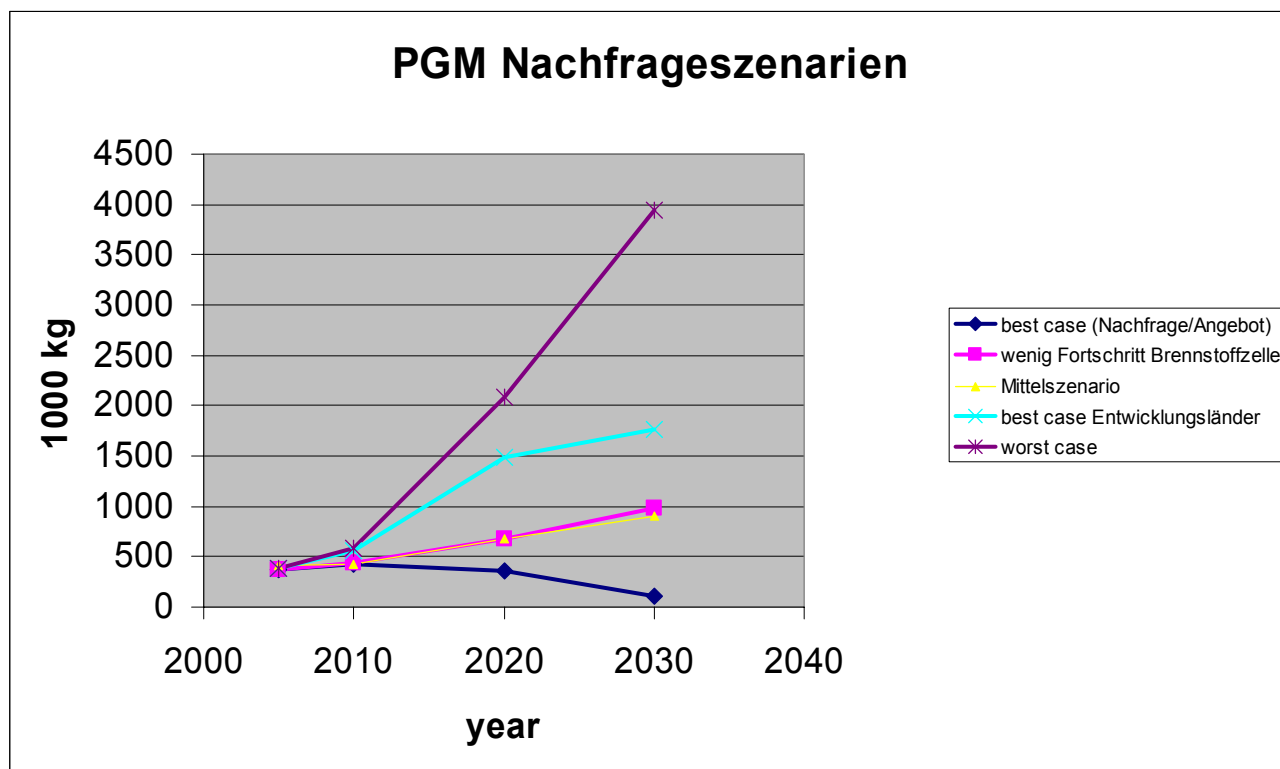
Während des Gebrauchs der Katalysatoren werden kleine Mengen Katalysatorstaub in die Umwelt emittiert. In der Nähe von Straßen sind stark erhöhte PGM-Konzentrationen messbar und entsprechen dem Mengenverhältnis im Katalysator. Obwohl meist angenommen wird, dass die Umwelt- und Gesundheitsrisiken der PGM-Emissionen niedrig sind, bestehen Sorgen über die gute Wasserlöslichkeit extrem fein verteilter PGM-Teilchen und über die möglich damit verbundene Bioverfügbarkeit. Aber auch wenn solche Risiken ausgeschlossen werden können, entsteht dennoch ein großes Problem. Die äußerst seltsamen PGM verteilen sich in die Umwelt und können nie rückgeholt werden. Bei einem Verlust von 20% bei jedem Katalysator wird bei vier Recyclingvorgängen bereits fast 60% in die Umwelt verteilt sein.

Die Nachfrage nach PGM wird stark zunehmen

Die heutige Nachfrage nach PGM beträgt weltweit etwa 450 t. Bereits die Hälfte wird für Autokatalysatoren angewendet. Der Rest wird vor allem für Juwelen (ungefähr 45% des Platinverbrauchs), für Elektronik, „dental applications“ und Chemie verwendet. Autokatalysatoren und Brennstoffzellen werden in Zukunft für das Wachstum verantwortlich sein.

Vier Faktoren machen, dass die Nachfrage dieser Metalle in Zukunft stark zunehmen wird: (1) die Zahl der Autos nimmt weltweit zu, (2) mehr Länder werden Katalysatoren vorschreiben, (3) pro Katalysator wird in Zukunft mehr PGM verwendet und (4) durch die Einführung von Brennstoffzellen, die ebenfalls PGM benötigen, wird die Nachfrage zusätzlich zunehmen. Diese Faktoren sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, aber bereits eine qualitative Betrachtung der jeweiligen Trends macht plausibel, dass eine Zunahme der Nachfrage um einen Faktor 4 in den kommenden 25 Jahren durchaus zu den Möglichkeiten gehört. Diese Situation wird auftreten, wenn die Nachfrage nach PKW in den Entwicklungsländern stark zunimmt und zugleich die Brennstoffzellentechnologie einen Durchbruch erlebt. Dabei ist angenommen, dass die Brennstoffzellen mit relativ wenig PGM auskommen. Wenn aber eine höhere Menge PGM pro Brennstoffzelle gebraucht wird, könnte sich die Nachfrage nach PGM innerhalb von 25 Jahren sogar verzehnfachen (basiert auf .Tonn & Dass, 2001).

Diagramm 4: Nachfrageszenarien für PGM



Es entstehen erhebliche Risiken für die Wirtschaft

Es gibt eine begrenzte Zahl bekannter PGM-Vorkommen in der Welt und es ist unwahrscheinlich, dass kurzfristig zusätzliche Reserven in der Größenordnung von Norilsk oder Bushveld gefunden werden. Vorläufig wird die Zunahme des Angebots aus einer Produktionssteigerung der bestehenden Felder kommen müssen. Wachstumsraten von mehr als 3-4% pro Jahr werden sicherlich problematisch sein. Die höheren Wachstumsszenarien zeigen aber ein Wachstum von 7-10% pro Jahr.

Hohe Wachstumsszenarien für PGM sind mit erheblichen Risiken verbunden, nicht zuletzt für die Automobil-, Brennstoffzellen- und Katalysatorindustrie. Die Risiken werden durch eine Kombination von drei Faktoren entstehen. Erstens drohen Engpässe im Angebot und dadurch hohe PGM-Preise. Diese gefährden die Wirtschaftlichkeit der auf PGM basierten neuen Technologien. Zweitens können durch eine forcierte Entwicklung bestehender und neuer Vorkommen die Umweltprobleme der PGM-Gewinnung noch zunehmen und damit der öffentliche und politische Druck auf die PGM- und Automobilindustrie. Drittens besteht die Drohung, dass wissenschaftliche Studien reale Umwelt- oder Gesundheitsrisiken des Eintrages von PGM in die Umwelt belegen werden.

Im Interesse der Umwelt und der Industrie müssen diese Risiken minimiert werden. Eine Strategie dazu sollte (1) kurzfristig die Umweltbelastung bei der Produktion (vor allem in Russland) stark reduzieren, (2) mittelfristig die Forschung nach potentiellen Umwelt- und Gesundheitsrisiken maximal fördern und (3) längerfristig Technologien entwickeln, die zu einer Reduzierung des PGM-Gebrauchs oder einer Substitution führen.

Kooperationen in der Kette sind gefragt

Kurzfristig müssen Automobil- und Katalysatorhersteller mit den Metalllieferanten zusammenarbeiten und gemeinsam einen Minimumstandard für nachhaltige PGM-Produktion definieren und implementieren. Vorrangig geht es um die Sanierung der russischen Anlagen. Es gibt bereits eine Kooperation zwischen Norwegen und Russland für die Sanierung der Metallwerke auf der russischen Kola-Halbinsel. Die unmittelbar durch die russischen Emissionen betroffenen Norweger zahlen 30 Millionen Euro und liefern zusätzlich günstiger Kredite. Für die Sanierung der Anlagen in Norilsk sind aber erheblich höhere Investitionen notwendig. Hier sollte die westliche Industrie aus eigenem Interesse aktiv werden. Sie braucht Sicherheit in bezug auf die Verfügbarkeit von PGM. Die Automobilindustrie verfügt über Management- und Umweltwissen, das man den russischen Partnern zur Verfügung stellen sollte. Geld für die Investitionen muss dann kein Problem mehr sein. Auch private Investoren werden sich dann für die Modernisierung der PGM-Kette interessieren.

Ausgewählte Literatur

Hochfeld, Christian, *Bilanzierung der Umweltauswirkungen bei der Gewinnung von Platingruppen-Metallen für PKW-Abgaskatalysatoren*, Öko-Institut, Freiburg 1997.

Warner Merl, N. Koko, *Air Pollution in Siberia, A volume and risk-weighted analysis of a Siberian pollution database*, Interim Rapport IR-98-059/October, IIASA, Vienna, 1998.

John Matthey, *Platinum 2002 Interim Review*, John Matthey, November 2002.

Tonn, Bruce E., Sujit Das, *An Assessment of Platinum Availability for Advanced Fuel Cell Vehicles*, Oak Ridge National Laboratory, November 9, 2001

Fatha Zereini, Bernd Skerstupp, Friedrich Alt, Eckard Helmers, Hans Urban, *Geochemical behaviour of platinum-group elements (PGE) in particulate emissions by automobile exhaust catalysts: experimental results and environmental investigations*, *The Science of the Total Environment*, 206 (1997), p. 137-146.
