

26

DERA Rohstoffinformationen



Rohstoffrisikobewertung – Platingruppenmetalle

Platin, Palladium, Rhodium

Impressum

Editor: Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin
Tel.: +49 30 36993 226
dera@bgr.de
www.deutsche-rohstoffagentur.de

Autor: Michael Schmidt

Zitierhinweis: Schmidt, M. (2015): Rohstoffrisikobewertung – Platingruppenmetalle
DERA Rohstoffinformationen 26: 156 S., Berlin

Datenstand: Dezember 2014

Titelbilder: © Tim - Fotolia.com
© BGR 2013

ISBN: 978-3-943566-19-2 (Druckversion)
ISBN: 978-3-943566-20-8 (PDF)
ISSN: 2193-5319

Berlin, 2015



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe ist eine
technisch-wissenschaftliche Oberbehörde im Geschäftsbereich des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Rohstoffrisikobewertung – Platingruppenmetalle

Platin, Palladium, Rhodium



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
Zusammenfassung	9
1 Die Rohstoffe Platin, Palladium und Rhodium	11
1.1 Einführung	11
1.2 Gewinnung und Verarbeitung	15
1.3 Verwendung	16
2 Risikobewertung	22
2.1 Datenbasis	22
2.2 Preisentwicklung und -risiken	23
2.3 Angebot und Nachfrage	28
2.3.1 Bergwerksförderung Platin	28
2.3.2 Bergwerksförderung Palladium	32
2.3.3 Bergwerksförderung Rhodium	35
2.3.4 Cash Costs	37
2.3.5 Weiterverarbeitende Produktion	40
2.3.6 Lagerhaltung	42
2.3.7 Recycling	44
2.3.7.1 Recyclingkreisläufe	45
2.3.7.2 Recycling Platin	49
2.3.7.3 Recycling Palladium	50
2.3.7.4 Recycling Rhodium	52
2.3.8 Nachfrage	52
2.3.8.1 Platin	53
2.3.8.2 Palladium	57
2.3.8.3 Rhodium	60
2.3.9 Derzeitige Marktdeckung	61
2.3.10 Globaler Handel (Nettoexporte) Platin, Palladium und Rhodium	65
2.3.10.1 Platin	65
2.3.10.2 Palladium	68
2.3.10.3 Rhodium	70
2.3.10.4 Iridium, Osmium und Ruthenium	71
2.4 Geopolitische Risiken und Marktmacht	72
2.4.1 Länderkonzentration und Länderrisiko	72
2.4.1.1 Bergwerksförderung	72
2.4.1.2 Weiterverarbeitung	80
2.4.1.3 Globale Nettoexporte	80
2.4.1.4 Importe Deutschlands	82
2.4.2 Firmenkonzentration	90

2.5	Angebots- und Nachfragetrends	97
2.5.1	Vorräte	97
2.5.2	PGM-Potenziale in der Republik Südafrika	101
2.5.3	Zukünftiges Angebot	103
2.5.4	Zukünftige Nachfrage	116
2.5.5	Zukünftige Marktdeckung	118
2.5.5.1	Platin	118
2.5.5.2	Palladium	121
2.5.6	Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko des zukünftigen Angebots	124
3	Fazit	125
4	Literaturverzeichnis	126
Anhang		133
	Indikatoren und Risikobewertung für Platin, Palladium und Rhodium	134
	Glossar	148
	Gehalt-Tonnage-Diagramme	150
	Bergwerke, Projekte und Hüttenbetriebe im Bushveld-Komplex	152
	Internationale Handelswege (Nettoexporte)	153

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Verwendungsgebiete von Platin, Palladium und Rhodium.	16
Abb. 2:	Autoabgaskatalysator.	17
Abb. 3:	Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Platin (01/1979 – 12/2014).	24
Abb. 4:	Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Palladium (01/1979 – 12/2014).	25
Abb. 5:	Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Rhodium (01/2000 – 12/2014).	26
Abb. 6:	Jahresvolatilität für die Monatsdurchschnittspreise von Platin (99,5 % LME warehouse), Palladium (99,5 % LME warehouse) und Rhodium (99,9 % LME warehouse) zwischen 1980 und 2013.	27
Abb. 7:	Entwicklung der Bergwerksförderung von Platin zwischen 1960 und 2013.	29
Abb. 8:	Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Platin im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 1960 bis 2013.	31
Abb. 9:	Vergleich der Entwicklung der Bergwerksförderung von Platin der Republik Südafrika und der übrigen Welt zwischen 1960 und 2013.	31
Abb. 10:	Entwicklung der Bergwerksförderung von Palladium zwischen 1960 und 2013.	33
Abb. 11:	Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Palladium im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 1960 bis 2013.	33
Abb. 12:	Globale Entwicklung der Bergwerksförderung von Palladium im Vergleich zur Republik Südafrika und der Russischen Föderation zwischen 1960 und 2013.	34
Abb. 13:	Entwicklung der Bergwerksförderung von Rhodium zwischen 2004 und 2013.	36
Abb. 14:	Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Rhodium im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 2004 bis 2013.	37
Abb. 15:	Verteilung der Cash Costs der 20 größten PGM-Produzenten für das Jahr 2013.	38
Abb. 16:	Entwicklung der Lohnkosten im Bergbausektor Südafrikas (PGM) laut Einigung vom 24.06.2014.	40
Abb. 17:	Platin- und Palladiumbestände der US Defense Logistic Agency (DLA) und „Above Ground Stocks“ nach WPIC.	42
Abb. 18:	Vergleich der Bergwerksförderung und Nettoexporte der Russischen Föderation für Platin und Palladium.	44
Abb. 19:	Direkte Edelmetallkreisläufe (oben), z.B. Katalysatoren in der Ölraffination, Chemiekatalysatoren, PGM-Einsatz in der Glasindustrie. Indirekte Edelmetallkreisläufe (unten), z. B. Autoabgaskatalysatoren, PGM-Einsatz in der Elektrotechnik.	46
Abb. 20:	PGM-Stoffströme in der Glasindustrie.	47
Abb. 21:	PGM-Stoffströme der Verwertung von Katalysatoren aus deutschen Altfahrzeugen 2002.	48
Abb. 22:	Entwicklung von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von platinhaltigen Materialien (Katalysatoren, Schmuck, Elektroschrott) für den Zeitraum 1975 bis 2014.	50
Abb. 23:	Entwicklung von Angebot („Supply“, def.nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von palladiumhaltigen Materialien (Katalysatoren, Schmuck, Elektroschrott) für den Zeitraum 1980 bis 2014.	51
Abb. 24:	Entwicklung von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von rhodiumhaltigen Materialien (Katalysatoren) für den Zeitraum 1985 bis 2014.	52
Abb. 25:	Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Platin zwischen 2013 und 2015.	53
Abb. 26:	Vergleich der globalen Gesamtnachfrage nach Platin im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen.	54

Abb. 27:	Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Palladium zwischen 2003 und 2014.	57
Abb. 28:	Vergleich der globalen Gesamtnachfrage nach Palladium im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen.	58
Abb. 29:	Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Rhodium zwischen 2003 und 2014.	60
Abb. 30:	Gesamtnachfrage nach Rhodium im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen.	60
Abb. 31:	Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Platin: Entwicklung von Bergwerksförderung, Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1975 bis 2014 (ohne Sekundäranteile).	62
Abb. 32:	Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Palladium: Entwicklung von Bergwerksförderung Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1980 bis 2014 (ohne Sekundäranteile).	63
Abb. 33:	Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Rhodium: Entwicklung von Bergwerksförderung, Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1985 bis 2014 (ohne Sekundäranteile).	65
Abb. 34:	Nettoexporte von Platin in Rohform oder als Pulver 2013.	66
Abb. 35:	Nettoexporte von Platinkatalysatoren in Form von Geweben und Gittern 2013.	67
Abb. 36:	Nettoexporte von Abfällen und Schrott aus Platin 2013.	68
Abb. 37:	Nettoexporte von Palladium 2013 nach Ländern.	69
Abb. 38:	Nettoexporte von Rhodium 2013 nach Ländern.	70
Abb. 39:	Nettoexporte von Iridium, Osmium, Ruthenium nach Ländern.	71
Abb. 40:	Länder mit Förderung von Platin im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko).	73
Abb. 41:	Länder mit Förderung von Palladium im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko).	75
Abb. 42:	Länder mit Förderung von Rhodium im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko).	77
Abb. 43:	Entwicklung der Länderkonzentration der Bergwerksförderung für Platin (1960 – 2013), Palladium (1960 – 2013) und Rhodium (2004 – 2013).	78
Abb. 44:	Entwicklung des gewichteten Länderrisikos der Bergwerksförderung für Platin, Palladium und Rhodium.	79
Abb. 45:	Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko der globalen positiven Nettoexporte im Vergleich zur Bergwerksförderung.	81
Abb. 46:	Summe der Gesamtimporte aller Platingruppenmetalle und deren Verbindungen.	83
Abb. 47:	Herkunft der deutschen Importe von Platin in Rohform im Jahr 2013.	84
Abb. 48:	Herkunft der deutschen Importe von Katalysatoren (Gewebe und Gitter) aus Platin im Jahr 2013.	85
Abb. 49:	Herkunft der deutschen Importe von platinhaltigen Abfällen und Schrotten im Jahr 2013.	86
Abb. 50:	Herkunft der deutschen Importe von Palladium in Rohform im Jahr 2013.	87
Abb. 51:	Herkunft der deutschen Importe von Rhodium in Rohform im Jahr 2013.	88
Abb. 52:	Herkunft der deutschen Importe von Iridium, Osmium und Ruthenium in Rohform im Jahr 2013.	89
Abb. 53:	Gewichtetes Länderrisiko und Diversifizierung der deutschen Importe im Vergleich zur Bergwerksförderung.	89
Abb. 54:	Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Platin für das Jahr 2013.	91
Abb. 55:	Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Palladium für das Jahr 2013.	93
Abb. 56:	Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Rhodium für das Jahr 2013.	95
Abb. 57:	Prozentuale Verteilung der weltweiten PGM-Reserven für das Jahr 2013.	99

Abb. 58: Prozentuale Verteilung der weltweiten PGM-Reserven für das Jahr 2013 auf Unternehmensebene.	100
Abb. 59: Entwicklung von Explorationsausgaben, Pt- und Pd-Preis sowie spezifischem Explorationsaufwand.	101
Abb. 60: Halde der Firma Impala Platinum Ltd. (ca. 220 Mio. t @ 0,7 g/t PGM 4E).	102
Abb. 61: Oxidierte Bereiche des Platreef, Bergwerk Mogalakwena.	103
Abb. 62: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Platin bis 2018 (Angebotsszenario 1).	119
Abb. 63: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Platin bis 2018 (Angebotsszenario 2).	120
Abb. 64: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Palladium bis 2018 (Angebotsszenario 1).	122
Abb. 65: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Palladium bis 2018 (Angebotsszenario 2).	123

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Physikochemische Eigenschaften von Platin (Pt), Palladium (Pd) und Rhodium (Rh).	11
Tab. 2:	Auswahl PGM-enthaltender Minerale.	12
Tab. 3:	PGM-dominierte Lagerstätten.	13
Tab. 4:	Durchschnittliche PGM-Gehalte im Bushveld-Komplex.	13
Tab. 5:	Nickel-Kupfer-dominierte, PGM-haltige Lagerstätten und Beispiele.	14
Tab. 6:	Weitere PGM-führende Lagerstätten.	14
Tab. 7:	Bergwerksförderung von Platin.	28
Tab. 8:	Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksförderung von Platin für ausgewählte Zeitintervalle ab 1960.	30
Tab. 9:	Bergwerksförderung von Palladium.	32
Tab. 10:	Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksförderung von Palladium für ausgewählte Zeitintervalle ab 1960.	34
Tab. 11:	Bergwerksförderung von Rhodium.	35
Tab. 12:	Jährliche Wachstumsraten der Weltbergwerksförderung von Rhodium für den Zeitraum von 2004 bis 2013.	37
Tab. 13:	End-of-Life (EOL)-Recyclingraten der PGE-Metalle nach Anwendungsgebieten (globale Durchschnitte, in % Functional Recycling).	44
Tab. 14:	Sekundärangebot von Platin 2013.	49
Tab. 15:	Sekundärangebot von Palladium 2013.	50
Tab. 16:	Warengruppen nach dem Harmonized System (HS) der WZO (WCO 2014) für Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Ruthenium.	66
Tab. 17:	Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Platin 2003 und 2013 im Vergleich.	72
Tab. 18:	Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Palladium 2003 und 2013 im Vergleich.	74
Tab. 19:	Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Rhodium 2004 und 2013 im Vergleich.	76
Tab. 20:	Importe Deutschlands von Platingruppenmetallen und deren Verbindungen für das Jahr 2013.	83
Tab. 21:	Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Platin.	90
Tab. 22:	Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Palladium.	94
Tab. 23:	Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Rhodium.	95
Tab. 24:	Weiterverarbeiter (Hüttenbetriebe) von PGM-haltigen Erzen im Jahr 2013.	96
Tab. 25:	PGM-Reserven (sicher, wahrscheinlich) der wichtigsten Unternehmen 2013 im Vergleich zu Daten des USGS.	98
Tab. 26:	Potenziale aus Haldenmaterial in der Republik Südafrika.	102
Tab. 27:	Übersicht der aktuell bekannten und wichtigsten PGM-Projekte im Prefeasibility- und Feasibility-Status sowie Bergwerke im Status von Wartung und Instandhaltung.	109
Tab. 28:	Übersicht der zusätzlich möglichen Jahresförderkapazität für Platin.	115
Tab. 29:	Übersicht der zusätzlich möglichen Jahresförderkapazität für Palladium.	115

Zusammenfassung

Die Rohstoffrisikoberichte der Deutschen Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) haben das Ziel, deutsche Unternehmen dabei zu unterstützen, potenzielle Preis- und Lieferrisiken auf den Rohstoffmärkten frühzeitig zu erkennen, so dass Sie gegebenenfalls geeignete Ausweichstrategien in der Beschaffung entwickeln können. In der vorliegenden Studie werden die aktuelle Versorgungslage sowie Risiken der zukünftigen Versorgung mit Platin, Palladium und Rhodium für den Zeitraum bis einschließlich 2018 detailliert betrachtet.

Für die deutsche Wirtschaft stellen die Platingruppenmetalle wichtige Rohstoffe zahlreicher industrieller Anwendungen dar, wie z. B. in der Automobilbranche und in der chemischen Industrie. Da Platingruppenmetalle in Deutschland nicht primär gewonnen werden, besteht für diese Edelmetalle eine hohe Importabhängigkeit. Im Jahr 2013 war Deutschland weltweit zweitgrößter Nettoimporteure von Platingruppenmetallen (inkl. Zwischenprodukten, Abfällen und Schrotten). Ein Teil des Bedarfs wird dabei über den in Deutschland angesiedelten Recyclingsektor gedeckt.

Die Platingruppenmetalle Platin, Palladium und Rhodium zählen seit dem Jahr 2014 zu den von der EU als kritisch eingestuften Rohstoffen und werden auch von der DERA als potenziell kritische Rohstoffe bewertet (DERA 2015). Sie weisen gegenwärtig eine hohe Angebotskonzentration und ein erhöhtes Länderrisiko sowohl für die Bergwerksförderung als auch für die Weiterverarbeitung zu Metall auf. Dies ist als wichtiger Hinweis auf potenzielle Preis- und Lieferrisiken zu werten.

Die Preisentwicklung von Platin, Palladium und Rhodium zeigt, dass es in der Vergangenheit bereits zu großen Preisschwankungen und kurzfristigen Preispeaks gekommen ist. Die Ursachen hierfür sind vielschichtig und werden in der vorliegenden Studie dargestellt. Seit Anfang 2011 ist der Platinpreis erheblich gesunken. Der Jahresdurchschnittspreis lag 2014 mit ca. 1.378 US\$/oz etwa 24 % unter dem Niveau von 2011 (ca. 1.807 US\$/oz). Demgegenüber steigt der Palladiumpreis seit etwa 2009 kontinuierlich an. Er lag 2014 mit ca. 798 US\$/oz etwa 176 % über dem Niveau von 2009 (ca. 289 US\$/oz). Bei Rhodium sind seit 2010 sinkende Preise zu verzeichnen. Hier lag der Jahresdurchschnittspreis 2014 mit 1.149 US\$/oz etwa 56 % unter dem Niveau von 2010 (ca. 2.637 US\$/oz). Für Unternehmen stellen Preispeaks und hohe Volatilitäten unkalkulierbare Risiken in der Beschaffung dar.

Die Republik Südafrika und die Russische Föderation nehmen im globalen PGM-Markt in der Bergwerksförderung und auch der Weiterverarbeitung Schlüsselpositionen ein. Im Jahr 2013 lag der Anteil beider Länder an der Förderung von Platin bei rund 86 %, von Palladium bei rund 76 % und von Rhodium bei rund 92 %. An dieser Situation wird sich mittel- bis langfristig sicherlich nichts ändern. Verschärfend kommt hinzu, dass vor allem der Bergbausektor in Südafrika aufgrund der wirtschaftspolitischen Situation im Land in den nächsten Jahren mit weiteren Kostensteigerungen in der Produktion konfrontiert sein wird. Vor allem steigende Lohn- und Stromkosten sowie eine sinkende Produktivität sind hierbei als wichtige Faktoren zu nennen. Schon heute produzieren einige Bergwerke nicht kostendeckend. Die Förderung in der Russischen Föderation wird hingegen von einem einzelnen Unternehmen bestimmt, der Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. Da die Platingruppenmetalle hier als Beiprodukte der Nickelproduktion gewonnen werden, ist es notwendig, auch den Nickelmarkt sowie entsprechende Unternehmensentwicklungen zu beobachten. Die Versorgung mit Palladium aus der Russischen Föderation könnte darüber hinaus von den Entwicklungen im Ukraine-Konflikt und den damit verbundenen Sanktionen bzw. möglichen Handelsbeschränkungen beeinflusst werden.

Nach aktuellem Stand sind keine Bergbauprojekte absehbar, die kurz- bis mittelfristig zusätzlich große Mengen Platin und Palladium bereitstellen könnten. Zudem werden viele Projekte aufgrund der wirtschaftlichen Lage verzögert fertiggestellt bzw. zurückgestellt. Somit sinken auch die Ausgaben für die Exploration neuer Vorkommen.

Aufgrund der „Lead Time“ (Zeitraum von fünf bis zehn Jahren zwischen der Exploration bis zum Abbaubeginn) für neue Bergwerke sind auf den PGM-Märkten im betrachteten Zeitraum auf Basis der vorliegenden Analysen weiterhin Angebotsdefizite zu erwarten.

Für die Bewertung der zukünftigen Marktdeckung wurden für Platin und Palladium je zwei Angebots-szenarien bis 2018 entwickelt. Für Rhodium wurden aufgrund unzureichender Daten keine Szenarien entworfen. Die zukünftige Nachfrage wurde bei Platin mit einer jährlichen Steigerung von 4 %, 3,1 % und 2 % jährlich angenommen. Die Steigerungsrate von 3,1 % entspricht der Nachfragesteigerung zwischen 1975 und 2014. In Angebotsszenario 1 stehen dem Markt 2018 aus der Bergwerksförderung und der Sekundärproduktion zusammen etwa 38,9 t Platin zusätzlich zur Verfügung. In Angebotsszenario 2 wären es 2018 etwa 55,5 t Platin zusätzlich. Für Palladium wurde die zukünftige Nachfrage mit einer jährlichen Steigerung von 4,95 %, 3,5 % und 2 % jährlich angenommen. Die Steigerungsrate von 4,95 % entspricht der Nachfragesteigerung zwischen 1980 und 2014. In Angebotsszenario 1 stehen dem Markt 2018 aus der Bergwerksförderung und der Sekundärproduktion zusammen etwa 34,5 t Palladium zusätzlich zur Verfügung. In Angebotsszenario 2 wären es 2018 etwa 45,8 t Palladium zusätzlich.

Falls sich der Platinmarkt vergleichbar zu dem wahrscheinlicheren Angebotsszenario 1 entwickelt (Nachfragewachstum 3,1 % jährlich), ist davon auszugehen, dass sich bis 2018 ein Angebotsdefizit von ca. 9,3 t Platin ergeben wird. Bei einem jährlichen Nachfragezuwachs von 4 % bzw. 2 % ergibt sich in diesem Angebotsszenario ein Defizit von 20 t bzw. ein geringer Überschuss von 3 t. Für Palladium resultiert in Angebotsszenario 1 (Nachfragewachstum 4,95 % jährlich) bis 2018 ein deutlich höheres Angebotsdefizit von ca. 77 t Palladium und bei einem jährlichen Nachfragezuwachs von 3,5 % bzw. 2 % ein Defizit von 55,5 t bzw. 34 t. Diese Situation könnte zu erhöhten Preis- und Lieferrisiken führen.

Zu den Szenarien ist anzumerken, dass sich die Märkte für Platin und Palladium nicht entkoppelt voneinander entwickeln können, da beide Metalle global betrachtet zusammen gefördert werden. Eine geringere bzw. höhere Förderung von Platin bedingt beispielsweise eine entsprechende Veränderung bei Palladium, Rhodium sowie den übrigen Platingruppenmetallen. Prognosen zu zukünftigen Angebotsmengen sind mit einem Unsicherheitsfaktor behaftet, weshalb die dargestellten Szenarien zur zukünftigen Marktdeckung nur als Marktbarometer zu verstehen sind. Verlässliche Aussagen über das Jahr 2018 hinaus sind aufgrund zahlreicher Unwägbarkeiten bei der Quantifizierung von Explorationsfortschritten oder von Technologieentwicklungen auf der Anwenderseite nicht sinnvoll.

Neben der Primärförderung stellt die Sekundärproduktion weltweit eine zunehmend wichtige Angebotsquelle dar. Vor allem zwischen 2006 und 2013 hat dieser Sektor bei allen Platingruppenmetallen zu einer rückläufigen Bergwerksförderung beigetragen. Das Wachstum der Sekundärproduktion ist jedoch begrenzt, da maximal die Mengen an Platingruppenmetallen zurückgewonnen werden können, die ursprünglich einmal eingesetzt wurden. Hierbei gilt es, die Lebensdauer von Produkten wie z.B. Abgaskatalysatoren sowie entsprechende, teils stark variierende Recyclingquoten zu berücksichtigen. Es erscheint daher eminent wichtig, vorhandene Recyclingpotenziale auszubauen, um die Platingruppenmetalle noch effektiver und damit in größeren Mengen zurückzugewinnen. Dies gilt vorrangig für den Bereich der Autoabgaskatalysatoren, der nach wie vor den wichtigsten Verwendungsbereich der Platingruppenmetalle darstellt.

Neben dem Angebot aus der Primärförderung und der Sekundärproduktion spielen Lagerbestände von Unternehmen oder staatlichen Instanzen eine wichtige Rolle für den PGM-Markt. Durch diese Bestände wurden in der Vergangenheit oftmals Angebotsdefizite ausgeglichen. Diese Lagerbestände sind jedoch endlich und eine Verknappung bei unzureichender Bergwerksförderung daher absehbar. Vor allem die für Palladium wichtigen staatlichen Lagerbestände der Russischen Föderation sind in diesem Zusammenhang relevant.

1 Die Rohstoffe Platin, Palladium und Rhodium

1.1 Einführung

Zu den Platingruppenmetallen gehören, nach aufsteigendem Atomgewicht, Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Palladium (Pd), Osmium (Os), Iridium (Ir) und Platin (Pt). Im Rahmen dieser Studie werden die wirtschaftlich wichtigsten Metalle Platin, Palladium und Rhodium näher betrachtet.

Platin

Der Name Platin (**Pt**) leitet sich vom spanischen „plata“ (Silber) ab. Die Bezeichnung „platina“ stellt die Verkleinerungsform dar, da dem Metall lange Zeit eine geringe Bedeutung beigemessen wurde. Platin ist ein edles Übergangsmetall mit der Ordnungszahl 78. Es steht im Periodensystem der Elemente in der sechsten Periode und in der zehnten

Hauptgruppe (Nickelgruppe). In der kontinentalen Erdkruste kommt es mit einer Häufigkeit von etwa 5 ppb vor.

In elementarer Form ist Platin ein grau-weiß glänzendes Metall. Es ist schweiß-, schmiede- und dehnbar. Seine elektrische sowie thermische Leitfähigkeit sind hoch. Der Schmelzpunkt liegt bei etwa 1.769 °C und der Siedepunkt bei etwa 3.827 °C. Die häufigsten Oxidationsstufen sind Pt⁰, Pt²⁺, Pt⁴⁺ und Pt⁶⁺. Mit einer Dichte von 21,45 g/cm³ gehört Platin zu den dichtesten Metallen. Lediglich Iridium und Osmium haben mit 22,6 g/cm³ eine höhere Dichte. Gold hat im Vergleich dazu eine Dichte von 19,32 g/cm³.

Palladium

Der Name Palladium (**Pd**) leitet sich von dem Asteroiden Pallas ab, nachdem es benannt wurde. Palladium ist ebenfalls ein Übergangsmetall und hat die Ordnungszahl 46. Es steht im Perioden-

Tab. 1: Physikochemische Eigenschaften von Platin (Pt), Palladium (Pd) und Rhodium (Rh).

	Platin	Palladium	Rhodium
Ordnungszahl	78	46	45
Atomgewicht	195,08	106,42	102,91
Dichte (25 °C)	21,45 g/cm ³	11,99 g/cm ³	12,42 g/cm ³
Härte (nach Mohs)	4 – 4,5	4,75	5,5
Schmelzpunkt	1.769 °C (2.045 K)	1.554 °C (1.825,05 K)	1.960 °C (2.237 K)
Siedepunkt	3.827 °C (4.100 K)	3.040 °C (3.233 K)	3.727 °C (3.968 K)
Spezifische Wärmekapazität	0,13 J/(g · K)	0,24 J/(g · K)	0,24 J/(g · K)
Isotope [6] (nach Häufigkeit)	¹⁹⁵ Pt (33,8 %), ¹⁹⁴ Pt (32,9 %), ¹⁹⁶ Pt (25,3 %), ¹⁹⁸ Pt (7,2 %), ¹⁹² Pt (0,79 %), ¹⁹⁰ Pt (0,01 %)	¹⁰⁶ Pd (27,33 %), ¹⁰⁸ Pd (26,46 %), ¹⁰⁵ Pd (22,33 %), ¹¹⁰ Pd (11,72 %), ¹⁰⁴ Pd (11,14 %), ¹⁰² Pd (1,02 %)	¹⁰³ Rh (100 %)
Elektronenkonfiguration	[Xe] 4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	[Kr] 4d ¹⁰	[Kr] 4d ⁸ 5s
Oxidationsstufen	0, +II, +IV, (+VI)	0, +II, +IV	0, +I, +II, +III, +IV, V
Ionenradius	85 pm (Pt ²⁺), 70 pm (Pt ⁴⁺)	86 pm (Pd ²⁺)	86 pm (Rh ²⁺)
Elektronegativität (Pauling-Skala)	2,28	2,20	2,28
Standardpotenzial	+1,18 V (Pt ²⁺ + 2e ⁻ → Pt)	+0,987 V (Pd ²⁺ + 2e ⁻ → Pd)	+0,76 V (Rh ³⁺ + 3e ⁻ → Rh)
Elektrische Leitfähigkeit	9,43 · 10 ⁶ A/(V · m)	9,26 · 10 ⁶ A/(V · m)	23,3 · 10 ⁶ A/(V · m)
Thermische Leitfähigkeit	71 W/(m · K)	71,8 W/(m · K)	150 W/(m · K)

system der Elemente in der fünften Periode und gleichfalls in der zehnten Hauptgruppe (Nickelgruppe). In der kontinentalen Erdkruste kommt es mit einer Häufigkeit von etwa 5 ppb mit Platin vergleichbar selten vor.

In elementarer Form ist Palladium ein silber-weiß glänzendes Metall. Es ist etwas härter und zäher als Platin, jedoch auch schmiede- bzw. schweißbar. Seine elektrische sowie seine thermische Leitfähigkeit sind hoch. Sowohl Schmelzpunkt (1.554 °C) als auch Siedepunkt (2.960 °C) sind etwas niedriger als bei Platin. Die häufigste Oxidationsstufe ist Pd⁺².

Rhodium

Rhodium (**Rh**, griech.: **Rh**odeos = rosenrot) ist wie Platin und Palladium auch ein Übergangsmetall. Die Namensgebung erklärt sich aus der rötlichen Farbe von Rh₂O₃, welches leicht an der Luft bei Temperaturen von > 600 °C aus Rh entsteht. Das Metall hat die Ordnungszahl 45 und steht im Periodensystem der Elemente in der fünften Periode und in der neunten Hauptgruppe (Kobaltgruppe). In der kontinentalen Erdkruste kommt es mit einer Häufigkeit von etwa 1 ppb seltener als Platin und Palladium vor.

In elementarer Form ist Rhodium ein weiß-grau glänzendes Metall. Es ist mit einer Mohshärte von 5,5 härter als Platin und Palladium, zäh, schmiede- und dehnbar. Sowohl die elektrische als auch die thermische Leitfähigkeit von Rhodium sind relativ hoch. Der Siedepunkt (3.727 °C) liegt zwischen dem von Platin und Palladium, der Schmelzpunkt (1.960 °C) ist deutlich höher (Tab. 1). Die häufigsten Oxidationsstufen sind Rh⁺¹ und Rh⁺³.

Allen Platingruppenmetallen ist gemein, dass sie chemisch ähnlich sind. Sie sind sowohl stark siderophil als auch chalkophil und gehen daher bevorzugt Verbindungen mit Eisen, Nickel, Kupfer und Schwefel anstatt Sauerstoff ein. Wichtige Sulfide, in denen Platingruppenmetalle vorkommen, sind z. B. Pyrrothin, Chalkopyrit oder Pentlandite. In gediegener Form treten die Platingruppenmetalle eher selten auf. Häufiger sind Legierungen der Platingruppenmetalle untereinander oder Legierungen mit anderen Metallen wie Eisen bzw. seltener Zinn, Kupfer, Blei oder Silber (GUNN 2014). In anderen Mineralien kommen Platingruppenmetalle zusammen mit Schwefel, Arsen, Antimon, Tellur, Quecksilber, Wismut oder Selen vor (Tab. 2).

Die Platingruppenmetalle treten global in unterschiedlichen Lagerstättentypen auf und sind vorrangig mit Nickel und Kupfer vergesellschaftet. Magmatische PGM-Lagerstätten in mafischen bis

Tab. 2: Auswahl PGM-enthaltender Minerale (Datenquelle: BGS 2009).

Legierungen	Formel	Sulfide	Formel
Osmiridium	OsIr	Braggite	(Pt,Pd)S
Isoferroplatin	Pt ₃ Fe	Cooperite	PtS
Potarite	PdHg	Erlichmanite	OsS ₂
Rustenburgite	(Pt,Pd) ₃ Sn	Laurite	(Ru,Os)S ₂
Atokite	(Pd,Pt) ₃ Sn	Hollingworthite	RhAsS
Tulameenite	Pt ₂ FeCu	Ruarsite	(Ru,Os)AsS
Arsenide	Formel	Antimonide	Formel
Sperrylite	PtAs ₂	Stibiopalladinite	Pd ₅ Sb ₂
Stillwaterite	Pd ₈ As ₃	Genkinite	(Pt,Pd,Rh) ₄ Sb ₃
		Sudburyite	(Pd,Ni)Sb
Bismuthide	Formel	Telluride	Formel
Froodite	PdBi ₂	Kotulskite	PdTe
		Merenskyite	(Pd,Pt)(Te,Bi) ₂
		Michenerite	Pd(Bi,Sb)Te
		Moncheite	(Pt,Pd)(Te,Bi) ₂

Tab. 3: PGM-dominierte Lagerstätten (Datenquelle: GUNN 2014).

Lagerstättentyp	Gehalte Ø [g/t]	Lagerstätten
Merensky	5 – 7 (Pt + Pd)	Merensky Reef (Bushveld-Komplex, Rep. Südafrika), Great Dyke (Simbabwe), J-M Reef (Stillwater-Komplex, USA)
Chromitite	4 – 8 (Pt + Pd), 0,3 – 0,6 (Rh) [UG2]	UG2 (Bushveld-Komplex, Rep. Südafrika), Lower Chromitites (Stillwater-Komplex, USA)
Kontakttyp	1 – 4 (Pt + Pd) [Platreef]	Platreef (Bushveld-Komplex, Rep. Südafrika), Duluth-Komplex (USA), East Bull Lake (Kanada), Portimo (Finnland)
Dunite Pipes	3 – 2.000 (Pt + Pd) (ausgeerzt)	Onverwacht, Driekop, Mooihoek (Bushveld-Komplex, Rep. Südafrika)

ultramafischen Gesteinen stellen dabei die wichtigsten und größten Vorkommen dar. Sie können prinzipiell in zwei unterschiedliche Typen gegliedert werden: zum einen PGM-dominierte Lagerstätten mit geringen Gehalten an Basismetallsulfiden, zum anderen Nickel-Kupfer-dominierte Lagerstätten, in denen die PGM als Beiprodukte gewonnen werden. Diese beiden Typen lassen sich weiter untergliedern (Tab. 3, Tab. 5).

Das weltweit wichtigste Vorkommen PGM-dominierter Erze stellt der Bushveld-Komplex in der Republik Südafrika dar. Dabei handelt es sich um den größten abgeschlossenen magmatischen Intrusivkomplex der Erde (Layered Intrusion). Er hat eine Ost-West-Ausdehnung von rund 450 km sowie eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 350 km. Er teilt sich dabei in drei Bereiche, den Western Limb, Eastern Limb und Northern Limb. Die Platingruppenmetalle werden aktuell aus drei Horizonten gewonnen, den sogenannten Reefs (Merensky Reef, UG2 Chromitite Reef, Platreef).

Ursprünglich begann der Abbau des Merensky Reef im westlichen Teil des Komplexes ab etwa 1928. Das UG2 Chromitite Reef wurde ab etwa 1985 abgebaut, da es aufgrund höherer Sulfid- und Chromgehalte schwieriger zu verhütten ist (Kap. 1.2). Das Platreef wird ausschließlich im nördlichen Teil des Komplexes seit etwa 1992 im Tagebau abgebaut (GUNN 2014). Gegenüber dem Merensky Reef und dem UG2 (Pt/Pd = 1,2 – 2,4) weist das Platreef niedrigere Platingehalte auf (Pt/Pd = 0,9) (Tab. 4)

Weitere wichtige Vorkommen PGM-dominierter Erze befinden sich im Great Dyke (Simbabwe), dem Stillwater-Komplex (USA) und dem Lac-des-Îles-Komplex (Kanada) (Tab. 3).

Der Great Dyke (Simbabwe) ist ebenfalls eine magmatische Intrusion (Layered Intrusion). Diese hat eine Breite von etwa 4 bis 11 km und kann über eine Länge von etwa 550 km (NNE – SSW) verfolgt werden. Die Platingruppenmetalle kommen in

Tab. 4: Durchschnittliche PGM-Gehalte im Bushveld-Komplex (Datenquelle: JONES 2005).

PGM	Merensky Reef [g/t]	UG2 [g/t]	Platreef [g/t]
Pt	3,25	2,46	1,26
Pd	1,38	2,04	1,38
Rh	0,17	0,54	0,09
Ru	0,44	0,72	0,12
Ir	0,06	0,11	0,02
Os	0,04	0,10	0,02
Au	0,18	0,02	0,10
Summe (PGM + Au)	5,5	6,0	3,0
Pt/Pd-Verhältnis	2,4	1,2	0,9

zwei Horizonten, der Lower Sulphide Zone (LSZ) und der Main Sulphide Zone (MSZ), vor. Von wirtschaftlicher Bedeutung sind etwa fünf Vorkommen innerhalb der Main Sulphide Zone (GUNN 2014). Das Pt/Pd-Verhältnis liegt hier bei durchschnittlich 1,3.

Der Stillwater-Komplex stellt eine weitere wichtige PGM-führende magmatische Intrusion dar. Abgebaut werden die Erze im sogenannten J-M Reef. Dieses kann über eine Länge von 45 km und eine Breite von 1,6 km verfolgt werden. Im Gegensatz zu den Vorkommen in der Republik Südafrika und Simbabwe sind die Erze des Stillwater-Komplexes durch Palladium dominiert (Pt/Pd = 0,3). Der Lac-des-Îles-Intrusivkomplex in Kanada stellt ein weiteres wichtiges PGM-Vorkommen in Nordamerika dar.

Magmatische Nickel-Kupfer-Lagerstätten sind weltweit die wichtigste Primärquelle für Nickel. Kupfer, Kobalt und die Platingruppenmetalle werden neben anderen Metallen (z. B. Gold, Silber,

Chrom, Tellur, Blei) als Koppelprodukte gewonnen. Die Vorkommen in Sudbury (Kanada) und Norilsk-Talnakh (Russische Föderation) stellen die beiden größten Nickel-Kupfer-Distrikte weltweit dar. Das Pt/Pd-Verhältnis liegt für Norilsk-Talnakh bei durchschnittlich 0,3 (Pd-dominiert).

Der Sudbury-Komplex in Kanada ist ein an einen Impakt gebundener Intrusivkörper. Die wichtigsten Nickelvorkommen befinden sich an der Nord- und Südseite des Komplexes. Das Pt/Pd-Verhältnis liegt hier bei durchschnittlich 0,5 (Pd-dominiert). Die Nickel-Kupfer-PGM-Vererzungen des Norilsk-Talnakh-Distriktes auf der Taimyr-Halbinsel (Sibirien, Russische Föderation) sind an die sibirischen Trapp-Basalte gebunden. Platingruppenmetalle kommen darüber hinaus in einer Vielzahl anderer Lagerstättentypen vor, hier jedoch eher kleinräumig mit teils schwankenden Gehalten, wodurch ein wirtschaftlicher Abbau häufig nicht möglich ist. Beispiele solcher Lagerstätten sind in Tabelle 6 genannt.

Tab. 5: Nickel-Kupfer-dominierte, PGM-haltige Lagerstätten und Beispiele (Datenquelle: GUNN 2014).

Lagerstättentyp	Gehalte Ø [g/t]	Lagerstätten
An Impaktstrukturen gebunden	5 – 7 (Pt + Pd)	Sudbury (Kanada)
An Riftzonen und kontinentale Flutbasalte gebunden	Ø 7,3 (Pd), Ø 1,8 (Pt) [Norilsk]	Norilsk-Talnakh (Russische Föderation), Jinchuan (China)
An Komatiite gebunden	Im ppb-Bereich; lokal > 1 (Pt + Pd)	Kambalda (Australien), Pechenga-Distrikt (Russische Föderation), Thompson-Belt u. Ugava-Belt (Kanada)

Tab. 6: Weitere PGM-führende Lagerstätten (Datenquelle: GUNN 2014).

Lagerstättentyp	Lagerstätten
Alaska-Typ; Alaska-Ural-Typ	Nizhny Tagil (Russische Föderation)
Placer	Ural (Russische Föderation), Choco River (Kolumbien)
An Ophiolite gebundene Lagerstätten	Unst (Großbritannien), Zambales (Philippinen)
An Laterite gebundene Lagerstätten	Yubdo (Äthiopien)
An hydrothermale Lagerstätten gebunden	New Rambler (USA), Rathbun Lake (Kanada)
An Diskordanzen gebundene Lagerstätten	Coronation Hill (Australien), Serra Pelada (Brasilien)
Porphyry-Typ	Elatsite (Bulgarien), Skourries (Griechenland)
Sedimentgebundene Lagerstätten	Kupferschiefer (Deutschland, Polen)
An Karbonatite gebundene Lagerstätten	Palabora (Südafrika), Ipanema (Brasilien)

1.2 Gewinnung und Verarbeitung

Der Abbau von PGM-haltigen Erzen erfolgt abhängig von Größe, Gehalten sowie Morphologie der Lagerstätten weltweit sowohl im Tief- als auch im Tagebau. Zur Gewinnung der Platingruppenmetalle werden die geförderten Roherze durch Sortieren, Brechen, Mahlen, Schwerentrennung und hintereinandergeschaltete Flotationsstufen zu PGM-haltigen Konzentraten verarbeitet. Abhängig vom Unternehmen sowie dem verarbeiteten Erztyp unterscheidet sich die weitere Verarbeitung und Gewinnung der Edelmetalle.

Im Folgenden soll die Gewinnung der Platingruppenmetalle aus PGM-dominierten Erzen (Beispiel Republik Südafrika) in vereinfachter Form dargestellt werden.

Die PGM-Gehalte der südafrikanischen Erze, bezogen auf die vier Elemente (Pt, Pd, Rh, Au = 4E), liegen je nach abgebautem Reef (Merensky, UG2, Platreef) im Durchschnitt bei 3 – 6 g/t. Die daraus hergestellten Konzentrate weisen durchschnittliche PGM-Gehalte von etwa 100 – 400 g/t auf. Die Ausbringungsrate der PGM beträgt bei diesem Zwischenschritt etwa 85 % (JONES 2005).

Die Konzentrate werden nach ihrer Trocknung verhüttet, um die Gangart (Oxide und Silikate) von den Erzmineralien (Sulfiden) zu trennen. Zur Verringerung der Viskosität werden zusätzlich Flussmittel zugegeben. Die Verhüttung findet in der Republik Südafrika ausschließlich in Elektroschmelzöfen statt. Die Temperaturen liegen dabei, je nach Erz, zwischen 1.350 °C und 1.600 °C.

Die Schmelze wird mit einer Temperatur von etwa 1.200 °C abgestochen und die Schlacke meist granuliert, flотиert und erneut dem Prozess zugeführt, um die Ausbringung zu erhöhen. Die hergestellte, sogenannte Matte enthält neben Nickel, Kupfer, Kobalt, Eisen und Schwefel die Platingruppenmetalle und Gold.

Aus der Matte wird anschließend die sogenannte Konvertermatte hergestellt. Durch Oxidation werden die Elemente Eisen und Schwefel zum Großteil entfernt. Die Konvertermatte wird dann entweder in Formen gegossen und nach der

Abkühlung gemahlen oder direkt in einem Wasserbad granuliert.

Die Konvertermatte, auch als „White Metal“ bezeichnet, besteht hauptsächlich aus Ni_3S_2 , Cu_2S und FeS und enthält neben Spuren von Kobalt die Platingruppenmetalle (\varnothing 0,2 % PGM-Inh.). Die Ausbringungsrate der PGM liegt bei diesem Zwischenschritt bei rund 95 – 98 %. Zusätzlich können die Elemente Selen, Tellur, Arsen, Blei, Zinn, Antimon und Wismut in Spuren enthalten sein (JONES 2005).

Nickel und Kupfer werden mittels H_2SO_4 aus der Matte extrahiert. Nickel wird dann meist als Nickelsulfat (NiSO_4) ausgefällt und Kupfer über Elektrolyse aus der Lösung gewonnen. Die Rückstände bilden dann das PGM-reiche Konzentrat (\varnothing 30 – 65 % PGM-Inh.), aus dem die Edelmetalle gewonnen werden (JONES 2005). Die Ausbringung liegt hier bei rund 99 %. Die raffinierten Metalle weisen eine Reinheit von 99,9 % (Rh, Ru, Os) bzw. 99,95 % (Pt, Pd, Au) auf.

Die größten Verluste im ganzen Herstellungsprozess treten laut JONES (2005) bei den Verarbeitungsschritten Brechen, Mahlen, Schwerentrennung und Flotation auf. Den größten Kostenfaktor stellt mit > 60 % der Abbau der Erze dar.

Die Gewinnung von Platingruppenmetallen aus dem UG2 Reef erfordert aufgrund höherer Gehalte von MgO , SiO_2 und Al_2O_3 im Vergleich zu Erzen aus dem Merensky Reef höhere Prozesstemperaturen während der Verhüttung. Weiterhin weisen UG2-Erze im Vergleich zu Erzen aus dem Merensky Reef einen bis zu siebenfach höheren Gehalt an Cr_2O_3 auf. Der konventionelle Herstellungsprozess (s. o.) toleriert jedoch nur geringe Gehalte von < 4 % Cr_2O_3 , da zu hohe Gehalte zur Bildung von Chromspinell führen, welcher den Prozess stört. Die Spinellbildung kann bis zu einem gewissen Grad durch eine stärker reduzierende Ofenatmosphäre gesteuert werden (JONES 2005). Zur Senkung der Cr_2O_3 -Gehalte werden UG2-Erze daher mit anderen Erzen (Merensky Reef) verschnitten und entsprechend verarbeitet.

Vor diesem Hintergrund wurde bereits Ende der 1990er-Jahre von dem Bergbauforschungsinstitut Mintek (Republik Südafrika) ein neuer Verhüt-

tungsprozess namens ConRoast entwickelt, in dem die Konzentrate vor der Verhüttung geröstet werden, um Schwefel zu entfernen. Es folgt die Verhüttung in Elektroschmelzöfen unter stark reduzierender Atmosphäre. Hierdurch wird die problematische Bildung von Chromspinell verhindert. Die Platingruppenmetalle liegen in diesem Prozess in einer eisenreichen Schmelze vor. Dieses Eisen muss vor der Entfernung von Nickel und Kupfer durch Laugung ebenfalls entfernt werden.

Dieser Prozess benötigt keine Mindestgehalte an Schwefel, Nickel und Kupfer. Somit könnten durch ihn Erze mit hohen Gehalten von Sulfiden und Cr_2O_3 (z. B. des UG2) verarbeitet werden. Weiterhin eignet sich ConRoast auch für stark verwitterte, oxidierte Erze, die in einem herkömmlichen Prozess nicht oder nur teilweise verarbeitet werden können (JONES 2002).

1.3 Verwendung

Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften finden die Platingruppenmetalle in den unterschiedlichsten Bereichen Anwendung.

Der mit Abstand wichtigste Verwendungszweck von Platin liegt im Bereich der Katalysatoren (Abb. 1). Hierbei sind vor allem Anwendungen im Automobilsektor (Abgaskatalysatoren) und der chemischen sowie petrochemischen Industrie von Bedeutung. Weiterhin werden großen Mengen Platin in der Schmuckindustrie eingesetzt. Zusätzlich besteht eine große Nachfrage aus dem Bankensektor (Exchange Traded Funds, ETFs). Weitere Anwendungsgebiete sind Medizintechnik, Elektrotechnik, Glasindustrie, Messtechnik und Dünnschichttechnik (Solarbranche).

Die Hauptanwendung für Palladium liegt analog zu Platin im Bereich der Katalysatoren und hier speziell in der Automobilbranche (Abgaskatalysatoren) (Abb. 1). Weiterhin wird Palladium in den Bereichen Elektrotechnik, Zahntechnik, der

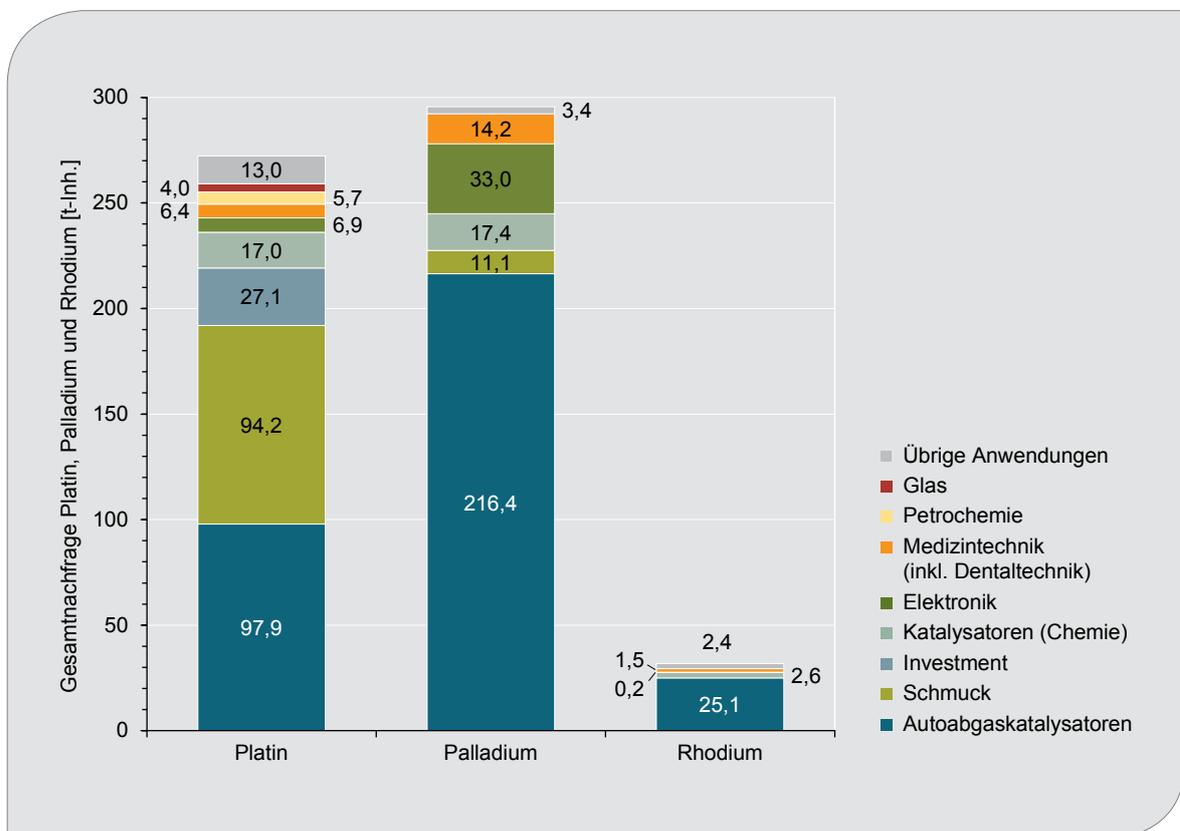


Abb. 1: Verwendungsgebiete von Platin, Palladium und Rhodium
(Datenquelle: JOHNSON MATTHEY 2014b)

Schmuckindustrie sowie in der Solarbranche (Dünnschichttechnik) eingesetzt. Eine zusätzliche Nachfrage wird durch den Bankensektor (Exchange Traded Funds, ETFs) generiert. Vor allem in den letzten Jahren haben sich einzelne Nachfragesegmente unterschiedlich entwickelt.

Auch Rhodium wird wie Platin und Palladium hauptsächlich für Automobilkatalysatoren eingesetzt (Abb. 1). Weitere Anwendungsgebiete sind die Glas- und die Solarindustrie (Dünnschichttechnik) sowie die Messtechnik.

Die hier betrachteten Metalle Platin, Palladium und Rhodium werden in vielen ihrer Anwendungsgebiete gemeinsam, z. B. als Legierungen, bzw. in bestimmten Prozessen nacheinander geschaltet eingesetzt. Aus diesem Grund erfolgt die Betrachtung der wichtigsten Verwendungsbereiche für alle drei Metalle gemeinsam.

Verwendungsbereiche

Autoabgaskatalysatoren

Platin, Palladium und Rhodium werden in Autoabgaskatalysatoren zur chemischen Umwandlung der schädlichen Verbrennungsschadstoffe C_mH_n , CO und NO_x in CO_2 , H_2O und Stickstoff durch Oxidation bzw. Reduktion eingesetzt.

In den USA sind unregelmäßige Katalysatoren (ohne Lambdasonde) bereits ab dem Jahr 1974 gesetzlich vorgeschrieben. In Deutschland erfolgte die Einführung per Gesetz erst im Jahr 1989, anfangs noch als unregelmäßige Katalysatoren, jedoch ab 1993 nur noch als Drei-Wege-System mit Lambdasonde.

Aufgebaut sind solche Katalysatoren aus einem Trägermaterial aus Keramik (Wabenkörper), welches zur weiteren Vergrößerung der reaktiven Oberfläche mit einem sogenannten „Washcoat“ beschichtet ist. Dieser besteht meist aus porösem Aluminiumoxid (Al_2O_3) und aktiven Sauer-



Abb. 2: Autoabgaskatalysator (mit freundlicher Genehmigung der Firma UMICORE NV/SA).

stoffspeicherkomponenten. In ihm sind je nach Katalysatortyp (Benzin, Diesel) die katalytisch aktiven Edelmetalle (Pt, Pd, Rh) eingelagert. Der keramische Körper wird in einem metallischen Gehäuse (Canning) eingebracht und in den Abgasstrang eingebaut (Abb. 2). Neben keramischen Trägermaterialien kommen auch Metallträger zum Einsatz.

Abhängig vom Verbrennungsprinzip (Diesel, Benzin), dem Hubraum des Motors sowie den länderspezifischen Schadstoffklassen unterscheiden sich die Metallgehalte in den eingebauten Katalysatoren zum Teil erheblich. Während bei Katalysatoren von Ottomotoren neben Platin vor allem Palladium und Rhodium eingesetzt werden, arbeiten Oxidationskatalysatoren von Dieselfahrzeugen überwiegend mit Platinbeladung. Benzinbetriebene Fahrzeuge sind vor allem auf dem nordamerikanischen Markt wichtig. In Europa spielen hingegen Dieselfahrzeuge eine große Rolle. So lag der Marktanteil von Dieselfahrzeugen aller neu zugelassenen „Light Vehicles“ in den USA 2013 bei 2,7 %, in Westeuropa dagegen bei 55 % (BECKER 2013).

Bei Ottomotoren kommen geregelte Drei-Wege-Katalysatoren zum Einsatz. In einem solchen Katalysator finden die Oxidation von CO und C_mH_n und die Reduktion von NO_x parallel voneinander statt. C_mH_n wird mit O_2 zu CO_2 und H_2O sowie CO mit O_2 zu CO_2 oxidiert und NO_x mit CO zu N_2 , O_2 und CO_2 reduziert. Voraussetzung für diese Prozesse ist ein konstant stöchiometrisches Kraftstoffverhältnis, welches über die Lambdasonde geregelt und gegebenenfalls korrigiert wird. Eine defekte Lambdasonde führt über kurz oder lang zur Zerstörung des Katalysators aufgrund von Überhitzung und damit auch zum Verlust der enthaltenen Platingruppenmetalle. In solchen Systemen wird aktuell vorrangig Palladium eingesetzt. Ausnahmen hier sind japanische Autohersteller, die nach wie vor hauptsächlich Platin einsetzen (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Bei Dieselmotoren findet die Verbrennung aufgrund eines zum Ottomotor abweichenden Prinzips immer unter Sauerstoffüberschuss statt. Daher können die Stickoxide nicht über einen normalen Katalysator reduziert werden.

Eine gewisse Reduzierung ist über eine Abgasrückführung (AGR) bei modernen Dieselfahr-

zeugen in die Ansaugluft möglich. Eine zu hohe Abgasrückführung führt jedoch zu verminderter Leistung und starker Rußentwicklung. Die Reduktion der Stickoxide (NO_x) muss zur Einhaltung strengerer Normen künftig über einen zusätzlichen Katalysator (NO_x -Speicherkat, SCR-Kat) erfolgen. In solchen Systemen wird aktuell vorrangig Platin eingesetzt. Oxidationskatalysatoren kommen auch bei Dieselfahrzeugen zur Oxidation von CO und C_mH_n zum Einsatz.

Moderne Magermix-Ottomotoren werden zur Erhöhung des Wirkungsgrades mit Sauerstoffüberschuss betrieben. Die Oxidation von C_mH_n und CO ist weiterhin möglich. Stickoxide können hier, vergleichbar zu Dieselfahrzeugen, nicht reduziert werden. Zur Einhaltung strengerer Abgasnormen (z. B. EU6) müssen ebenfalls NO_x -Speicherkatalysatoren oder SCR-Katalysatoren (Harnstoffinjektion) eingesetzt werden. NO_x -Speicherkatalysatoren verwenden, ähnlich zu Drei-Wege-Katalysatoren oder Oxidationskatalysatoren, einen keramischen oder metallischen Träger, welcher mit Platingruppenmetallen (Platin) beladen ist.

Zusätzlich kommt eine Speicherkomponente zum Einsatz (z. B. Barium). Durch die sauerstoffreiche Atmosphäre im Katalysator werden die Stickoxide durch die PGM oxidiert und in Form von Nitraten im Katalysator gespeichert. Durch kurzzeitiges, sensorgesteuertes Anfetten des Gemisches werden die Stickoxide reduziert und der Speicher-katalysator für den nächsten Zyklus vorbereitet. Der Einsatz eines solchen Katalysators zur Einhaltung strengerer Abgasgrenzwerte bedingt einen entsprechend erhöhten Einsatz an Platingruppenmetallen. Strengere Abgasnormen (z. B. EU6, LEV III, ULEV) bedingen ebenfalls einen höheren Einsatz von Platingruppenmetallen.

Aufgrund global unterschiedlicher Automobilmärkte ergibt sich eine unterschiedliche Nachfrage für Platin und Palladium (siehe Kapitel Nachfrage). Dies hat wiederum großen Einfluss auf das Recycling und damit das Sekundärangebot an Platin, Palladium und Rhodium.

Schmuck

In der Schmuckindustrie wird von den genannten Platingruppenmetallen vorrangig Platin eingesetzt. Für Palladium spielt der Bereich Schmuck nur eine untergeordnete Rolle, und Rhodium wird hier ebenfalls kaum genutzt. Platin wird aufgrund seiner geringen Härte sowie guten Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Wärme-dehnung im Schmuckbereich als Legierung verwendet.

Häufige Legierungsmetalle sind Kupfer, Gold, Rhodium, Iridium und Palladium. Diese führen auch zu einer Reduzierung des hohen Schmelzpunktes von reinem Platin. Weitere Legierungsmetalle können Kobalt und Wolfram sein.

Die häufigste und als „Juwelierplatin“ bezeichnete Legierung besteht zu 96 % aus Platin und zu 4 % aus Kupfer. Platin-Kupfer-Legierungen sind sehr hart und zugfest, zeichnen sich aber durch eine geringe Dehnbarkeit aus. Reine Platin-Palladium-Legierungen wie z. B. Pt 950 (95 % Pt, 5 % Pd) sind weich und gut dehnbar. Sie werden bevorzugt zum Einfassen von Edelsteinen verwendet, Platin-Iridium-Legierungen hingegen für stark mechanisch beanspruchte und federnde Teile benötigt (MATERIAL ARCHIV 2015).

Investment

Der Anwendungsbereich Investment spielt für Platin und auch Palladium aufgrund ihres monetären Wertes eine wichtige Rolle. Für Rhodium ist dieser Verwendungszweck nicht relevant.

Neben einem globalen, jedoch regional unterschiedlichen Bedarf an Platin und Palladium in Form von Münzen und Barren werden diese beiden Metalle vorrangig als Anlageprodukt nachgefragt. Solche Anlageprodukte sind z. B. die sogenannten Exchange Traded Funds, kurz ETFs. In diesen werden Platin und auch Palladium physisch bei einer Bank hinterlegt. Die Nachfrage aus diesem Bereich schwankte in den vergangenen Jahren sehr stark.

Wichtige ETFs von Platin und Palladium sind z. B. in der Schweiz, USA, Großbritannien und der Republik Südafrika angesiedelt. In der Republik Südafrika wurden darüber hinaus im Jahr 2013

mehrere neue ETFs aufgelegt. Im März 2013 wurde durch die „Absa Corporate and Investment Bank“ ein neuer Palladium-ETF aufgelegt (Absa NewPalladium ETF), der sich innerhalb weniger Monate zu einem der größten Palladium-ETFs weltweit entwickelte. Im September 2014 waren hier knapp 14 t, im März 2015 etwa 14,8 t Palladium physisch hinterlegt (ABSACORPORATE AND INVESTMENT BANK 2015a).

Im April 2013 wurde zudem der Platin ETF Absa NewPlat aufgelegt. Dieser entwickelte sich innerhalb von zwölf Monaten zum größten Platin-ETF weltweit. Im September 2014 waren hier bereits knapp 36 t Platin physisch hinterlegt (ABSACORPORATE AND INVESTMENT BANK 2014). Im März 2015 hielt dieser ETF etwa 32 t Platin (ABSACORPORATE AND INVESTMENT BANK 2015b).

Neben diesen beiden ETFs wurden im Jahr 2013 noch der AfricanPlatinum ETF und der AfricanPalladium ETF durch die Standard Bank plc eingeführt. Der AfricanPlatinum ETF hält aktuell etwa knapp 4 t Platin, der AfricanPalladium ETF hingegen ca. 23 t Palladium (STANDARD BANK PLC 2015).

Industriekatalysatoren

Industriekatalysatoren auf Basis von Platin, Palladium und Rhodium werden in vielfältigen technischen Anwendungen genutzt. Die Art der verwendeten PGM-Katalysatoren unterscheidet sich abhängig vom Einsatzgebiet zum Teil deutlich. Nach HAGELÜKEN et al. (2004) kann die folgende Systematik herangezogen werden:

- Raffineriekatalysatoren,
- Katalysatoren für die Salpetersäureproduktion/Blausäureproduktion,
- Chemiekatalysatoren: homogene Katalyse,
- Chemiekatalysatoren: Festbett- und Wirbelbettkatalysatoren,
- Umweltkatalysatoren (ohne Autoabgaskatalysatoren).

Im Bereich der Petrochemie sind vor allem das katalytische Reforming (Cracking) und die Isomerisierung wichtige Anwendungsgebiete für PGM-haltige Katalysatoren. Im Bereich Reforming werden meist Platin-Rhenium-Katalysatoren (Substrat $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) eingesetzt. Je nach

Verfahren enthalten diese Katalysatoren durchschnittlich 0,2 – 0,3 % Pt (semiregenerativ) bzw. 0,25 – 0,4 % Pt (zyklisch). Katalysatoren im Bereich Isomerisierung enthalten nach HAGELÜKEN et al. (2004) durchschnittlich 0,3 % Pt. Weiterhin werden Palladium- bzw. Platin-Palladium-Katalysatoren im Bereich Hydrierung und Dehydrierung/Oxidation in der Erdölverarbeitung eingesetzt.

In der Salpetersäureproduktion wird Ammoniak nach dem Oswaldverfahren an Platin-Rhenium-Kontaktnetzen vorbeigeführt und dabei oxidiert. Nach HAGELÜKEN et al. (2004) liegt das Verhältnis von Platin zu Rhenium in Deutschland bei etwa 95:5. Während des Herstellungsprozesses kommt es zu Platinverlusten. Diese werden durch den Einsatz von sogenannten Getternetzen (Palladiumanteil von rund 95 %) reduziert.

In der Blausäureproduktion werden entweder Platin-Rhenium-Kontaktnetze (Andrussow-Prozess) oder platinbeschichtete Al_2O_3 -Röhrchen (Degussa-Prozess) als Katalysator genutzt. Vor allem in der Feinchemie werden PGM-haltige Pulverkatalysatoren für einzelne Prozessstufen eingesetzt. Die Gehalte in solchen Katalysatoren liegen üblicherweise bei etwa 5 Gew.-%. Als Trägermaterial werden hauptsächlich Aktivkohle und untergeordnet Al_2O_3 , SiO_2 und CaCO_3 eingesetzt. Mit einem Anteil von etwa 90 % ist Palladium das wichtigste der drei Metalle, gefolgt von Platin mit etwa 10 % Anteil. Rhodium spielt bei dieser Art der Katalysatoren nur eine untergeordnete Rolle.

Palladiumhaltige homogene Katalysatoren werden vorrangig in der anorganischen Chemie eingesetzt (z. B. Direktoxidation von Ethylen \rightarrow Acetaldehyd). Rhodiumhaltige Komplexe sind nur in der organischen Chemie von größerer Bedeutung, so z. B. bei Hydroformulierungsreaktionen (Herstellung diverser Aldehyde; Oxo-Prozesse), Carbonylierungen (Herstellung von Essigsäure aus Methanol), sowie Hydrierungen (Wilkinson-Katalysator).

Im Bereich der organischen Chemie werden Platinverbindungen bei der Modifizierung von Silanen und Silikonen (Herstellung von Organosilanen) und der Silikonvernetzung (Herstellung von Zweikomponentenkautschuk) verwendet. Im Vergleich dazu spielen Palladium und Rhodium für homogene Katalysatoren in der anorganischen Chemie kaum eine Rolle.

Edelmetallhaltige Umweltkatalysatoren werden hauptsächlich in technischen Prozessen eingesetzt. Hierzu zählen auch Autoabgaskatalysatoren (s. o.). Ein wichtiges Anwendungsfeld dieser Katalysatoren liegt aber auch im Bereich von Blockheizkraftwerken und der katalytischen Nachverbrennung (Lackierereien, Kaffeeröstereien, Druckereien etc.) zur Einhaltung von Grenzwerten. Für Katalysatoren im Bereich der Abgasreinigung von Blockheizkraftwerken wird hauptsächlich Platin eingesetzt. Lagen die PGM-Gehalte in den 1980er-Jahren hier noch bei etwa 2,5 g/l Kat-Volumen, so sanken diese kontinuierlich auf aktuell ca. 0,5 g/l Kat-Volumen.

Für die katalytische Nachverbrennung werden meist Schüttgutkatalysatoren (Trägermaterial Keramik) oder Metallträger (Wabenkörper) eingesetzt. Die PGM-Beladung liegt bei etwa 1 – 2 g/l Kat-Volumen. Neben rein platinhaltigen Katalysatoren gibt es auch solche mit Platin-Palladium-Beladung.

Elektrotechnik

Im Bereich der Elektrotechnik wird Palladium als Elektrodenmaterial in Keramiksichtkondensatoren eingesetzt, Platin jedoch nicht. Seit Mitte der 1990er-Jahre hat die Bedeutung von Palladium in diesem Anwendungsbereich jedoch stark abgenommen. Zum einen fand eine zunehmende Miniaturisierung der Kondensatoren statt, wodurch weniger Palladium benötigt wird. Zum anderen führten hohe und vor allem schwankende Palladiumpreise zur Substitution von Palladium durch Nickel und Silber. In technisch anspruchsvollen Anwendungsgebieten wird Palladium jedoch weiterhin eingesetzt (JOHNSON MATTHEY 2015).

Palladium wird weiterhin in Form von Silber-Palladium-Loten für integrierte Schaltkreise auf keramischen Substraten eingesetzt. Durch das Palladium wird das Silberlot stabilisiert. Nach JOHNSON MATTHEY (2015) ist die Automobilindustrie der größte Anwender.

Zum Beschichten von Kontakten in Computern und Mobiltelefonen wird Palladium ebenfalls verwendet. Gegenüber Gold hat Palladium eine höhere Dichte, wodurch geringere Schichtdicken möglich sind und somit ein geringerer Material-

auftrag notwendig ist. Platin wird im Bereich der Elektrotechnik hingegen vor allem zur Temperaturmessung eingesetzt. Hierbei werden Widerstandssensoren (z. B. PT 100) genutzt. Als Bauformen kommen neben Dünnschichtsensoren drahtgewickelte Keramikwiderstände oder drahtgewickelte Glaswiderstände zum Einsatz. Je nach Bauform können Temperaturen von -200 °C bis 800 °C gemessen werden.

Weiterhin wird Platin in unterschiedlichen Sensoren wie beispielsweise Lambdasonden, Luftmassenmesser, Airbag Sensoren, CO-Sensoren und O_2 -Sensoren eingesetzt (JOHNSON MATTHEY 2015).

Dentaltechnik

In der Dentaltechnik kommt vor allem Palladium, untergeordnet Platin, als Legierungsbestandteil von Zahnkronen zum Einsatz. Die Platingruppenmetalle werden dabei mit anderen Metallen wie Gold, Silber, Kupfer und Zink anwendungsspezifisch legiert. Für Rhodium ist dieser Verwendungszweck nicht relevant. Nach JOHNSON MATTHEY (2015) werden vorrangig zwei Legierungstypen im Dentalbereich verwendet: zum einen eine Legierung mit hohem Goldanteil und etwa 10 Gew.-% Platin, zum anderen eine Legierung mit niedrigem Goldanteil und etwa 50 – 80 Gew.-% Palladium. Vor allem in Japan werden palladiumhaltige Legierungen verwendet (> 90 %).

Medizintechnik

Der Bereich Medizintechnik stellt für die Platingruppenmetalle und dabei vor allem für Platin und Platinlegierungen ein bedeutendes Anwendungsfeld dar. Palladium und auch Rhodium werden in der Medizintechnik hingegen nicht verwendet.

Aufgrund seiner Korrosionsresistenz, der hohen Biokompatibilität und guten mechanischen Eigenschaften eignet sich Platin hervorragend als Material für diverse Anwendungen im Medizinbereich (COWLEY 2011). Beispielsweise wird Platin als Material für temporäre, aber auch permanente Implantate oder als Elektrodenmaterial für Diagnosegeräte, Herzschrittmacher oder Cochlea-Implantate (Hörprothese) verwendet. Weiterhin wird

Platin als Material für Katheter und Stents eingesetzt (COWLEY 2011). Eine relativ neue Anwendung erfährt Platin als Bestandteil von Krebsmedikationen (z. B. CisPlatin®, CarboPlatin®), da das Edelmetall die Eigenschaft besitzt, Zellen an der Teilung zu hindern (COWLEY 2011).

Glasindustrie

In der Glasindustrie werden sowohl Platin als auch Palladium und Rhodium in verschiedenen Bereichen eingesetzt. Aufgrund ihrer hohen Schmelzpunkte und Korrosionsresistenz werden die Platingruppenmetalle in der Glasproduktion und hier im Speziellen im Kontakt mit dem geschmolzenen Glas eingesetzt. Neben Verkleidungsblechen für die Ofenauskleidung (Schamotte) werden z. B. Leitungen, Rührer und Düsen aus unterschiedlichen PGM-Legierungen gefertigt. Diese können dem abrasiven Milieu der Glaschmelze widerstehen.

Durch das Legieren von Platin und Palladium mit Rhodium (5 – 22 Gew.-%) steigt die Korrosionsresistenz deutlich an (JOHNSON MATTHEY 2015). Platin wird hauptsächlich als Material für Düsen verwendet, mit denen Glasfasern extrudiert werden. Auch in der Herstellung von LCD-Bildschirmglas werden Platin bzw. Legierungen eingesetzt. Für die Herstellung von optischen Gläsern wird reines Platin verwendet, da Rhodiumanteile zu einem unerwünschten Farbstich führen würden.

2 Risikobewertung

2.1 Datenbasis

Wichtige Datengrundlage der vorliegenden Rohstoffrisikostudie bildet das Fachinformationssystem Rohstoffe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR 2014). Dieses umfasst Zeitreihen zur weltweiten Bergwerksförderung, zu Vorräten sowie Preisinformationen und ein Volltextarchiv, in dem relevante Artikel aus einschlägigen Fachzeitschriften sowie der Tagespresse kontinuierlich abgelegt werden.

Informationen zu aktuellen Explorations- und Bergbauprojekten basieren auf eigenen Recherchen im Fachinformationssystem der BGR und im Internet, hier insbesondere auf den Internetseiten der Bergbauunternehmen (Jahresberichte, Präsentationen, Fact Sheets, News Releases), sowie auf kostenpflichtigen Datenbanken (z. B. RMG, SNL).

Bei den Daten zur Jahresförderkapazität neuer Bergbauprojekte und Betriebserweiterungen handelt es sich um Planzahlen der Explorations- und Bergbauunternehmen. Häufig werden geplante Bergbauvorhaben nicht umgesetzt bzw. der Zeitpunkt der Inbetriebnahme eines neuen Bergwerks wird verschoben. So führten beispielsweise die Marktentwicklungen als Folge der Finanzmarktkrise (2008/2009) sowie Streiks in der Republik Südafrika in den Jahren 2012 bis 2014 zu Verzögerungen in der Umsetzung von Projekten bzw. zu Planänderungen vieler Unternehmen.

Für Platin und Palladium wird die Bergwerksförderung für den Zeitraum von 1960 bis 2013 dargestellt. Für Rhodium erfolgt die Darstellung für den Zeitraum 2004 bis 2013. Die Förderung der Jahre 2012 und 2013 wurde für Platin, Palladium und Rhodium detailliert anhand von Geschäftsberichten und Veröffentlichungen der relevanten Bergbauunternehmen recherchiert und entsprechend verwendet.

Angaben zu Recyclingquoten wurden aus der UNEP-Studie „Recycling Rates of Metals – A Status Report – A Report of the Working Group Global Metal Flows in the International Resource Panel“ aus dem Jahr 2011 entnommen. Daten zum Angebot, der globalen Nachfrage sowie Recyclingmengen von Platin, Palladium und Rhodium

basieren auf den online verfügbaren Datensätzen von Johnson Matthey (z. B. Market Data Tables – Platinum Supply and Demand/1975 – 1999; 2000 – 2004; 2004 – 2013). Daten zu Palladium stehen für den Zeitraum 1980 bis 2013, für Rhodium ab dem Jahr 1985 zur Verfügung. Für das Jahr 2014 liegen von Johnson Matthey Prognosen zu Angebot und Nachfrage vor, welche als Grundlage für die Berechnung der Angebotsszenarien verwendet wurden. Weiterhin wurden Daten von Thomson Reuters (GFMS Platinum & Palladium Survey 2014) sowie dem World Platinum Investment Council (Platinum Quarterly – Q4 2014) verwendet.

Die historische Preisentwicklung wird für Platin (99,5 %, London, morning, in warehouse) für den Zeitraum 1906 bis 12/2014 und für Palladium (99,5 %, London, afternoon, in warehouse) für den Zeitraum 1931 bis 12/2014 betrachtet. Für Rhodium (99,9 %, european free market, in warehouse) stehen im Fachinformationssystem der BGR monatliche Preisinformationen ab Januar 2000 bis einschließlich Dezember 2014 zur Verfügung. Die Berechnung der Realpreise erfolgt unter Verwendung des Konsumentenpreisindex der USA (Basis: 12/2014 = 100).

Datenbasis für die Betrachtung des internationalen Handels mit Platin, Palladium und Rhodium bildet der Global Trade Atlas, eine kommerzielle Datenbank der Firma Global Trade Information Services Ltd. (GTI). Fehlende oder widersprüchliche Exportstatistiken einiger Länder wurden anhand globaler Importe aus diesen Ländern auf Plausibilität geprüft. Die Importe Deutschlands der betrachteten Warengruppen wurden für das Jahr 2013 aus den Datenbanken des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) übernommen.

Die weltweiten Reserven (sicher & wahrscheinlich) von Platin, Palladium und Rhodium basieren auf Daten des United States Geological Survey (USGS, versch. Jg.) und liegen ab 1988 vor. Weiterhin wurden die Angaben zu Reserven aktuell fördernder Bergwerke der wichtigsten Bergbauunternehmen recherchiert und separat aufgeführt.

Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die Mengenangaben auf Platin-, Palladium- bzw. Rhodium-Inhalt (Pt-Inh., Pd-Inh., Rh-Inh.).

Wachstumsraten basieren auf der jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate, CAGR). Diese stellt den durchschnittlichen Prozentsatz dar, um den der Anfangswert einer Zeitreihe auf hypothetische Folgewerte für die Berichtsjahre wächst, bis der tatsächliche Endwert der Berichtsperiode erreicht ist. Tatsächliche Ausschläge der Zwischenzeiten wirken sich dabei nicht aus.

Die Berechnung der Preisvolatilität erfolgt mittels Standardabweichung der Differenz (Rendite) der logarithmierten Monatsdurchschnittspreise. Die Volatilität wird für zwölf Monate gleitend berechnet. Die Annualisierung erfolgt durch Multiplizieren mit $\sqrt{12}$.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird der Zeitraum 1960 bis 2013 betrachtet. Sofern nicht anders vermerkt, beziehen sich sämtliche Angaben auf das Jahr **2013**.

2.2 Preisentwicklung und -risiken

Die Platingruppenmetalle Platin, Palladium und Rhodium werden an internationalen Handelsplätzen wie der London Metal Exchange (LME) oder der New York Commodities Exchange (COMEX) gehandelt.

Im Dezember 2014 wurde von der LME das neue Tool „LMEbullion“ gestartet. Dieses webbasierte Tool stellt Referenzpreise für Platin und Palladium zur Verfügung und löst damit die Daten der London Platinum & Palladium Fixing Company Ltd. (LPPFCL) ab. Der Preis der Metalle wird zweimal täglich (09:45 Uhr, 14:00 Uhr) bei sogenannten Auktionen durch autorisierte Teilnehmer ermittelt. Autorisierte Teilnehmer sind aktuell BASF Metals Ltd., HSBC Bank USA NA, Standard Bank plc, Goldman Sachs International und JOHNSON MATTHEY plc (LME 2015). Die Preise für Platin und Palladium sind entsprechend über die Webseite der LME in den Währungen US-Dollar, Euro und Pfund Sterling einsehbar.

Platin und Palladium werden als Metalle mit einer Reinheit von 99,95 % gehandelt, Rhodium mit einer Reinheit von 99,9%. Die Standardeinheit für den Handel ist die Feinunze (troy ounce = oz). Sie entspricht 31,1034768 g. Die im Folgenden

angegebenen Preise beziehen sich immer auf die Einheit US\$/oz.

Platin

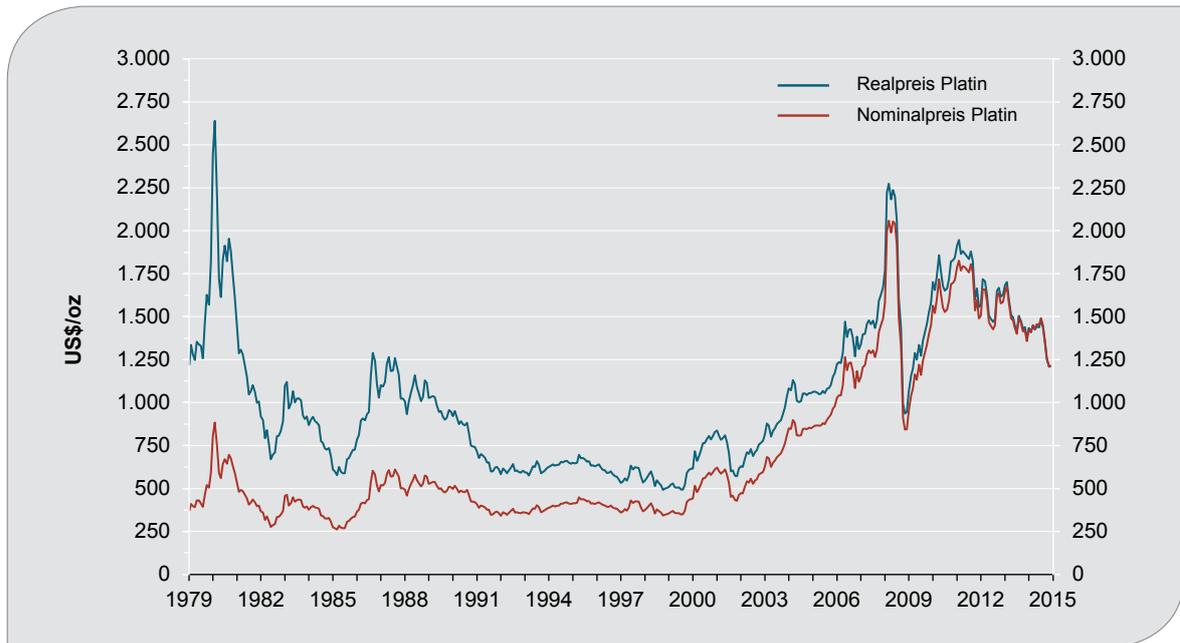
Das letzte Jahrhundert war durch mehrere Hochpreis- und Tiefpreisphasen bei Platin geprägt. Hochpreisphasen sind vor allem in den 1910er- und 1920er-Jahren sowie Ende der 1970er- und Ende der 1980er-Jahre und kurz vor der Finanzmarktkrise 2008/2009 zu verzeichnen. Tiefpreisphasen gab es beispielsweise Anfang der 1930er-Jahre und Ende der 1990er-Jahre (Abb. 3).

Nach BRÄUNINGER et al. (2013) gab es einen ersten markanten Preispeak bei Platin im November 1916 mit einem Wert von ca. 2.360 US\$/oz (Realpreis). Ursache hierfür war die große Nachfrage nach Platin als Katalysator zur Herstellung von Sprengstoff während des Ersten Weltkrieges.

Durch eine sinkende Nachfrage bei gleichzeitiger Zunahme des Angebotes aufgrund der Entdeckung der weltgrößten Platinvorkommen in der Republik Südafrika durch Hans Merensky im Jahr 1924 sanken die Preise für Platin deutlich. Anfang der 1930er-Jahre notierte der Preis weit unter 500 US\$/oz. Während des Zweiten Weltkrieges stieg die Nachfrage nach Platin als Katalysator zur Herstellung von Sprengstoff erneut stark an. Im Jahr 1946 notiert der Realpreis für Platin knapp über 1.000 US\$/oz.

Ende der 1970er-Jahre kam es auf dem Platinmarkt aufgrund unterschiedlicher Faktoren zu einem starken Preisanstieg. Im Februar 1980 erreichte der reale Platinpreis einen Höchststand von ca. 2.640 US\$/oz. Innerhalb eines Jahres (02/1979 – 02/1980) stieg der Preis real von 1.193 US\$/oz um ca. 121 %. Gründe dieses starken Anstieges waren nach BRÄUNINGER et al. (2013) Spekulationen von Investoren, eine starke industrielle Nachfrage, ein knappes Angebot, die weltweite Inflation sowie ein schwacher US-Dollar.

Es folgte eine Phase, in der der reale Preis von Platin wieder deutlich sank und im Juli 1982 mit ca. 697 US\$/oz einen ersten Tiefstand erreichte. Gegenüber der Hochpreisphase (1980) entspricht dies einem Preisverfall von rund 74 %. Nach einem erneuten Preisanstieg auf knapp über



**Abb. 3: Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Platin (01/1979 – 12/2014).
Daten sind mit CPI (\emptyset 2014 = 100) deflationiert (Datenquelle: BGR 2014).**

1.100 US\$/oz (02/1983) sank der Preis 1985 auf unter 600 US\$/oz.

Aufgrund von Streiks in der Republik Südafrika und einem damit verringerten Angebot sowie dem Ende des Apartheidregimes kam es zwischen 1985 und 1987 zu einer erneuten Hochpreisphase. Im August 1987 notierte der Realpreis von Platin bei rund 1.260 US\$/oz.

Bis etwa Ende der 1990er-Jahre waren tendenziell sinkende Preise und keine großen Preispeaks bei Platin zu verzeichnen. Ende der 1980er-Jahre wurde von der Ford Motor Co. ein platinfreier Abgaskatalysator entwickelt, in dem stattdessen das zu diesem Zeitpunkt deutlich günstigere Metall Palladium eingesetzt wurde (WHITE 2002). Im Juli 1999 notierte der Platinpreis schließlich bei rund 494 US\$/oz.

Die folgenden Jahre (1999 – 2007) waren durch markante Preisanstiege gekennzeichnet. Ein erster Preispeak wurde im Januar 2001 mit einem realen Preis von ca. 838 US\$/oz erreicht. Im März 2008 lag der reale Preis von Platin mit etwa 2.274 US\$/oz nur 366 US\$/oz unter dem absoluten Höchststand vom Februar 1980. Gegenüber dem Tiefstand vom Juli 1999 (494 US\$/oz) markiert dies ein Plus von ca. 360 %. Ursachen für diesen Preisanstieg sind die wieder zunehmende

Verwendung von Platin als Katalysatormetall in Abgaskatalysatoren sowie die prognostizierte Nachfrage nach Platin als Bestandteil von Brennstoffzellen für alternative Antriebe. Im Jahr 2003 kündigte z. B. die US-Regierung an, die Entwicklung solcher Brennstoffzellen mit ca. 1,7 Mrd. US\$ zu fördern. Entsprechend stiegen die Erwartungen in diese technologische Innovation (BRÄUNINGER et al. 2013).

Durch die Finanzmarktkrise 2008/2009 brach die Nachfrage nach Platin massiv ein. Entsprechend sank der Platinpreis innerhalb von wenigen Monaten sehr stark. Notierte Platin im März 2008 noch bei 2.274 US\$/oz, so sank der Preis auf 935 US\$/oz im November 2008. Dies entspricht einem Preisabschlag von knapp 59 %.

Mit Erholung der Weltwirtschaft stieg der Preis für Platin aufgrund steigender Nachfrage wieder an. Hinzu kamen Faktoren wie Spekulation durch Investoren sowie Lieferengpässe. Der Platinpreis kletterte entsprechend von 935 US\$/oz (11/2008) auf etwa 1.946 US\$/oz (02/2011) – dies entspricht einem Wachstum um 108 %. Seit diesem Zeitpunkt sind am Platinmarkt tendenziell sinkende Preise zu beobachten. So notierte Platin im Dezember 2014 bei rund 1.212 US\$/oz, ein Minus von etwa 61 % gegenüber dem Preis-

hoch vom Februar 2011. Die Gründe hierfür sind nicht eindeutig auszumachen. Auf der einen Seite hat die Nachfrage nach Platin seit der Finanzmarktkrise unvermindert zugenommen. Auf der anderen Seite ist die Angebotsseite vor allem durch Lieferausfälle aus der Republik Südafrika in den letzten Jahren geprägt. Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) wird daher für das Jahr 2014 ein Rekorddefizit von rund 35 t Platin prognostiziert.

Palladium

Auch bei Palladium gab es im letzten Jahrhundert mehrere Hochpreis- und Tiefpreisphasen. Hochpreisphasen sind vor allem in den 1970er- und 1980er-Jahren sowie Ende der 1990er-Jahre und nach der Finanzmarktkrise 2008/2009 zu verzeichnen. Tiefpreisphasen gab es z. B. Anfang der 1990er-Jahre und Mitte der 2000er-Jahre (Abb. 4).

Ein erster markanter Preispeak bei Palladium zeichnete sich 1974 ab. Hier notierte der Realpreis für Palladium bei rund 668 US\$/oz (05/1974). Als Ursache wird die Anfang der 1970er-Jahre antizipierte hohe Nachfrage nach Palladium aus der Automobilbranche für den Einsatz in Abgaskatalysatoren angesehen (BRÄUNINGER et al. 2013).

Die Einführung dieser Technologie erfolgte zuerst in den USA im Jahr 1974 (ungeregelte Katalysatoren). Deutschland folgte erst im Jahr 1989 (geregelte Drei-Wege-Katalysatoren).

Hiernach folgte ein starker Preisverfall innerhalb von knapp zwei Jahren auf etwa 152 US\$/oz im März 1976 – gegenüber dem Hoch aus dem Jahr 1974 stellt dies ein Minus von rund 77 % dar. Durch Spekulationen mehrerer Großinvestoren stieg der reale Preis für Palladium erneut stark an. Im Februar 1980 notierte er bei 780 US\$/oz, ein Plus von knapp 81 % gegenüber dem Preis vom März 1976.

Etwa ab 1983 wird Palladium von dem Unternehmen Rustenberg Platinum Holdings Ltd., dem damals größten Palladiumproduzenten in der Republik Südafrika, nicht mehr zu Produzenten-, sondern zu Marktpreisen verkauft. Infolgedessen stieg der reale Preis für Palladium auf etwa 355 US\$/oz (03/1983).

Bis ca. Ende 1997 sank der Palladiumpreis tendenziell. Er notierte im Dezember 1997 bei rund 290 US\$/oz und damit etwa 31 % unter dem Niveau vom Januar 1986 (222 US\$/oz).

Aufgrund massiver Lieferengpässe aus der Russischen Föderation (1998) sowie des zunehmenden

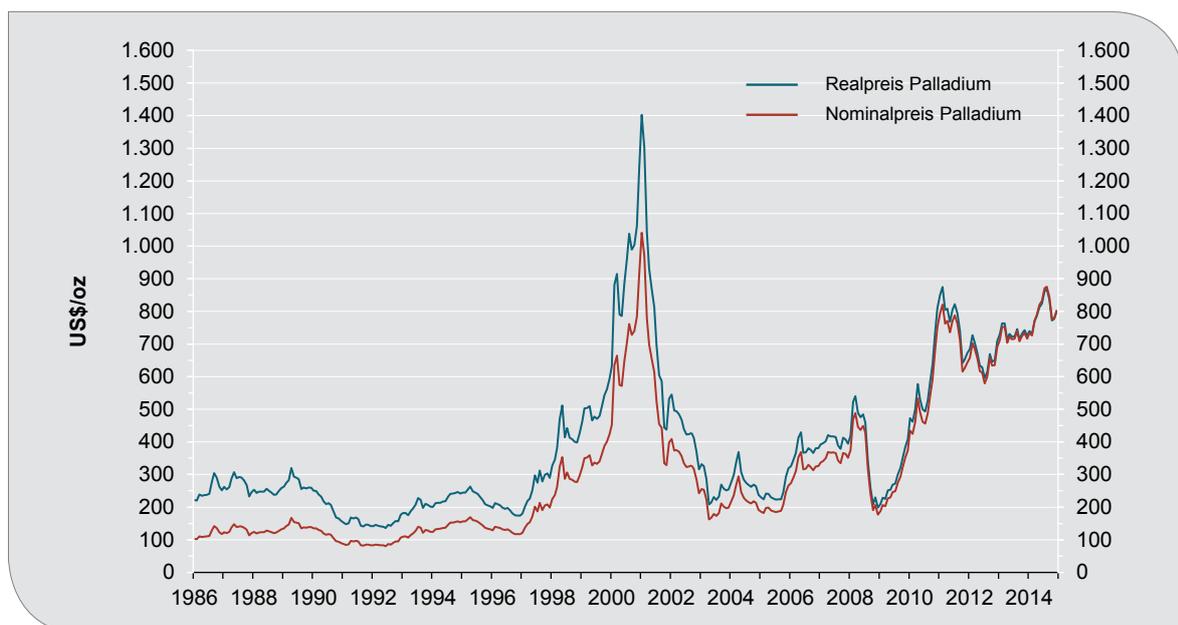


Abb. 4: Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Palladium (01/1979 – 12/2014). Daten sind mit CPI (\emptyset 2014 = 100) deflationiert (Datenquelle: BGR 2014).

Einsatzes von Palladium als Substitut für Platin in Autoabgaskatalysatoren stieg der reale Preis für Palladium innerhalb weniger Jahre wieder stark an. Er erreichte im Januar 2001 mit 1.403 US\$/oz seinen absoluten Höchststand. Gegenüber dem Tiefstand aus dem Jahr 1997 bedeutete dies ein Plus von rund 384 % (Abb. 4). Der reale Preis für Platin lag im gleichen Monat (01/2001) bei nur 838 US\$/oz und somit knapp 40 % unter dem Preis für Palladium. Infolgedessen wurde Palladium in wichtigen Anwendungen durch Platin und auch Silber substituiert, und die Produktion in der Republik Südafrika und der Russischen Föderation ausgeweitet. Als Konsequenz sank der reale Preis für Palladium massiv und notierte im Juli 2003 bei rund 222 US\$/oz. Gegenüber dem Höchststand aus dem Jahr 2001 bedeutete dies ein Minus von rund 84 %. Gleichzeitig stieg jedoch der Platinpreis erneut an und notierte im gleichen Monat (07/2003) bei 874 US\$/oz. Als Reaktion vergrößerte sich die Nachfrage nach Palladium, da es erneut vermehrt als Substitut für Platin eingesetzt wurde. Als Folge stieg der reale Preis für Palladium wieder an und lag im März 2008 bei rund 540 US\$/oz. Zu diesem Zeitpunkt lag der reale Preis für Platin bei etwa 2.273 US\$/oz und somit etwa 320 % über dem Preis von Palladium.

Durch die Finanzmarktkrise 2008/2009 brach die Nachfrage nach Palladium analog zu Platin mas-

siv ein, entsprechend sank der Preis innerhalb weniger Monate sehr stark. Im März 2008 lag der Preis noch bei 540 US\$/oz, im Dezember 2008 nur noch bei 230 US\$/oz. Dies entspricht einem Minus von knapp 57 %. Platin verlor im etwa gleichen Zeitraum (03/2008 – 11/2008) rund 59 % an Wert (Abb. 3). Mit Erholung der Weltwirtschaft stieg auch der Preis für Palladium aufgrund einer steigenden Nachfrage wieder an.

Der reale Preis für Palladium steigerte sich entsprechend um ca. 250 % von 230 US\$/oz (12/2008) auf aktuell etwa 807 US\$/oz (12/2014). Zwischengeschaltet war eine Phase, in der der reale Preis von Palladium noch einmal von ca. 875 US\$/oz (02/2011) auf etwa 596 US\$/oz (06/2012) sank. Seitdem ist der Palladiumpreis auf die genannten 807 US\$/oz (12/2014) gestiegen. Ein vergleichbarer Preisverfall wie bei Platin (Abb. 3) ist für Palladium nicht zu beobachten (Abb. 4).

Rhodium

Preisinformationen zu Rhodium liegen ab dem Jahr 2000 vor. Das gegenwärtige Jahrhundert ist durch eine besonders markante Hochpreisphase kurz vor der Finanzmarktkrise 2008/2009 gekennzeichnet (Abb. 5). Aktuell markiert der reale Preis für Rhodium eine Tiefpreisphase.

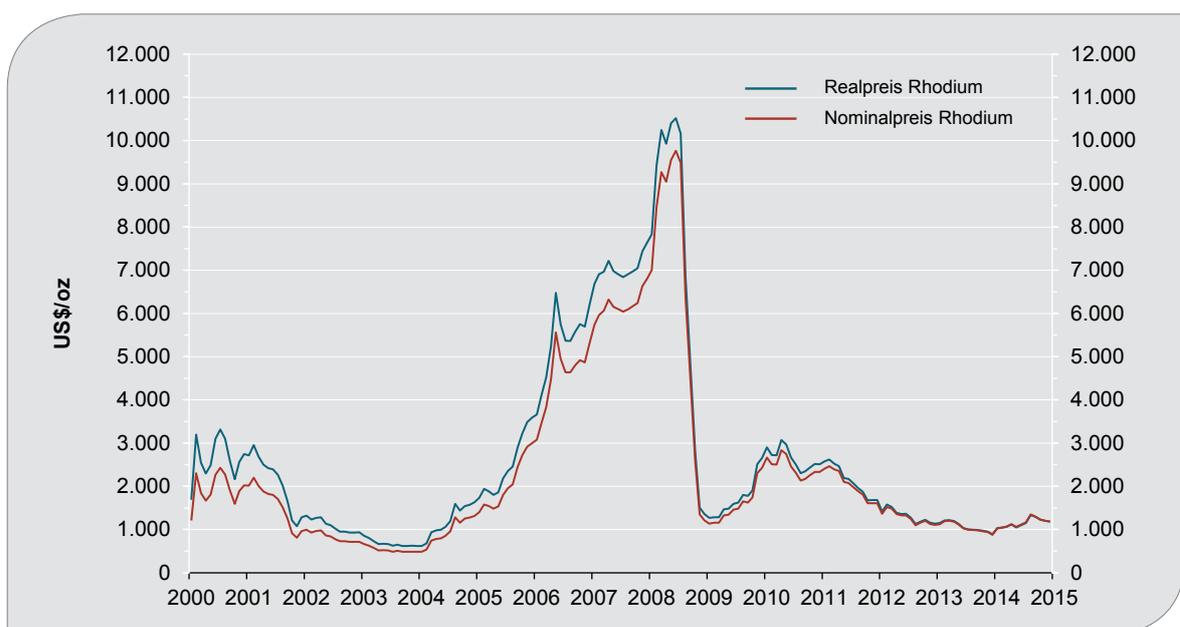


Abb. 5: Entwicklung der Nominal- und Realpreise für Rhodium (01/2000 – 12/2014). Daten sind mit CPI (\emptyset 2014 = 100) deflationiert (Datenquelle: BGR 2014).

Im Januar 2000 notierte der reale Preis für Rhodium bei etwa 1.686 US\$/oz. Er war damit um den Faktor 2,7 höher als Platin (616 US\$/oz) bzw. Palladium (632 US\$/oz). Bis zum Dezember 2003 sank der reale Preis für Rhodium jedoch auf 621 US\$/oz. Dies markiert gegenüber Platin (12/2003 = 1.035 US\$/oz) einen Preisabschlag von rund 40 %, gegenüber Palladium besteht jedoch noch ein Plus von etwa 145 % (Pd: 12/2003 = 254 US\$/oz).

Zwischen 2004 und 2008 war für Rhodium ein sehr starker Preisanstieg zu verzeichnen. Lag der reale Rhodumpreis im Januar 2004 noch bei 621 US\$/oz, so stieg er im Juni 2008 auf seinen absoluten Höchststand von 10.522 US\$/oz. Dies entspricht einer Preissteigerung von knapp 1.600 %. Im gleichen Monat notierte Platin bei 2.200 US\$/oz und Palladium bei 485 US\$/oz.

Durch die Finanzmarktkrise 2008/2009 brach die Nachfrage nach Rhodium analog zu Platin und Palladium massiv ein; entsprechend sanken die Preise innerhalb von sieben Monaten sehr stark. Notierte Rhodium im Juni 2008 noch bei 10.522 US\$/oz, so sank der Preis im Januar 2009 auf 1.268 US\$/oz. Dies entspricht einem Minus von knapp 88 %. Platin verlor zwischen März

2008 und November 2008 rund 59 % an Wert. Bei Palladium lag der Preisabschlag zwischen März 2008 und Dezember 2008 etwa bei 57 %.

Bis etwa April 2010 erholte sich der reale Preis für Rhodium und notierte bei rund 3.070 US\$/oz. Gegenüber dem Tiefstand vom Januar 2009 entspricht dies einer Preissteigerung von rund 142 %, gegenüber dem absoluten Höchststand vom Juni 2008 jedoch einem Preisabschlag von ca. 71 %.

Seitdem ist für Rhodium tendenziell ein sinkender Preis zu verzeichnen (Abb. 5). Aktuell (12/2014) liegt dieser bei etwa 1.180 US\$/oz und damit etwa 2,7 % unter dem Platinpreis (1.212 US\$/oz) und ca. 47 % über dem Palladiumpreis. Ungefähr seit Dezember 2013 steigt der Preis wieder leicht an. Ursächlich hierfür sind befürchtete Lieferengpässe aus der Republik Südafrika aufgrund der lang anhaltenden Streiks der Bergwerkarbeiter.

Preisvolatilität

Die Volatilität des Platinpreises war in den Jahren 1980 und 2009 besonders hoch (> 35 %). In den übrigen Jahren lag die Volatilität stets unter 25 %.

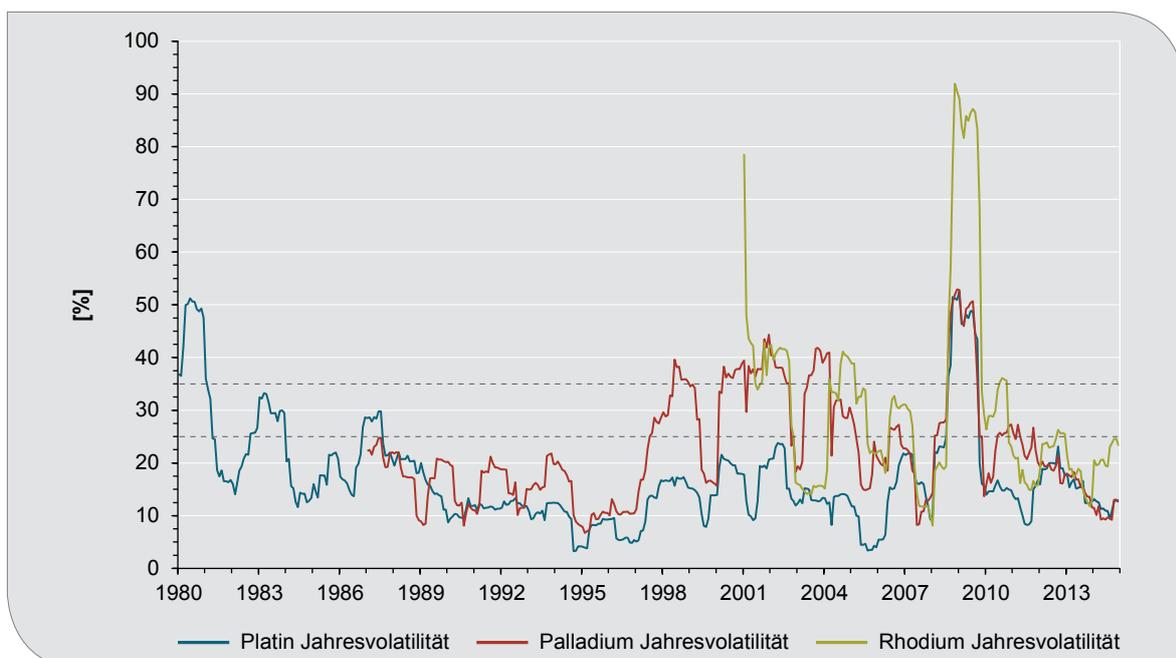


Abb. 6: Jahresvolatilität für die Monatsdurchschnittspreise von Platin (99,5 % LME warehouse), Palladium (99,5 % LME warehouse) und Rhodium (99,9 % LME warehouse) zwischen 1980 und 2013 (Datenquelle: BGR 2014).

Eine Ausnahme bilden lediglich die Jahre 1983 und 1987 mit Preisvolatilitäten > 30 % (Abb. 6).

In den letzten Jahren war der Preis weit weniger volatil als in den Jahren unmittelbar nach der Finanzmarktkrise. Die Preisvolatilität lag 2014 bei etwa 12,6 %. Die gemittelte Preisvolatilität (2010 – 2014) liegt bei 15,5 %.

Für Palladium zeichnet sich im Vergleich zu Platin eine insgesamt höhere Volatilität der Preise ab. Die folgenden Jahre waren von Preisvolatilitäten > 35 % gekennzeichnet: 1998, 2000 bis 2002, 2003 bis 2004 und 2008 bis 2009. In den dazwischenliegenden Jahren lag die Volatilität des Palladiumpreises teils deutlich unter 20 %. In den letzten Jahren war der Preis, analog zu Platin, weit weniger volatil als in den Jahren unmittelbar nach der Finanzmarktkrise. Die Preisvolatilität lag 2014 bei etwa 12,9 %. Die gemittelte Preisvolatilität (2010 – 2014) liegt bei 20,6 %.

Der Rhodumpreis war in den Jahren 2001 bis 2002, 2004 und 2009 hochvolatil (> 35 %). In

den dazwischenliegenden Jahren lag die Volatilität meist unter 20 %. In den letzten Jahren war der Preis vergleichbar zu Platin und Palladium ebenfalls weniger volatil als unmittelbar nach der Finanzmarktkrise. Im Jahr 2014 lag die Preisvolatilität bei etwa 23,9 %. Die gemittelte Preisvolatilität (2010 – 2014) liegt bei 21,9 %. Von den hier betrachteten drei Edelmetallen weist Rhodium die höchste Preisvolatilität auf.

2.3 Angebot und Nachfrage

2.3.1 Bergwerksförderung Platin

2013 wurden weltweit etwa 187,9 t Platin (Pt-Inh.) durch Bergwerksförderung gewonnen (Tab. 7, Abb. 7). Das mit Abstand größte Förderland war mit etwa 137,6 t Pt-Inh. (dies entspricht einem Marktanteil von circa 73,2 %) die Republik Südafrika. Die Förderung konzentriert sich dabei geografisch auf den Bushveld-Komplex im Nordosten des Landes. Weltweit zweitgrößtes Förderland war mit großem Abstand die Russische Föderation

Tab. 7: Bergwerksförderung von Platin.

Bergwerksförderung [t Pt-Inh.]							
Jahre	2003	2006	2010	2011	2012	2013	Weltanteil 2013 [%]
Südafrika	148,3	169,9	147,8	151,0	132,2	137,6	73,2
Russische Föderation	28,0	28,6	25,5	25,8	24,7	24,2	12,9
Simbabwe	4,3	5,0	8,8	10,6	11,1	11,6	6,2
Kanada	7,0	8,5	3,6	7,2	6,4	6,1	3,3
USA	4,2	4,3	3,6	3,8	3,7	3,7	2
Japan¹⁾	0,8	0,8	1,3	1,8	1,7	1,7	0,9
Kolumbien	0,8	1,4	1,0	1,2	1,5	1,5	0,8
Finnland	0,5	0,8	0,5	0,4	0,4	0,9	0,5
Botswana	0,5	0,3	0,6	0,6	0,4	0,2	0,1
Australien	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1
Kasachstan	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	< 0,1
Polen	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Philippinen	k. A.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indonesien	k. A.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
China	k. A.	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Welt²⁾	194,7	219,9	192,9	202,6	182,4	187,9	

¹⁾ PGM-Gewinnung aus importierten Nickelerzen (Australien). ²⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

mit rund 24,2 t Pt-Inh. (12,9 %), gefolgt von Simbabwe mit ca. 11,6 t Pt-Inh. (6,2 %), Kanada mit etwa 6,1 t Pt-Inh. (3,7 %) und den USA mit ca. 3,7 t Pt-Inh. (2 %). Etwa 4,6 t Pt-Inh. (2,4 %) entfallen auf übrige Länder wie z. B. Kolumbien (1,5 t Pt-Inh.) und Finnland (0,9 Pt-Inh.).

Die in der Kategorie „Übrige Länder“ enthaltene Fördermenge für Japan von ca. 1,7 t Pt-Inh. (0,9 %) bezieht sich auf die Produktion aus im portierten australischen Nickelerzen. Da Australien die PGM-Inhalte dieser Erze bzw. Konzentrate nicht als landeseigene Produktion angibt, wird diese vom United States Geological Survey Japan zugeordnet, obgleich es sich nicht um eine primäre Förderung handelt (USGS 2012).

In der Russischen Föderation und Kanada wird Platin als Beiprodukt der Basismetallproduktion (Kupfer/Nickel), in den USA und Kanada als Koppelprodukt der Palladiumförderung gewonnen.

Von 1960 bis 2013 stieg die weltweite Bergwerksförderung von Platin durchschnittlich um etwa 4,5 % pro Jahr (Tab. 8). Sie nahm damit von etwa

18,5 t Pt-Inh. auf insgesamt 187,9 t um 915 % zu. Der überwiegende Teil dieses Anstiegs ist auf die Republik Südafrika zurückzuführen, deren Bergwerksförderung zwischen 1960 und 2013 im Schnitt um ca. 5,5 % jährlich von etwa 8 t Pt-Inh. auf ca. 137,6 t Pt-Inh. wuchs. Der Marktanteil der Republik Südafrika an der Platinförderung stieg entsprechend von etwa 43 % im Jahr 1960 auf ca. 73,2 % im Jahr 2013 an.

Fasst man die UdSSR (bis 1991) und die Russische Föderation (ab 1992) zusammen, ergibt sich für den Zeitraum 1960 bis 2013 eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von ca. 4 % (3,1 t → 24,2 t Pt-Inh.). Für die USA ist im genannten Zeitraum eine jährliche Zuwachsrate von etwa 4,5 % zu verzeichnen (0 t → 3,7 t Pt-Inh.). Demgegenüber nahm die Förderung in Kanada zwischen 1960 und 2013 um durchschnittlich 0,1 % pro Jahr ab (6,5 t → 6,1 t Pt-Inh.). Für Simbabwe, drittgrößter Produzent 2013, liegen Daten zur Fördermenge erst ab dem Jahr 1980 vor. In diesem Zeitraum (1980 – 2013) nahm die Förderung mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 15,7 % zu (< 0,1 t → 11,6 t Pt-Inh.).

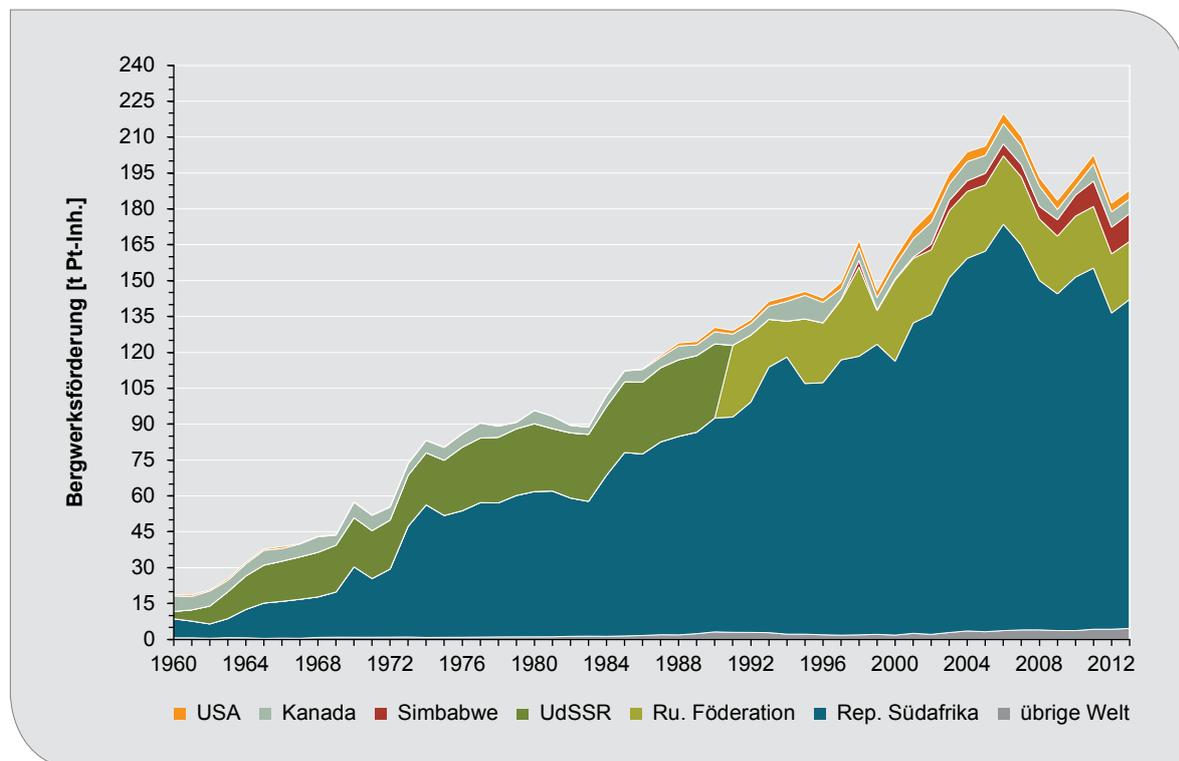


Abb. 7: Entwicklung der Bergwerksförderung von Platin zwischen 1960 und 2013
(Datenquelle: BGR 2014, RMG 2014).

Eine markante Entwicklung in der Förderung von Platin ergibt sich für die Zeiträume 1960 bis 2006 und 2006 bis 2013. Der erstgenannte war von einem zunehmenden Platinbergbau geprägt. So stieg die weltweite Förderung im Schnitt um jährlich 5,5 % von 18,5 t Pt-Inh. auf 220 t Pt-Inh. (2006). Dies markiert eine Zunahme von ca. 1.090 % gegenüber 1960. Für die Republik Südafrika ergibt sich für diesen Zeitraum eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 6,9 %. Die Förderung stieg auf knapp 170 t Pt-Inh. Der Marktanteil der Republik Südafrika lag damit im Jahr 2006 bei rund 77 %.

In der Russischen Föderation (inkl. UdSSR, s. o.) nahm die Förderung zwischen 1960 und 2006 um durchschnittlich 5 % pro Jahr zu. Für die USA ist mit 5,5 % eine ähnlich hohe jährliche Wachstumsrate in dieser Zeit zu verzeichnen. In Kanada lag das jährliche Wachstum demgegenüber lediglich bei ca. 0,6 %. In Simbabwe nahm die Förderung von 1980 bis 2006 mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 16,5 % von knapp 0,1 t auf 5 t Pt um mehr als 5.200 % zu.

Der darauffolgende Zeitraum zwischen 2006 und 2013 war von einer sinkenden Platinförderung

geprägt (Tab. 8). Entsprechend lag die jährliche Wachstumsrate bei –2,2 % pro Jahr. Hauptgrund hierfür war vor allem der Rückgang der Bergwerksförderung der Republik Südafrika aufgrund wirtschaftspolitischer Probleme. Die Förderung nahm entsprechend im Durchschnitt um jährlich ca. 3 % von ca. 169,9 t Pt-Inh. (2006) auf ca. 137,6 t Pt-Inh. (2013) ab, was einem Rückgang von etwa 19 % entspricht. Auch in der Russischen Föderation sank die Förderung zwischen 2006 (28,6 t Pt-Inh.) und 2013 (24,2 t Pt-Inh.). Über den betrachteten Zeitraum entspricht dies einem Rückgang von ca. 15,4 % bzw. 2,3 % pro Jahr. Als Ursache wurden von dem Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. sinkende Gehalte der abgebauten Erze angeführt (NORILSK NICKEL 2014). Für die USA ergibt sich ein Rückgang von durchschnittlich 2 % pro Jahr, von 4,3 t Pt-Inh. auf 3,7 t Pt-Inh. (–14 %). In Kanada sank die Förderung um durchschnittlich 4,6 % pro Jahr, von 8,5 t Pt-Inh. auf 6,1 t Pt-Inh. (–28 %). Als einziges unter den großen Förderländern verzeichnete Simbabwe eine Zunahme der Förderung zwischen 2006 und 2013 um insgesamt 133 % (12,8 % pro Jahr), von 5 t Pt-Inh. auf ca. 11,6 t Pt-Inh.

Tab. 8: Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksförderung von Platin für ausgewählte Zeitintervalle ab 1960.

Zeitraum	Jährliche Wachstumsrate [%]						
	1960 – 2013	1960 – 1991	1960 – 2006	1991 – 2013	2003 – 2013	2006 – 2013	2008 – 2013
Australien	-	-	-	-	-2,8	-10,0	-3,6
Botswana	-	-	-	-	-8,0	-4,5	-18,4
Finnland	-	-	-	13,4	7,4	2,4	34,6
Kanada	-0,1	-1,0	0,6	1,2	-1,3	-4,6	-6,4
Kolumbien	1,7	3,0	1,9	-	6,0	0,6	1,9
Russische Föderation (ab 1992)	-	-	-	-0,7 ¹⁾	-1,4	-2,3	-1,1
UdSSR (bis 1991)	-	7,6	-	-	-	-	-
Simbabwe	15,7 ²⁾	-	16,5 ³⁾	33,9	10,6	12,8	17,0
Südafrika	5,5	8,1	6,9	1,9	-0,8	-3,0	-1,2
USA	4,5	4,6	5,5	4,2	-1,1	-2,0	0,8
Übrige Welt ⁴⁾	7,3	8,6	7,5	1,1	5,3	6,0	1,1
Welt	4,5	6,5	5,5	1,7	-0,4	-2,2	-0,6

¹⁾ Gilt für den Zeitraum 1992 – 2013 (Russische Föderation). ²⁾ Gilt für den Zeitraum 1980 – 2013 (Simbabwe).

³⁾ Gilt für den Zeitraum 1980 – 2006 (Simbabwe). ⁴⁾ Beinhaltet China, Indonesien, Kasachstan, Philippinen, Polen und Japan.
- = Keine Wachstumsraten für den Zeitraum bestimmbar.

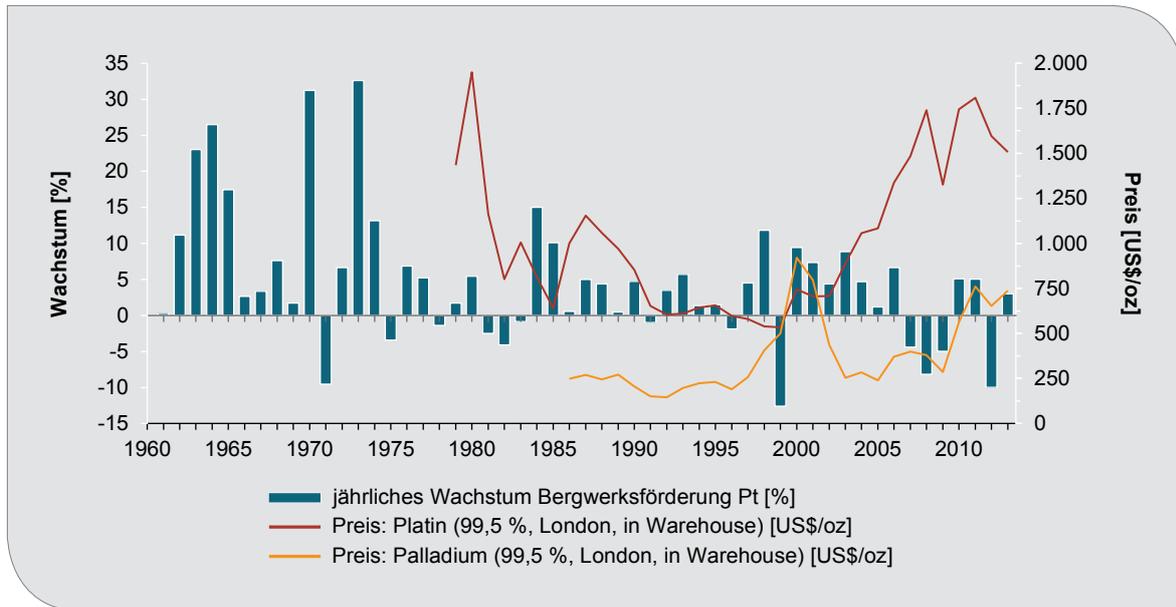


Abb. 8: Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Platin im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 1960 bis 2013 (Datenquelle: BGR 2014).

Aus Abbildung 9 wird ersichtlich, dass die Bergwerksförderung von Platin zwischen 1972 und 2006 in der Republik Südafrika stark anstieg und das Land in diesem Zeitraum zum weltgrößten wurde, und dass die Abnahme der weltweiten Platinförderung seit etwa 2006 fast ausschließlich auf Förderreduzierungen der Republik Südafrika zurückzuführen ist.

Nahm diese in der Republik Südafrika zwischen 2006 und 2013 im Schnitt um 3 % pro Jahr ab, so stieg sie im Rest der Welt um durchschnittlich 0,1 % pro Jahr an. Die Rückgänge in der Förderung bzw. Produktionsausfälle in der Republik Südafrika konnten darüber hinaus nicht durch die übrigen Förderländer kompensiert werden.

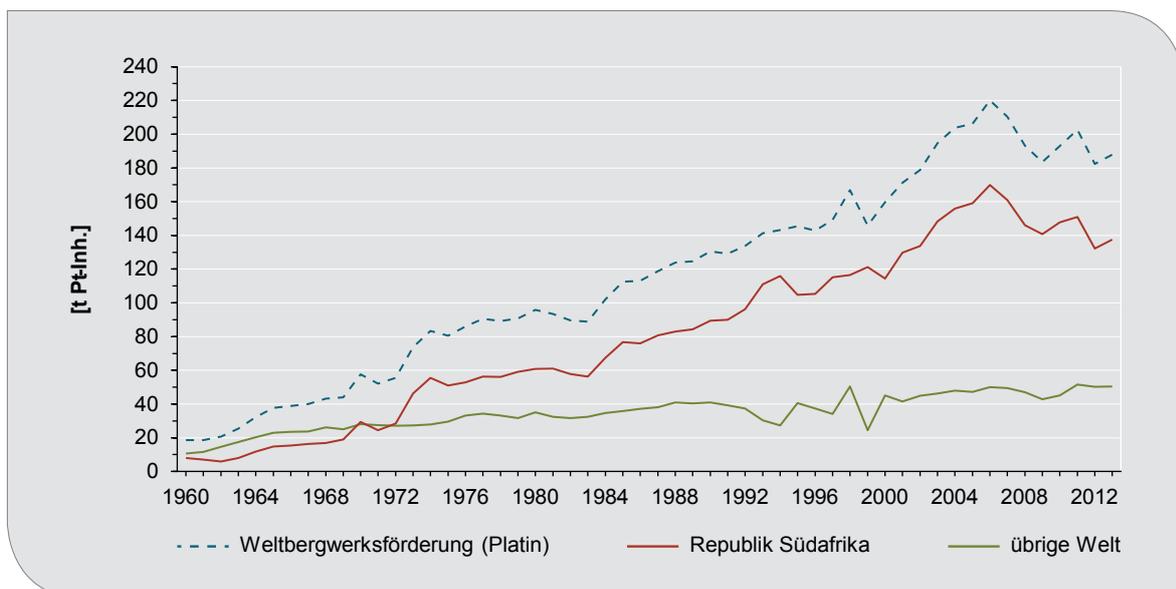


Abb. 9: Vergleich der Entwicklung der Bergwerksförderung von Platin der Republik Südafrika und der übrigen Welt zwischen 1960 und 2013 (Datenquellen: BGR 2014, RMG 2014).

2.3.2 Bergwerksförderung Palladium

Abweichend zu Platin wird die Förderung von Palladium nicht ausschließlich von der Republik Südafrika dominiert. Vielmehr entfallen ca. 76,2 % der weltweiten Förderung auf die Russische Föderation und die Republik Südafrika (Tab. 9).

2013 wurden weltweit etwa 206,7 t Palladium (Pd-Inh.) durch Bergwerksförderung gewonnen (Abb. 10). Größtes Förderland war mit etwa 82,8 t Pd-Inh. (ca. 40,0 % Weltanteil) die Russische Föderation und zweitgrößtes die Republik Südafrika mit rund 74,7 t Pd-Inh. (36,1 %).

Etwa 8,4 % (17,5 t Pd-Inh.) der weltweiten Förderung entfallen auf Kanada. Es folgen die USA mit etwa 12,6 t Pd-Inh. (6,1 %) und Simbabwe mit ca. 8,9 t Pd-Inh. (4,2 %). Die für Japan angegebene Fördermenge von ca. 7,5 t Pd-Inh. (3,7 %) bezieht sich, analog zur Platinförderung, auf die Produktion aus importierten australischen Nickelerzen (USGS, versch. Jg.). Weitere Förderländer mit Mengen < 1 % Weltanteil waren im Jahr 2013 u. a. Botswana und Finnland.

Zwischen 1960 und 2013 stieg die weltweite Bergwerksförderung von Palladium von 15,3 t Pd-Inh. auf insgesamt 206,7 t Pd-Inh. um durchschnittlich 5 % pro Jahr (Tab. 10). Sie nahm damit um ca. 1.250 % zu. Die Förderung der Republik Südafrika wuchs in diesem Zeitraum um jährlich ca. 6,2 % von 3 t Pd-Inh. auf 74,7 t Pd-Inh. (+2.390 %). Der Marktanteil der Republik Südafrika erhöhte sich von rund 20 % im Jahr 1960 auf etwa 36 % im Jahr 2013.

Bei gemeinsamer Betrachtung der UdSSR (bis 1991) und der Russischen Föderation (ab 1992) (s. o.) ergibt sich für den Zeitraum 1960 bis 2013 eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von ca. 5,1 %. Die Förderung stieg von etwa 6 t Pd-Inh. auf ca. 82,8 t Pd-Inh. und nahm somit um insgesamt 1.240 % zu. Die Förderung der USA nahm im genannten Zeitraum mit etwa 10,2 % pro Jahr deutlich stärker zu.

Insgesamt stieg die Förderung hier von unter 0,1 t Pd-Inh. auf 12,6 t Pd-Inh. (+1.925 %). Demgegenüber lag die jährliche Zuwachsrate in Kanada zwischen 1960 und 2013 nur bei durchschnittlich 2 % pro Jahr. Sie stieg von ca. 6 t Pd-Inh. auf rund 17,5 t Pd-Inh. und nahm somit

Tab. 9: Bergwerksförderung von Palladium.

Bergwerksförderung [t Pd-Inh.]							
Jahre	2003	2006	2010	2011	2012	2013	Weltanteil 2013 [%]
Russische Föderation	97,0	98,4	84,7	84,1	84,9	82,8	40,0
Südafrika	71,0	86,3	82,2	82,0	73,4	74,7	36,1
Kanada	12,8	10,5	6,2	14,0	16,3	17,5	8,4
USA	14,0	14,4	11,6	12,4	12,3	12,6	6,1
Simbabwe	3,5	4,0	7,0	8,2	8,6	8,9	4,2
Japan ¹⁾	5,5	5,4	6,1	7,5	7,5	7,5	3,6
Botswana	2,2	2,0	3,0	3,0	2,6	1,3	0,7
Finnland	-	-	1,5	1,1	0,4	0,8	0,4
Australien	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,3
Serbien	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	< 0,01
Polen	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	< 0,01
Welt²⁾	206,8	221,8	203,0	212,9	206,6	206,7	

¹⁾ PGM-Gewinnung aus importierten Nickelerzen (Australien). ²⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

- = Keine Wachstumsraten für den Zeitraum bestimmbar.

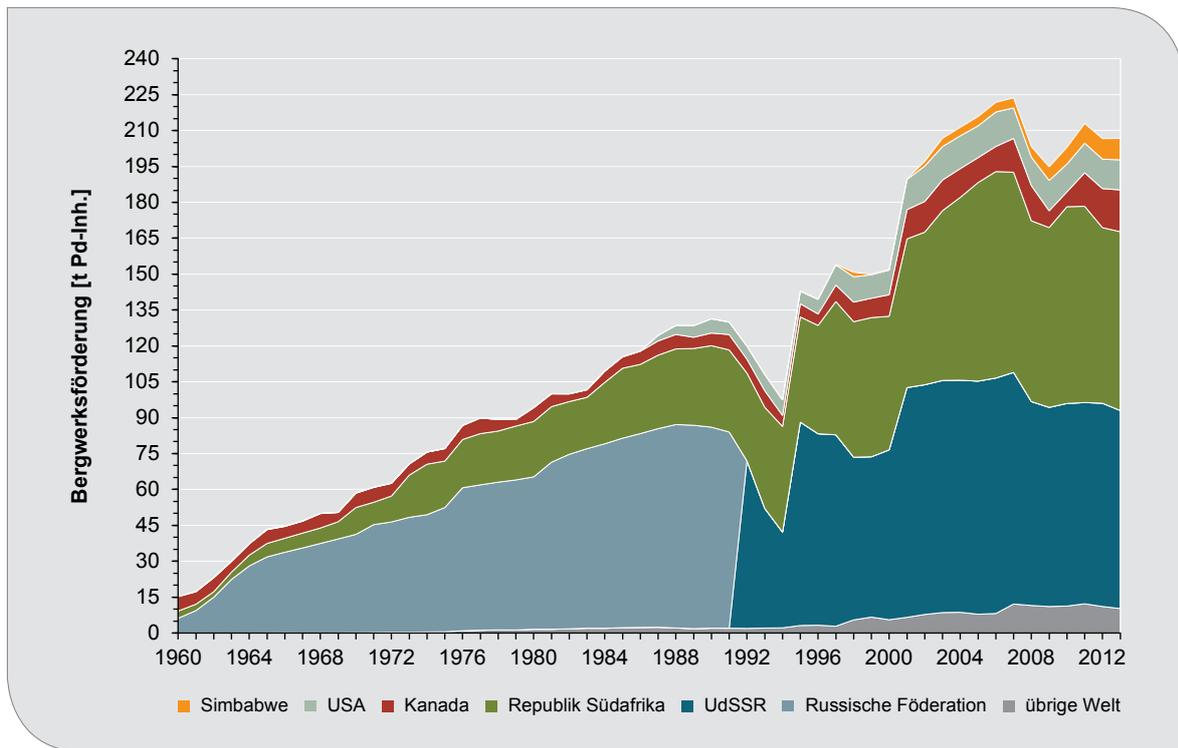


Abb. 10: Entwicklung der Bergwerksförderung von Palladium zwischen 1960 und 2013 (Datenquellen: BGR 2014, RMG 2014).

um etwa 192 % zu. Für Simbabwe liegen Daten zur Fördermenge, analog zu Platin, erst ab dem Jahr 1980 vor. Zwischen 1980 und 2013 nahm

die Förderung mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6,2 % um mehr als 2.300 % zu.

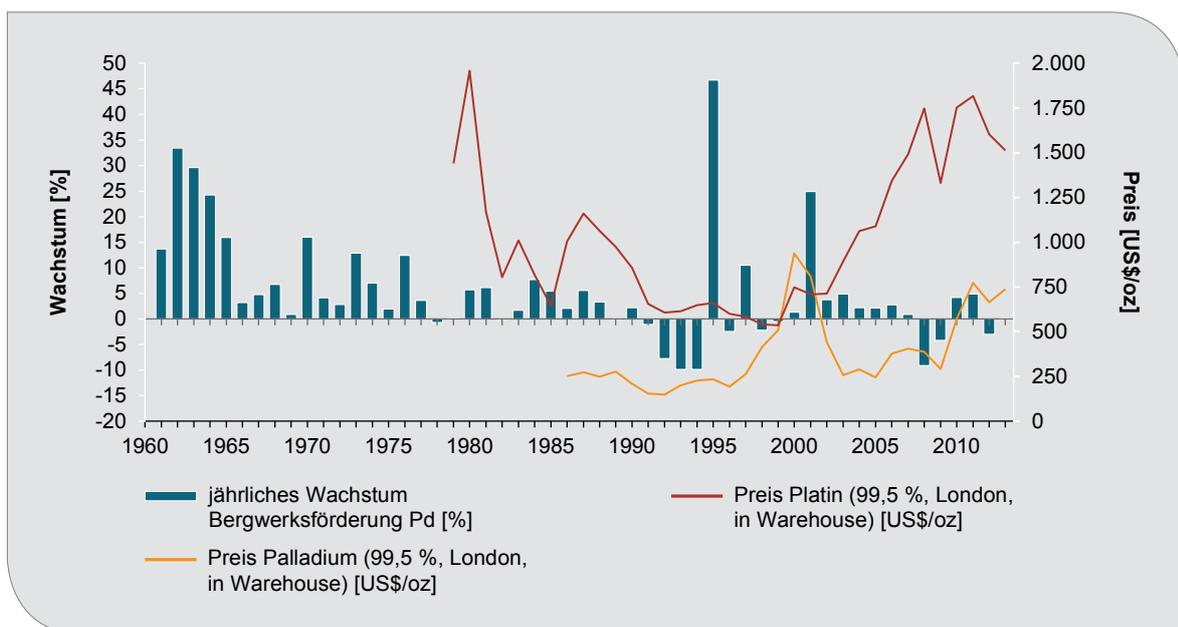


Abb. 11: Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Palladium im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 1960 bis 2013.

Tab. 10: Jährliche Wachstumsraten der Bergwerksförderung von Palladium für ausgewählte Zeitintervalle ab 1960.

Zeitraum	Wachstumsrate [%]						
	1960 – 2013	1960 – 1991	1960 – 2006	1991 – 2013	2003 – 2013	2006 – 2013	2008 – 2013
Russische Föderation	-	-	-	0,8 ¹⁾	-1,6	-2,4	-0,6
UdSSR (bis 1991)	-	8,7	-	-	-	-	-
Südafrika	6,2	8,1	7,5	3,5	0,5	-2,0	-0,2
Kanada	2,0	0,2	1,2	4,6	3,1	7,5	3,5
USA	10,2	14,8	12,2	4,1	-1,1	-1,9	1,1
Simbabwe	6,2 ²⁾	-	7,5 ³⁾	29,6	30,4 ⁴⁾	12,1	15,3
Japan	12,1	14,0	13,2	9,3	3,2	4,8	-0,1
Botswana	-	-	-	-	-4,9	-5,6	-14,9
Finnland	-	-	-	9,6	-	-	17,5
Australien	-	-	-	1,9	-3,1	-3,1	0,7
Serbien	-	-	-	-	-	-	-
Polen	-	-	-	-	4,1	6,0	-
Welt	5,0	7,1	6,0	2,1	0	-1,0	0,3

¹⁾ Gilt für den Zeitraum 1992 – 2013 (Russische Föderation). ²⁾ Gilt für den Zeitraum 1980 – 2013 (Simbabwe).

³⁾ Gilt für den Zeitraum 1980 – 2006 (Simbabwe). ⁴⁾ Gilt für den Zeitraum 2001 – 2013. - = Keine Wachstumsraten für den Zeitraum bestimmbar.

Analog zu Platin ergeben sich für Palladium zwei markante Entwicklungen im historischen Verlauf der globalen Bergwerksförderung. Für den Zeitraum 1960 bis 2006 ist eine weltweit zunehmende

Palladiumförderung zu verzeichnen. Zwischen 2006 und 2013 folgt eine Phase, die durch eine Abnahme der Fördermengen geprägt ist. Im erstgenannten Zeitraum nahm die weltweite Förderung

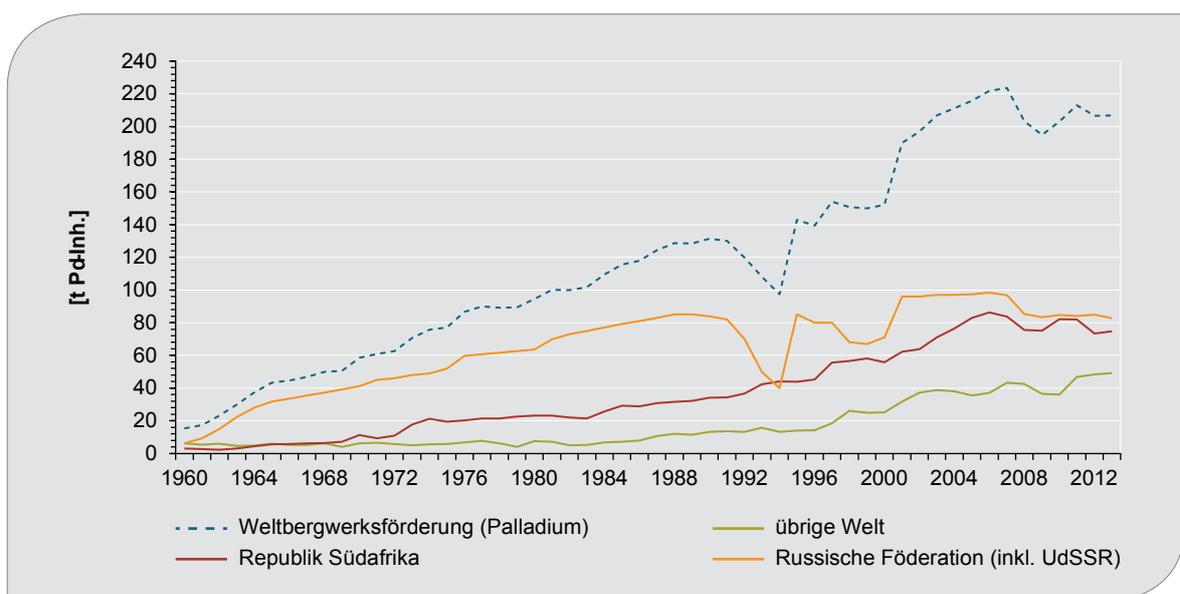


Abb. 12: Globale Entwicklung der Bergwerksförderung von Palladium im Vergleich zur Republik Südafrika und der Russischen Föderation zwischen 1960 und 2013 (Datenquellen: BGR 2014, RMG 2014).

im Schnitt um jährlich 6 % auf 221,8 t Pd-Inh. zu. Für die Republik Südafrika ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 7,5 %. Lag die Fördermenge 1960 bei etwa 3 t Pd-Inh., so stieg sie auf ca. 86,3 t Pd-Inh. im Jahr 2006. In der Russischen Föderation (inkl. UdSSR, s. o.) nahm die Förderung von rund 6,2 t Pd-Inh. auf ca. 98,4 t Pd-Inh. zu. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 6,2 %. Einen Fördereinbruch gab es dort vor allem in den Jahren 1993 und 1994. In den USA stieg die Palladiumförderung von unter 0,1 t Pd-Inh. auf 14,4 t Pd-Inh. im Jahr 2006 (Wachstum von 17,9 % p. a). In Kanada lag das jährliche Wachstum demgegenüber im Schnitt bei lediglich ca. 1,2 %. Wurden 1960 etwa 6 t Pd-Inh. gefördert, so stieg die Förderung auf ca. 10,5 t Pd-Inh. im Jahr 2006 (+75 %). In Simbabwe nahm die Förderung zwischen 1980 und 2006 von 0,2 t Pd-Inh. auf über 4 t Pd-Inh. zu. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6,8 %.

Ähnlich wie bei Platin ist die globale Förderung von Palladium seit 2006 gesunken. Der Rückgang lag bei durchschnittlich 1,0 % pro Jahr. Die aktuelle Fördermenge (2013) entspricht mit ca. 206,7 Pd-Inh. in etwa dem Niveau von 2003 (206,8 t Pd-Inh.). Ursächlich hierfür sind vorrangig die Produktionsrückgänge bzw. -ausfälle in der Republik Südafrika und der Russischen Föderation (Abb. 12).

In der Russischen Föderation sank die Palladiumförderung zwischen 2006 (98,4 t Pd-Inh.) und 2013 (82,8 t Pd-Inh.) um durchschnittlich etwa 2,4 % pro Jahr. Über den betrachteten Zeitraum entspricht dies einem Rückgang von

knapp 16 %. Auch für die Republik Südafrika ist ab 2006 ein durchschnittlicher Rückgang der Förderung von ca. 2,0 % pro Jahr zu verzeichnen. Die Förderung sank um insgesamt ca. 13,4 % von 86,3 t Pd-Inh. auf 74,7 t Pd-Inh. In den USA nahm die Förderung von Palladium zwischen 2006 (14,4 t Pd-Inh.) und 2013 (12,6 t Pd-Inh.) um durchschnittlich 1,9 % pro Jahr bzw. insgesamt 12,8 % ab, in Kanada hingegen um durchschnittlich 7,5 % pro Jahr von 10,5 t Pd-Inh. auf 17,5 t Pd-Inh. zu. Dies entspricht einem Plus von etwa 66,6 %. In Simbabwe stieg die Förderung von Palladium, vergleichbar zur Förderung von Platin, überdurchschnittlich stark. Hier ist eine Zunahme von 12,1 % pro Jahr um insgesamt 123 % von 4 t Pd-Inh. auf ca. 9 t Pd-Inh. zu verzeichnen.

2.3.3 Bergwerksförderung Rhodium

Rhodium wird weltweit als Koppelprodukt bei der Förderung von Platin und Palladium gewonnen. Abweichend zu Platin und Palladium stehen Daten zur Bergwerksförderung von Rhodium allerdings erst ab dem Jahr 2004 zur Verfügung.

Im Jahr 2013 betrug die bekannte weltweite Rhodiumförderung ca. 22,1 t Rh-Inh. Die Republik Südafrika war mit etwa 17,6 t Rh-Inh. (Weltanteil 79,6 %) das mit Abstand größte Förderland (Tab. 11). Weltweit zweitgrößtes Förderland war die Russische Föderation mit rund 2,8 t Rh-Inh. (12,5 %), gefolgt von Simbabwe mit ca. 1 t Rh-Inh. (4,3 %), Kanada mit etwa 0,7 t Rh-Inh. (3,2 %) und den USA mit lediglich 0,09 t Rh-Inh. (0,4 %).

Tab. 11: Bergwerksförderung von Rhodium.

Bergwerksförderung [Rh-Inh.]							
Jahre	2004	2007	2010	2011	2012	2013	Weltanteil 2013 [%]
Südafrika	18,3	21,6	17,8	18,2	17,0	17,6	79,6
Russische Föderation	3,1	3,1	2,2	2,2	2,8	2,8	12,5
Simbabwe	0,4	0,4	0,8	0,9	1,0	1,0	4,3
Kanada	1,0	1,1	0,3	0,7	0,5	0,7	3,2
USA	0,7	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4
Welt¹⁾	23,4	26,1	21,2	22,1	21,4	22,1	

¹⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

Für Rhodium können jährliche Wachstumsraten aufgrund der begrenzten Datenlage nur für den Zeitraum 2004 bis 2013 berechnet werden. Da Rhodium jedoch als Koppelprodukt der Platinförderung gewonnen wird, kann davon ausgegangen werden, dass die weltweite Förderung, analog zu Platin, in den letzten Jahrzehnten, und hier insbesondere zwischen 1960 und 2006, ebenfalls gestiegen ist.

Zwischen 2004 und 2013 nahm die weltweite Förderung von Rhodium im Schnitt um etwa 0,7 % pro Jahr ab. Sie sank damit von ca. 23,4 t Rh-Inh. auf 22,1 t Rh-Inh. (-5,6 %). Die Förderung in der Republik Südafrika sank in diesem Zeitraum um jährlich ca. 0,5 %, und jene in der Russischen Föderation nahm von rund 3,1 t Rh-Inh. auf ca. 2,8 t Rh-Inh. ab. Dies entspricht einem durchschnittlichen Rückgang von 1,3 % pro Jahr bzw. einem Gesamtrückgang um rund 11 %.

Aus den vorhandenen Daten lassen sich zwei markante zeitliche Abschnitte abgrenzen. Zwischen 2004 und 2007 nahm die weltweite Förderung um durchschnittlich 3,6 % pro Jahr von 23,4 t Rh-Inh. auf ca. 26,1 t Rh-Inh. zu. Gleichzeitig stieg der Realpreis (Jahresdurchschnitt) von Rhodium auf

etwa $\text{Ø } 7.040 \text{ US\$/oz}$ im Jahr 2007. Die Förderung der Republik Südafrika stieg in diesem Zeitraum um jährlich ca. 5,7 % von 18,3 t Rh-Inh. auf 21,6 t Rh-Inh. im Jahr 2007 (+18 %). Der Marktanteil der Republik Südafrika nahm entsprechend von rund 78 % auf 83 % zu. Abweichend dazu nahm die Förderung in der Russischen Föderation von rund 3,1 t Rh-Inh. auf ca. 2,8 t Rh-Inh. ab. Dies entspricht einem durchschnittlichen Rückgang von 3,3 % pro Jahr bzw. einem Gesamtrückgang um rund 10 %. Für die Förderung von Simbabwe ist im gleichen Zeitraum eine zur Republik Südafrika vergleichbare jährliche Wachstumsrate von 5,5 % zu verzeichnen, wenngleich die Gesamtmenge deutlich geringer ausfällt. Hier nahm die Förderung zwischen 2004 und 2007 von 0,37 t Rh-Inh. auf 0,44 t Rh-Inh. um insgesamt ca. 19 % zu.

Die Förderung Kanadas stieg zwischen 2004 und 2007 im Durchschnitt jährlich um 3,2 %. Dagegen ging die Förderung der USA im genannten Zeitraum um durchschnittlich 42,5 % pro Jahr zurück und sank von etwa 0,65 t Rh-Inh. auf 0,12 t Rh-Inh.

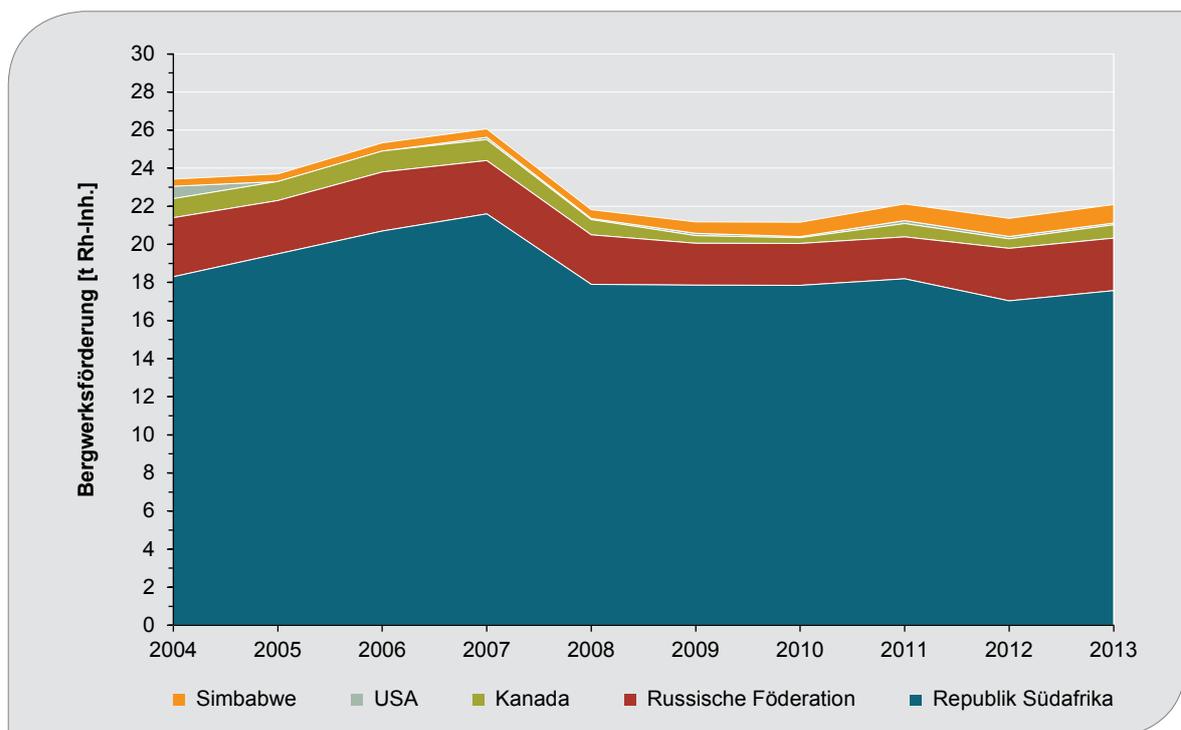


Abb. 13: Entwicklung der Bergwerksförderung von Rhodium zwischen 2004 und 2013 (Datenquelle: BGR 2014).



Abb. 14: Jährliches Wachstum der Bergwerksförderung von Rhodium im Vergleich zu den Realpreisen für den Zeitraum 2004 bis 2013.

In den Jahren 2005 und 2006 wurde vom einzigen Rhodium fördernden Unternehmen in den USA, der Stillwater Mining Co., nach eigenen Angaben kein Rhodium produziert (STILLWATER MINING CO. 2007). Der Zeitraum ab 2007 bis einschließlich 2013 war von einer sinkenden Rhodiumförderung geprägt. Diese sank weltweit im Durchschnitt um etwa 2,7 % pro Jahr vom Höchststand 2007 mit 26,1 t Rh-Inh. auf 22,1 t Rh-Inh. Insgesamt lag die Förderung 2013 damit um etwa 15,3 % unter der aus dem Jahr 2007. Bis auf Simbabwe mit einem überdurchschnittlichen jährlichen positiven Wachstum von etwa 14,1 % nahm die Förderung in den übrigen Ländern Kanada (-7,3 %), der Russische Föderation (-0,3 %), der Republik Südafrika (-3,4 %) und den USA (-4,6 %) ab (Tab. 12).

2.3.4 Cash Costs

Im Jahr 2002 lagen die Cash Costs der Produktion von Platingruppenmetallen im Jahresdurchschnitt bei ca. 209 US\$/oz (MEG 2003). In den Folgejahren stiegen die Gesteinskosten für PGM kontinuierlich an. Lediglich im Jahr 2009 lagen sie mit etwa 598 US\$/oz leicht unter den Kosten des Vorjahres (622 US\$/oz) (MEG 2010). Für das Jahr 2013 wurden durchschnittliche Cash Costs von etwa 848 US\$/oz PGM angegeben (Abb. 15) (SNL 2014).

Abbildung 15 zeigt die Cash Costs der 20 größten PGM-Produzenten (Förderung größer als 1,5 t PGM-Inh.) für das Jahr 2013 im Vergleich zur Produktionsmenge und den ermittelten

Tab. 12: Jährliche Wachstumsraten der Weltbergwerksförderung von Rhodium für den Zeitraum von 2004 bis 2013.

Zeitraum	Wachstumsrate [%]		
	2004 – 2013	2004 – 2007	2007 – 2013
Russische Föderation	-1,3	-3,3	-0,3
Republik Südafrika	-0,5	5,7	-3,4
Kanada	-3,9	3,2	-7,3
USA	-19,4	-42,5	-4,6
Simbabwe	11,1	5,5	14,1
Welt	-0,7	3,6	-2,7

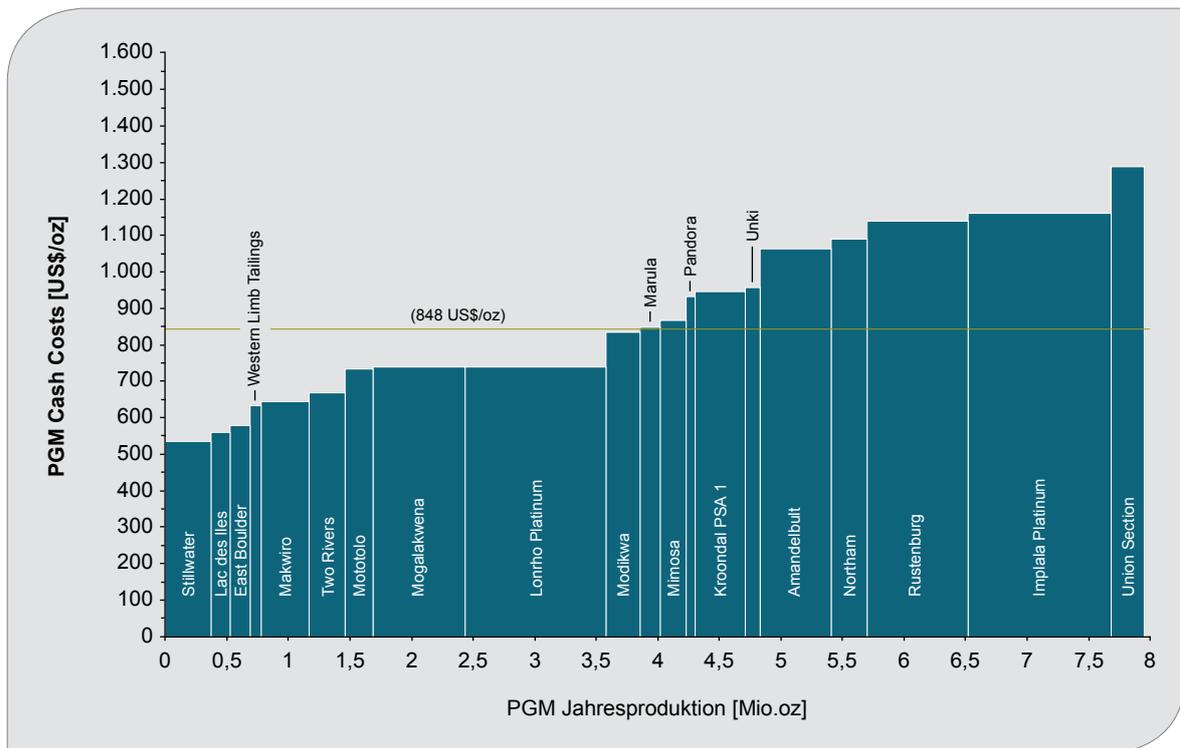


Abb. 15: Verteilung der Cash Costs der 20 größten PGM-Produzenten für das Jahr 2013 (Datenquelle: SNL 2014).

durchschnittlichen Cash Costs (gelbe Linie) in Höhe von 848 US\$/oz (SNL 2014). Die hier dargestellten Daten basieren auf der Gesamtproduktionsmenge von Platin, Palladium und Gold (3E) exklusive Ruthenium, Iridium und Osmium. Produzenten, die PGM als Beiprodukte produzieren, wie z. B. Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. (Nickel-Kupfer-Bergbau) bzw. Vale SA und Glencore plc (Nickel-Kupfer-Bergbau) sind nicht aufgeführt. Weiterhin fehlen Produzenten, die PGM aus der Aufbereitung von Halden gewinnen (z. B. Sylvania Platinum Ltd.).

Die geringsten Kosten weisen die Bergbauunternehmen Stillwater Mining Co. (Stillwater, East Boulder, USA) und North American Palladium Ltd. (Lac des Iles, Kanada) mit 537 US\$/oz bzw. 560 US\$/oz. aus. Beide Firmen fördern deutlich mehr Palladium als Platin. Für das Jahr 2014 werden von Stillwater Mining Co. Cash Costs in Höhe von 540 – 560 US\$/oz angenommen (STILLWATER MINING Co. 2014). Vergleichbar niedrige Kosten nennt von den südafrikanischen Produzenten lediglich die „Western Limb Tailings“ Operation der Firma Anglo Platinum plc (634 US\$/oz). Auch das Unternehmen Sylvania Platinum Ltd.,

welches in der Republik Südafrika ehemalige Halden aufbereitet, weist Cash Costs von rund 710 US\$/oz PGM für das Jahr 2013 aus (SYLVANIA PLATINUM 2015a).

Die höchsten Cash Costs werden für die Bergwerke der Union Section (Anglo Platinum plc) angegeben (1.289 US\$/oz PGM) (SNL 2014). Das aktuell tiefste Bergwerk, Northam (Zondereinde) des Unternehmens Northam Platinum Ltd., weist Cash Costs von rund 1.091 US\$/oz PGM aus.

Somit liegen die Cash Costs von Bergwerken im westlichen Teil des Bushveld-Komplexes (z. B. Union Section) tendenziell über den Kosten von Bergwerken im östlichen (z. B. Two Rivers, Motoloto) bzw. nördlichen Teil (Mogalakwena) (Abb 15).

Etwa 45 % der in Südafrika aktuell fördernden Bergwerke produzieren laut BAXTER (2014) mit Verlusten bzw. nur marginalen Gewinnen. Diese Kostensituation spiegelt sich auch in dem Umstand wider, dass einige Bergwerke im Moment nicht fördern und sich im Status „Wartung und Instandhaltung“ befinden (z. B. Crocodile River, Everest). Weiterhin werden Projekte und Bauvorhaben aus

Kostengründen entweder zeitlich zurückgestellt oder kleiner ausgeführt.

Aufgrund unterschiedlicher Faktoren wird der südafrikanische Bergbausektor auch in den kommenden Jahren mit weiteren Kostensteigerungen konfrontiert sein. Ein Großteil dieser Faktoren kann dabei nicht oder nur in geringem Umfang von den Unternehmen selbst gesteuert werden. Solche kostensteigernden Faktoren sind beispielsweise die Inflation der Landeswährung, Energie-, Wasser- und Lohnkosten sowie Kosten für Kraftstoff (Diesel), Stahl, Zement und Bergbaumaschinen.

So stieg z. B. die Inflation in Südafrika von 5,0 % im Jahr 2011 auf etwa 6,1 % im Jahr 2014 (STATSA 2015). Dies führte zu steigenden Lohn- und Dienstleistungskosten. Ein weiterer Kostentreiber waren in der jüngsten Vergangenheit die stetig zunehmenden Energiekosten. Zwischen dem Jahr 2007 und 2012 stiegen diese Kosten von 18 ct/kWh auf 61 ct/kWh – dies entspricht einer Zunahme von 239 % (BAXTER 2014). Für 2014/2015 wird vom Stromlieferanten ESKOM ein Strompreis von etwa 76 ct/kWh angegeben (ESKOM 2015a) und für 2015/2016 eine Preiserhöhung um weitere 12,6 % ausgewiesen (ESKOM 2015b). Da die Öfen in den südafrikanischen Hüttenbetrieben elektrisch betrieben werden, stellen höhere Stromkosten einen zunehmend wichtigen Kostenfaktor dar.

Der Anteil der Lohnkosten an den Gesamtkosten der Bergbauunternehmen in der Republik Südafrika liegt aktuell bei etwa 35–55 % (PWN 2014a). Dementsprechend wirken sich künftige Lohnerhöhungen erheblich auf die Gesamtkosten der Unternehmen aus. Allein zwischen 2007 und 2012 stiegen die Löhne z. B. um etwa 12 % pro Jahr (BAXTER 2014).

Die Jahre 2012 bis 2014 waren in der südafrikanischen Bergbaubranche von bedeutenden Arbeitskämpfen und Streiks geprägt. Im Jahr 2012 kam es bei dem Unternehmen Lonmin plc (Bergwerk Marikana) zu Streiks und Auseinandersetzungen. Diese schlugen später in Gewalt um und forderten mehrere Todesopfer. Durch Produktionsausfälle der gesamten Branche lagen die finanziellen Verluste im Jahr 2012 bei rund 1,1 Mrd. US\$ (BAXTER 2014). Im August 2013 wurde zwischen Lonmin plc und der Gewerkschaft AMCU (Association of

Mineworkers and Construction Union) eine Vereinbarung unterzeichnet, in der festgelegt ist, dass die AMCU die Hauptgewerkschaft für das Unternehmen darstellt.

Die Streiks im Jahr 2014 dauerten insgesamt fünf Monate und führten zu finanziellen Verlusten bei den Bergbauunternehmen durch Produktionsausfälle von knapp 2 Mrd. US\$ (PWN 2014a).

Im Juni 2014 wurde zwischen den drei größten Produzenten Anglo American Platinum Ltd., Impala Platinum Holdings Ltd. und Lonmin plc sowie der Gewerkschaft AMCU ein Vertrag unterzeichnet, der die ausgehandelten Lohnerhöhungen festschrieb (PWN 2014a). Ursprünglich wurde von AMCU eine Lohnerhöhung auf 12.500 Rand pro Monat gefordert. Grundlage der daraufhin erzielten Einigung war eine Lohnerhöhung von ca. 1.000 Rand pro Monat über einen Zeitraum von drei Jahren. Dies galt für Gehälter unter 12.500 Rand pro Monat und rückwirkend ab Oktober 2013 (PWN 2014b). Angestellte mit Grundgehältern über 12.500 Rand pro Monat erhielten eine firmenabhängige Gehaltserhöhung von 7,5 bis 8 % pro Monat über einen Zeitraum von ebenfalls drei Jahren.

Ein einfacher Minenarbeiter bei Anglo Platinum Ltd. verdient dann z. B. rückwirkend etwa 7.800 Rand/Monat inkl. Zulagen (PWN 2014c). Dieses Gehalt steigt stufenweise auf etwa 12.580 Rand/Monat im Jahr 2017 (Abb. 16), was einer Erhöhung um 62 % entspricht.

Neben den Energie- und Lohnkosten stiegen z. B. auch die Kosten für Kraftstoff. Diesel verteuerte sich zwischen 2007 und 2012 um etwa 69 %. Stahl wurde im gleichen Zeitraum um etwa 58 % teurer (BAXTER 2014).

Als Resultat der gestiegenen Kosten sowie durch Produktionsausfälle ist die Produktivität der südafrikanischen Bergwerke zuletzt gesunken. Bezogen auf die Menge produzierter PGM pro Mitarbeiter ist hier ein Rückgang der Produktivität auf das Niveau von 1990 zu beobachten. Gleichzeitig stiegen die Lohnkosten, bezogen auf PGM und Mitarbeiter, normiert auf 1990, um etwa 150 % (BAXTER 2014).

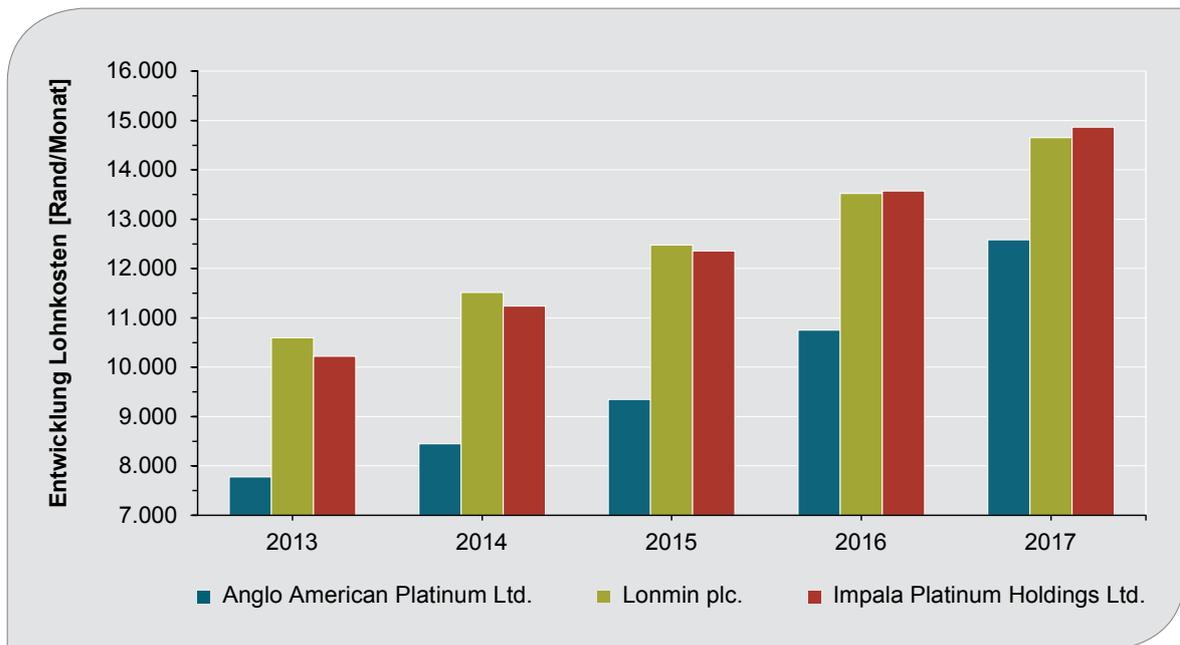


Abb. 16: Entwicklung der Lohnkosten im Bergbausektor Südafrikas (PGM) laut Einigung vom 24.06.2014 (Datenquellen: PWN 2014c, 2014d, 2014e).

Positiv für die Kostenentwicklung der südafrikanischen PGM-Produzenten wirkt sich hingegen der aktuelle Dollar-Rand-Wechselkurs von etwa 11,86 Rand/US\$ (Stand 04/2015) aus, da beispielsweise die Lohnkosten in Rand anfallen, die PGM aber in US\$ verkauft werden. Basierend auf den genannten Daten ist davon auszugehen, dass die Betriebskosten der südafrikanischen Produzenten weiter steigen werden.

2.3.5 Weiterverarbeitende Produktion

Die Weiterverarbeitung PGM-haltiger Erze erfolgt zum Großteil in den Ländern, in denen sie primär gefördert werden. Man unterscheidet hierbei zwischen der Produktion aus PGM-dominierten Erzen (z. B. in der Republik Südafrika) und einer Produktion aus Nickel-Kupfer-dominierten Erzen. Bei den zuletzt genannten Erzen werden die Platingruppenmetalle entsprechend als Koppelprodukte gewonnen (z. B. in der Russischen Föderation und in Kanada).

Prinzipiell werden die geförderten Erze am Bergwerk zu Konzentraten und anschließend in Hütten zu PGM-haltiger Konvertermatte verarbeitet und aus dieser in verschiedenen Prozessschritten

(z. B. Extraktion durch Säuren, Elektrolyse) die einzelnen Basismetalle bzw. Edelmetalle gewonnen. Die Edelmetalle werden dann exportiert und bilden die Grundlage für eine Vielfalt von Produkten. Verlässliche Informationen zur Produktion von Zwischenprodukten (PGM-Chemikalien, Katalysatoren/Gewebe und Gitter, Legierungen usw.) liegen nicht vor. Im Folgenden wird die Weiterverarbeitung von PGM-haltigen Erzen zu Metallen anhand der wichtigsten Förderländer betrachtet.

Republik Südafrika

In der Republik Südafrika betreiben die Bergbauunternehmen Anglo Platinum plc, Impala Platinum Holdings Ltd., Lonmin plc und Northam Platinum Ltd. Hüttenbetriebe, in denen PGM-Konzentrate zu PGM-haltiger Matte verarbeitet werden.

Anglo Platinum Ltd. betreibt die Hütten Waterval (Rustenberg), Mortimer (Swartklip) und Polokwane (Polkwane). Die in diesen drei Hütten produzierte Konvertermatte wird durch den Anglo Platinum Converting Process (ACP) zu Waterval-Konvertermatte (WCM) verarbeitet (JACOBS 2006). Hierbei werden sowohl Eisen als auch Schwefel entfernt. Dieses Produkt wird in die Rustenberg

Base Metal Refinery (RBMR) transportiert (HUNDEMARK et al. 2011), wo sowohl Basismetalle als auch Edelmetalle getrennt gewonnen werden. Neben firmeneigenen Konzentraten werden durch Anglo Platinum Ltd. auch Konzentrate anderer Bergwerksunternehmen über „toll refining“ (Lohnhütten) verarbeitet. In der Polokwane-Hütte werden z. B. Konzentrate aus Mogalakwena, Bokoni, Modikwa und Mototolo geschmolzen. Die Mortimer-Hütte verarbeitet vorrangig Konzentrate aus den Bergwerken Union Section. Die Waterval-Hütte verarbeitet z. B. Konzentrate aus Two Rivers.

Das Unternehmen Impala Platinum Holdings Ltd. betreibt in Rustenberg eine Hütte, in der sowohl firmeneigene als auch fremde Konzentrate zu PGM-reicher Matte verarbeitet werden. Die Basis- und Edelmetalle werden dann bei Impala Refining Services (IRS) in Springs gewonnen (SFA (OXFORD) LTD. 2015). Hier wird auch die PGM-haltige Matte aus Simbabwe (Ngezi, Zimplats Holdings Ltd.) verarbeitet. Weiterhin verarbeitet die Raffinerie Flotationskonzentrate aus den Bergwerken Marula und Mimosa sowie Recyclingmaterial (Autoabgaskatalysatoren).

Das Bergbauunternehmen Lonmin plc betreibt in Marikana eine große Hütte, welche firmeneigene Konzentrate verarbeitet. Die hier produzierte Konvertermatte wird in der firmeneigenen, nahe gelegenen Raffinerie (Base Metal Refinery, BMR) verarbeitet. Zu den produzierten Produkten zählen neben dem PGM-reichen Konzentrat (70 % PGM-Inh.) reine Kupferkathoden sowie Nickelsulfat (DE BEERS 2008). In Brakpan betreibt Lonmin plc darüber hinaus eine Edelmetallraffinerie (Precious Metal Refinery, PMR), in der Platingruppenmetalle sowie Gold gewonnen werden (SFA (OXFORD) Ltd. 2015).

Als viertes Unternehmen betreibt Northam Platinum Ltd. in Zondereinde neben einer Hütte eine Raffinerie (Base Metal Removal Plant, BMRP). Hier wird neben firmeneigenen Konzentraten beispielsweise auch Material von Sedibelo Platinum Mines Ltd. (Pilanesberg) zu PGM-haltiger Matte verarbeitet. Firmeneigene Konzentrate werden aber auch bei Anglo Platinum Ltd. (Polokwane-Hütte) zu Konvertermatte prozessiert. Die Gewinnung der Edelmetalle erfolgt bei Heraeus in Hanau (Deutschland) und Port Elizabeth (Republik Südafrika) (NORTHAM PLATINUM 2015).

Russische Föderation

In der Russischen Föderation betreibt das Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. an zwei Standorten jeweils Hütten sowie Raffinerien. Weiterhin verfügt das Unternehmen über eine Raffinerie für Edelmetalle (Gold).

In der Polar-Division (Norilsk, Taimir-Halbinsel) werden die Erze der Bergwerke Taimyrsky, Oktyabrsky, Komsomolsky und Zapolyarny in den beiden Anlagen Talnakh und Norilsk aufkonzentriert. Diese Konzentrate werden in den Anlagen Nadezha Metallurgical Plant, Nickel Plant und Copper Plant verarbeitet. Neben Nickel (Kathoden, Nickelgranulat), Kupferkathoden, Kobalt, Kobaltoxid und Schwefel wird hier ein PGM-reiches Konzentrat hergestellt. Die Gewinnung der Platingruppenmetalle aus diesen Konzentraten erfolgt über „toll refining“ durch das Unternehmen JSC Krastsvetmet in Krasnojarsk (Krasnojarsk Non-Ferrous Metals Plant) (NORILSK NICKEL 2013).

Die in der Kola-Division (Murmansk-Region, Kola-Halbinsel) in den Bergwerken Severny und Kaula-Kotselvaara abgebauten Erze werden vor Ort aufkonzentriert und über die Zwischenschritte Brikettierung und Röstung zu Matte verarbeitet. Neben diesen Konzentraten wird in der Hütte auch Matte aus anderen Hütten verarbeitet (z. B. Boliden AB, Fortaleza, Harjavalta). In einer Raffinerie werden u. a. Nickelkathoden, Kupferkathoden, Carbonyl-Nickel, Kobalt, Schwefelsäure und PGM-reiche Konzentrate hergestellt. Die Gewinnung der Platingruppenmetalle erfolgt analog durch JSC Krastsvetmet in Krasnojarsk.

Das Unternehmen betreibt in Finnland zusätzlich eine weitere Nickel-Hütte (Harjavalta Oy). Diese befindet sich in direkter Nachbarschaft zu der Harjavalta-Hütte des Unternehmens Boliden AB. In dieser Anlage werden Nickel-Kupfer-Erze aus Australien, Botswana und Südafrika (Nkomati) verarbeitet. Das dort hergestellte PGM-haltige Produkt (Copper Cake) wird ebenfalls durch JSC Krastsvetmet in Krasnojarsk (Russische Föderation) verarbeitet. Nach Angaben von JSC Krastsvetmet verfügt das Unternehmen über Kapazitäten von rund 270 t PGM-Inh. pro Jahr (JSC KRASTVETMET 2015).

Simbabwe

Die in Simbabwe durch Zimplats Holdings Ltd. (87 % Anteil Impala Platinum Holdings Ltd.) in Ngezi geförderten Erze werden in firmeneigenen Anlagen und im Selous Metallurgical Complex (SMC) zu Konzentraten und PGM-haltiger Matte verarbeitet. Diese wird dann in der Impala-Raffinerie (Impala Refining Services, Springs) in der Republik Südafrika zu Metall verarbeitet (ZIMPLATS HOLDINGS 2015).

Kanada

In Kanada werden Platingruppenmetalle, analog zur Russischen Föderation, als Koppelprodukte der Nickelförderung aus Nickel-Kupfer-dominierten Erzen durch Unternehmen wie Vale Inco. (Copper Cliff Smelter, Sudbury) oder Glencore plc (Sudbury Integrated Nickel Operations) gewonnen. Ein Großteil der in der Sudbury-Region geförderten Erze werden in der Copper-Cliff-Hütte (Vale Inco.) verarbeitet. Die von Glencore in Kanada produzierte Konvertermatte wird nach Unternehmensangaben nach Norwegen in eine der weltgrößten Nickelraffinerien exportiert. In Kristiansand (Nikkelverk, Glencore plc) werden daraus dann die Platingruppenmetalle gewonnen (GLENCORE plc 2015).

USA

Das Unternehmen Stillwater Mining Co. betreibt eine eigene Hütte in Columbus (Montana). Hier werden firmeneigene Konzentrate der Bergwerke Stillwater und East Boulder sowie Recyclingmaterial (Autoabgaskatalysatoren) prozessiert. Die hergestellte Matte wird in der benachbarten firmeneigenen Anlage (Base Metal Refinery, BMR) weiterverarbeitet. Neben Nickelsulfat und Kupfer (Kathoden) als Beiprodukte wird hier ein PGM-reiches Konzentrat (Filter-Cake) produziert (STILLWATER MINING Co. 2015) und direkt an Johnson Matthey zur Verarbeitung verkauft (STILLWATER MINING Co. 2014).

2.3.6 Lagerhaltung

Sowohl Primärproduzenten als auch staatliche Institutionen sowie Banken halten zum Teil bedeutende Lagerbestände an Platingruppenmetallen vor. Verlässliche Daten hierzu gibt es allerdings nur von der US Defense National Agency (früher US Defense National Stockpile Center). Lagen die Platin- bzw. Palladiumbestände im Jahr 1995 noch bei knapp 14 t bzw. 39 t, sanken sie ab etwa 1998 kontinuierlich auf aktuell 261 kg Platin. Seit etwa 2005 wird außerdem kein Palladium mehr vorgehalten (Abb. 17). Für den weltweiten Markt

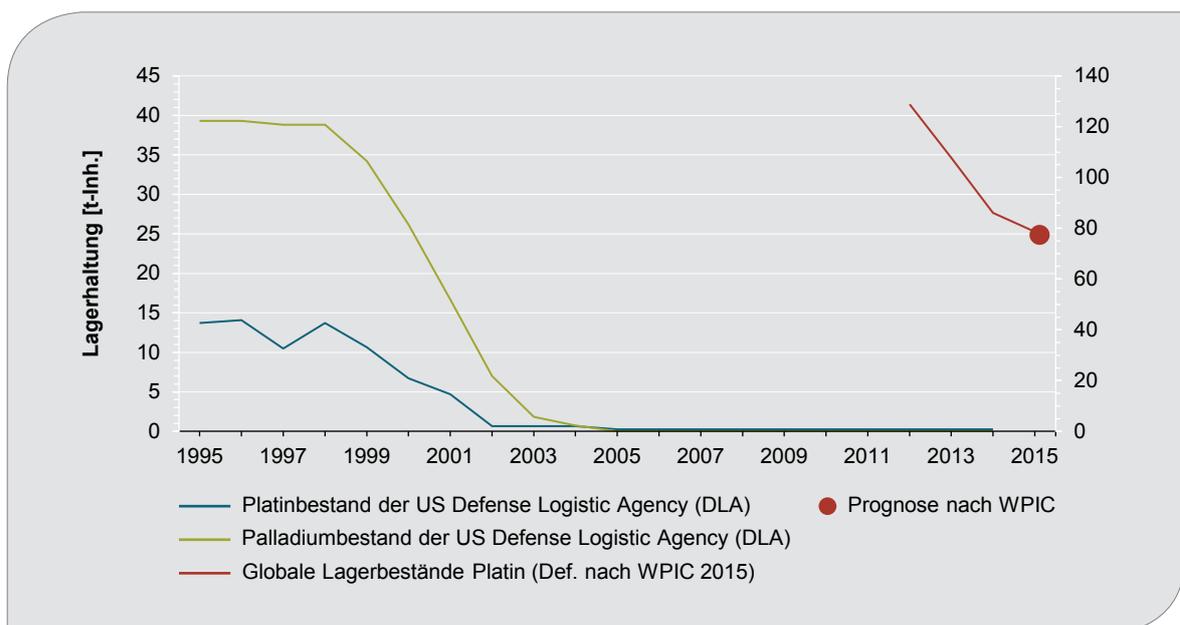


Abb. 17: Platin- und Palladiumbestände der US Defense Logistic Agency (DLA) und „Above Ground Stocks“ nach WPIC (Datenquellen: USGS, versch. Jg.; WPIC 2015).

der Platingruppenmetalle spielen diese Bestände daher keine Rolle mehr.

Der neu gegründete World Platinum Investment Council (WPIC) veröffentlichte im März 2015 in seiner Marktstudie „Platinum Quarterly Q4 2014“ basierend auf Daten von SFA (OXFORD) Ltd. (2015) Angaben zu globalen Platinbeständen (Abb. 17). Diese als „Above Ground Stocks“ bezeichneten Bestände stellen ein verfügbares Inventar dar, welches Angebotsdefizite am Weltmarkt ausgleicht. Per WPIC-Definition enthalten diese Bestände kein Platin aus physisch hinterlegten ETFs bzw. Beständen bei Primärproduzenten, Verarbeitern und Endanwendern (WPIC 2015). Laut WPIC (2015) lagen die „Above Ground Stocks“ im Jahr 2012 bei rund 129 t Platin. Aufgrund der Angebotsdefizite in den Jahren 2012 bis 2014 nahmen diese entsprechend ab (Abb. 17). Für das Jahr 2014 werden Platinbestände von etwa 86 t angegeben. Dies entspricht einem Rückgang von rund 33 % gegenüber dem Jahr 2012. Für das Jahr 2015 werden „Above Ground Stocks“ von rund 79 t Platin (–8 %) angenommen (WPIC 2015).

Nach Schätzungen des Unternehmens NORILSK NICKEL MINING & METALLURGICAL CO. (2014) lagen die weltweit verfügbaren „Above Ground Stocks“ von Platin im Jahr 2014 bei ca. 90 t. Die Gesamtbestände, inkl. des nicht kurzfristig verfügbaren Platins, lagen laut Schätzungen des Unternehmens bei rund 300 t Platin (NORILSK NICKEL 2014). Diese Gesamtbestände enthalten z. B. auch Platin, welches physisch bei Banken in Form von ETFs hinterlegt und entsprechend gebunden ist.

Für Palladium werden verfügbare „Above Ground Stocks“ von etwa 200 t angenommen (NORILSK NICKEL 2014). Die Gesamtbestände, inkl. des nicht kurzfristig verfügbaren Palladiums, lagen laut Schätzungen des Unternehmens bei rund 400 t.

Einen Großteil der nicht kurzfristig verfügbaren Bestände sind bei Platin als auch Palladium in ETFs gebunden. Im Jahr 2013 waren laut THOMSON REUTERS (2014) etwa 79 t Platin und 67 t Palladium in Exchange Traded Funds (ETFs) eingelagert.

Für Platin, aber vor allem für Palladium, stellen russische Lagerbestände im staatlichen Besitz in der Vergangenheit eine wichtige Quelle zum Ausgleich von Angebotsdefiziten dar. Nach WILLIAMSON (2003) lagen die staatli-

chen Platinbestände Anfang der 1990er-Jahre schätzungsweise bei etwa 95 t. Diese sanken bis Anfang der 2000er-Jahre auf unter 10 t. Die Palladiumbestände lagen 1994 bei etwa 850 t. Auch diese nehmen seitdem kontinuierlich ab (WILLIAMSON 2003).

Laut dem Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. sind die russischen Lagerbestände erschöpft (NORILSK NICKEL 2014). Im Jahr 2013 wurden lediglich knapp 3 t Palladium an den Markt abgegeben. Nach Schätzungen des Unternehmens wird im Jahr 2014 kein Palladium mehr aus diesen staatlichen Beständen in den Markt gelangen. Für Platin liegen keine detaillierten Informationen vor.

Aus dem Vergleich der russischen Bergwerksproduktion von Platin und Palladium mit den aus globalen Importen abgeleiteten Nettoexportdaten des Landes können in grober Annäherung Rückschlüsse auf die Materialabflüsse aus russischen Lagerbeständen gezogen werden (Abb. 18).

Für Platin ist zu erkennen, dass die Nettoexporte der Russischen Föderation vor allem in den Jahren 1998 bis 2003 deutlich über der bekannten Förderung lagen (Abb. 18). Seit etwa 2006 liegen die Nettoexporte deutlich unter der bekannten Bergwerksförderung. Dies könnte für den Aufbau neuer russischer Lagerbestände sprechen. Ob die sinkenden Exporte jedoch tatsächlich auf schwindende Lagerbestände zurückzuführen sind oder eine strategische Entscheidung der russischen Regierung darstellen, ist unsicher.

Für Palladium ergibt sich, dass vor allem in den Zeiträumen 1996 bis 2001 sowie 2004 bis 2009 die Nettoexporte weit über den bekannten Fördermengen lagen. So wurden z. B. im Jahr 1999 etwa 221 t Palladium von der Russischen Föderation exportiert (GTI 2015). Die russische Bergwerksförderung lag jedoch bei nur 67 t Palladium. Somit stammten etwa 154 t aus Lagerbeständen. Historisch betrachtet nehmen die Nettoexporte des Landes seit 1999 kontinuierlich ab (2013: ca. 78 t Pd-Inh., –65 %). Seit 2012 liegt die Bergwerksförderung der Russischen Föderation leicht über den Nettoexporten (Abb. 18).

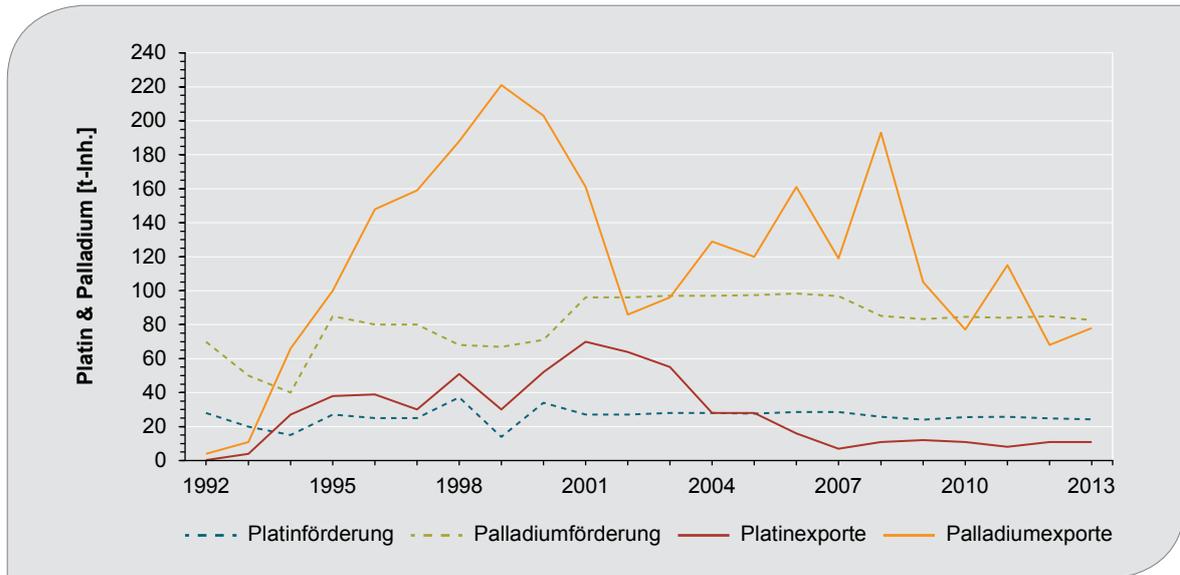


Abb. 18: Vergleich der Bergwerksförderung und Nettoexporte der Russischen Föderation für Platin und Palladium (Datenquellen: BGR 2014, GTI 2015).

2.3.7 Recycling

Für das weltweite Angebot von Platingruppenmetallen spielen das Recycling und damit das Angebot aus dem Sekundärsektor eine bedeutende Rolle. Aufgrund seines hohen monetären Wertes kann das PGM-Recycling wirtschaftlich durchgeführt werden und wird bereits in vielen Anwendungen sehr erfolgreich praktiziert (HAGELÜKEN et al. 2004). Auch wenn die sekundäre Gewinnung dieser Metalle technisch ebenso anspruchsvoll ist wie die Primärgewinnung, bietet das Recycling nach HOCHFELD (1997) doch erhebliche ökologische Vorteile.

Laut UNEP (2011) liegt der Sekundäranteil an der gesamten Produktion (Recycling Content, RC) von Platin und Palladium bei etwa 50 %, für Rhodium bei ca. 40 %. Der Anteil des Altschrottes am Gesamtschrott (Old Scrap Ratio, OSR) liegt bei Platin, Palladium und Rhodium bei > 80 %. Entsprechend hoch sind die jeweiligen Recyclingraten (End-of-Life-Recyclingrate, EOL-RR). Diese liegt für Platin und Palladium bei etwa 60 bis 70 % und für Rhodium bei 50 bis 60 % (Tab. 13).

Tab. 13: End-of-Life (EOL)-Recyclingraten der PGE-Metalle nach Anwendungsgebieten (globale Durchschnitte, in % Functional Recycling) (Datenquelle: UNEP 2011).

EOL-Recyclingraten ¹⁾	Sektorspezifische EOL-Recyclingraten						
	Fahrzeuge ²⁾	Elektronik	Industrie ³⁾	Zahn-technik	Übrige Anwendungen ⁴⁾	Schmuck & Münzen ⁵⁾	
Platin (Pt)	60 – 70	50 – 55	0 – 5	80 – 90	15 – 20	10 – 20	90 – 100
Palladium (Pd)	60 – 70	50 – 55	5 – 10	80 – 90	15 – 20	15 – 20	90 – 100
Rhodium (Rh)	50 – 60	45 – 50	5 – 10	80 – 90	-	30 – 50	40 – 50
Osmium (Os)	keine nennenswerte Endanwendung						
Iridium (Ir)	20 – 30	-	0	40 – 50	-	5 – 10	-
Ruthenium (Ru)	5 – 15	-	0 – 5	40 – 50	-	1 – 5	-

¹⁾ Gesamt ohne Schmuck und Münzen. ²⁾ Autoabgaskatalysatoren, Zündkerzen (ohne Fahrzeugelektronik). ³⁾ Beinhaltet Prozesskatalysatoren. ⁴⁾ Beinhaltet Dekorationen, Medizintechnik, Sensoren, Tiegel. ⁵⁾ Beinhaltet Medaillen und Silberwaren.

Obwohl die EOL-Recyclingquote von Platin, Palladium und Rhodium schon vergleichsweise hoch ist, bestehen je nach Verwendungsbereich noch Recyclingpotenziale. Das Angebot an Sekundärrohstoffen ist andererseits jedoch begrenzt. Es kann maximal nur die Menge rückgewonnen werden, die auch zuvor eingesetzt wurde. Zu berücksichtigen sind dabei die Lebensdauer der jeweiligen Produkte und somit eine zeitlich verzögerte Rückführung sowie Verluste während der Nutzung sowie im Recyclingprozess. Recyclingmengen aus direkten Kreisläufen bleiben in der hier vorgenommenen Betrachtung unberücksichtigt.

2.3.7.1 Recyclingkreisläufe

Für die Platingruppenmetalle lassen sich nach HAGELÜKEN et al. (2004) unterschiedliche Stoffkreisläufe in Bezug auf das Recycling unterscheiden (Abb. 19):

- direkte Kreisläufe, d. h. geschlossene, unmittelbare Systeme und
- indirekte Kreisläufe, d. h. mittelbare, durchbrochene Systeme.

Diese beiden Kreisläufe sind in Abbildung 19 vergleichend dargestellt. Je nach Anwendungsgebiet unterscheiden sich die dynamischen Recyclingquoten in diesen Kreisläufen zum Teil erheblich. Liegen diese wie z. B. in der Glasindustrie und der heterogenen Chemiekatalyse zum Teil bei weit über 80 %, so weisen andere wichtige Anwendungsgebiete wie der Bereich der Autoabgaskatalysatoren oder Elektrotechnik dynamische Recyclingquoten von unter 35 % auf. Ursächlich hierfür sind im Wesentlichen die Ausgestaltung der Stoffkreisläufe sowie die beteiligten Akteure.

Direkte Kreisläufe

Anwendungen in direkten Stoffkreisläufen zeichnen sich durch sehr hohe dynamische Recyclingquoten (> 80 %) aus. Wichtige Charakteristika sind nach HAGELÜKEN et al. (2004) z. B.:

- Direkte und unmittelbare Geschäftsbeziehungen zwischen Hersteller, Nutzer und Recycler/Refiner.

- Kein weiterer Eigentumsübertrag der Metalle nach Erstauslieferung an den Nutzer.
- Industrielle Akteure, professionelle Handhabung und transparente Stoffströme.
- Die PGM-Gehalte der Produkte sind über den gesamten Lebenszyklus bekannt.

Typische Beispiele für direkte Kreisläufe stellen Anwendungen in der Glasindustrie (Geräte, Bauteile), Erdölindustrie oder der chemischen Industrie (Netzkatalysatoren (Salpetersäureproduktion), Homogenkatalysatoren (Pd, Rh), Aktivkohlekatalysatoren) dar. In diesen Anwendungsgebieten sind die Produkthersteller häufig selbst in der PGM-Scheidung tätig (Abb. 20).

Der industrielle Nutzer behält in der Regel das Eigentum an den enthaltenen PGM, auch während der Recyclingphase und der sich anschließenden neuen Nutzungsphase. Die Edelmetallscheidung wird von den entsprechenden Unternehmen als „toll refining“ abgewickelt. Änderungen der betreffenden Edelmetallpreise bzw. hohe Preisvolatilitäten spielen für das sich im Kreislauf befindliche PGM-Inventar bzw. die Recyclingkette eine untergeordnete Rolle. Lediglich geringe, prozessbedingte Kreislaufverluste müssen zu den aktuellen PGM-Preisen gedeckt werden.

Somit hat der industrielle Nutzer ein großes Interesse, „verbrauchte“ Produkte (z. B. Katalysatoren) in den geeigneten Recyclingkreislauf einzubringen. Die geringen Systemverluste erklären sich weiterhin durch fundierte Branchen- und Materialkenntnisse sowie Transparenz und Kontrolle sämtlicher Partner.

Treten z. B. bei der Probenahme gegenüber der Erwartung niedrigere PGM-Gehalte auf, so kann dies zur Überprüfung der Anwendungsprozesse und ggfs. Korrekturmaßnahmen führen. Prozessverluste können somit effektiv minimiert werden.

Als Beispiel eines direkten PGM-Kreislaufs sind in Abbildung 20 die PGM-Stoffströme in der Glasindustrie schematisch dargestellt. Platin und auch Palladium werden hier in Bauteilen zur Glasherstellung (Rührer, Ofenauskleidungen) eingesetzt.

Während der Produktion werden die Platingruppenmetalle von den Bauteilen durch die Glasmelze abgetragen und zum Teil in den ferti-

gen Glasprodukten (Totalverlust < 1 %) bzw. der Ofenausmauerung (Totalverlust < 1 %) angereichert. Durch Recycling der Bauteile sowie die PGM-Rückgewinnung aus der Ofenausmauerung können bis zu 98 % der ursprünglich eingesetz-

ten Metalle zurückgewonnen werden (HAGELÜKEN et al. 2004). Der Totalverlust von etwa 2 % muss über das Angebot am Markt gedeckt werden und entspricht demnach einem Teil des Nettobedarfs dieses Anwendungsbereiches.

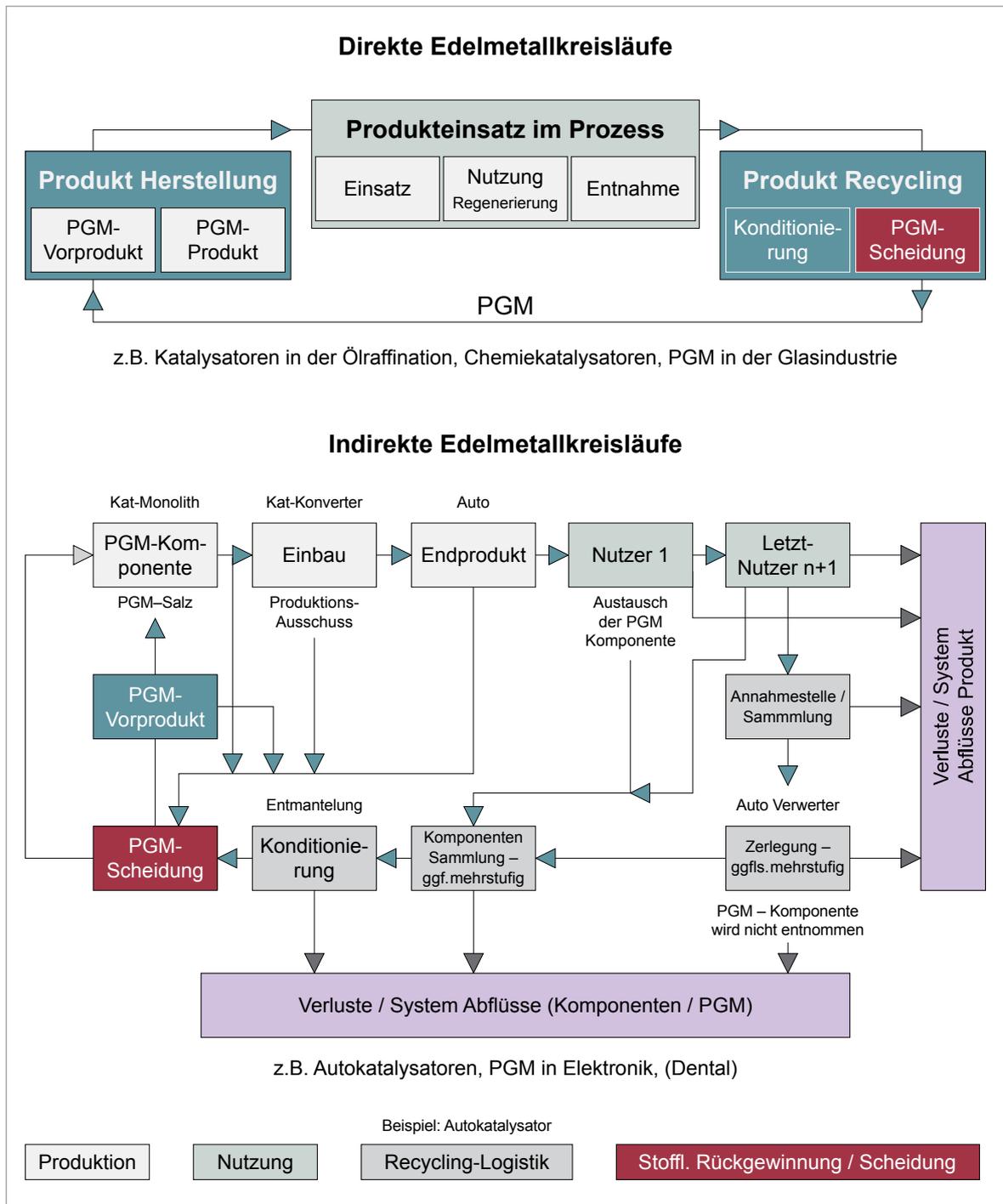


Abb. 19: Direkte Edelmetallkreisläufe (oben), z. B. Katalysatoren in der Ö raffination, Chemiekatalysatoren, PGM-Einsatz in der Glasindustrie. Indirekte Edelmetallkreisläufe (unten), z. B. Autoabgaskatalysatoren, PGM-Einsatz in der Elektrotechnik (modifiziert nach HAGELÜKEN et al. 2004).

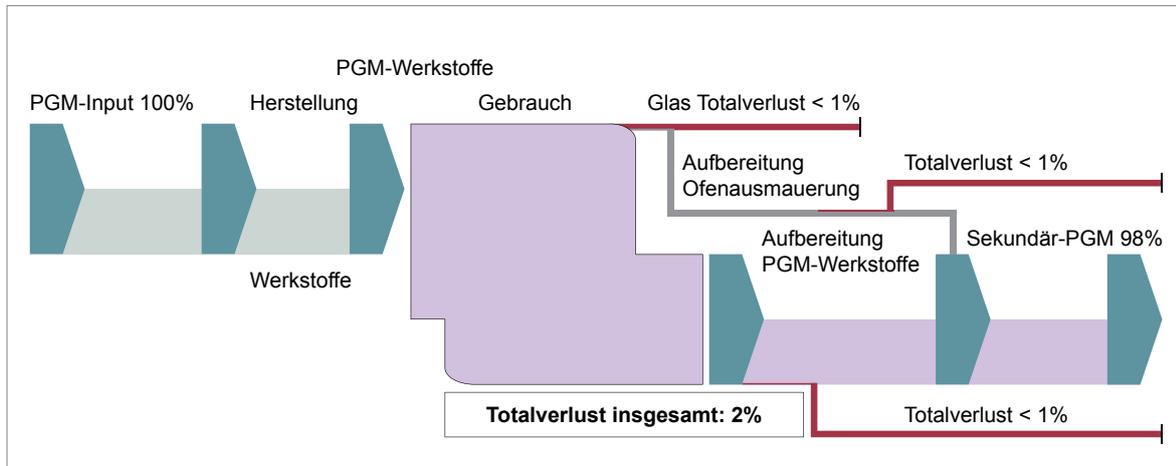


Abb. 20: PGM-Stoffströme in der Glasindustrie (modifiziert nach HAGELÜKEN et al. 2004).

Indirekte Kreisläufe

Anwendungen in direkten Stoffkreisläufen zeichnen sich durch niedrige dynamische Recyclingquoten (< 50 %) aus. Obwohl ein solcher Kreislauf geschlossen erscheint, so unterscheidet er sich doch grundlegend von dem zuvor genannten. Wesentliche Charakteristika sind nach HAGELÜKEN et al. (2004):

- Keine direkten und unmittelbaren Geschäftsbeziehungen zwischen den industriellen Akteuren über den gesamten Lebenszyklus.
- Ein vielfacher Eigentumswechsel der Edelmetalle.
- Ein professionelles und seriöses Handeln kann nicht für alle Akteure über den Lebenszyklus des Produktes sichergestellt werden.
- Edelmetallverluste während des Lebenszyklus sind nur schwer identifizierbar und quantifizierbar.
- Aufgrund von Verdünnungseffekten, vor allem im Bereich der Elektrotechnik, trägt sich das Recycling, je nach spezifischer Anwendung und eingesetzter PGM-Menge, rein ökonomisch noch nicht.

Typische Beispiele für indirekte Kreisläufe sind die Anwendungsgebiete Autoabgaskatalysatoren und Elektrotechnik (Abb. 21). Hierbei können Defizite bzw. Verluste nach Stufen des Lebenszyklus unterschieden werden.

Die Prozess- bzw. Gebrauchsverluste werden z. B. bei Autoabgaskatalysatoren, Wartung und

einwandfreie Funktion vorausgesetzt, zumindest in Westeuropa als sehr gering eingeschätzt. Bei exportierten Fahrzeugen (Afrika, Osteuropa usw.) und schlechter Wartung können diese Verluste jedoch erheblich sein. Nach HAGELÜKEN et al. (2004) sind Exportverluste zunächst für die Gesamtbilanz neutral. Diese können aber zu erheblichen Verlusten führen, wenn z. B. in den importierenden Ländern gesetzliche Rahmenbedingungen sowie die entsprechende Infrastruktur für ein späteres, sinnvolles Recycling fehlen. Eine Weiterverwendung von Geräten in „ungeeigneten Regionen“ verlängert zwar ihre Nutzungsdauer, führt aber letztendlich doch zu einem Verlust aufgrund eines fehlenden Recyclingansatzes (z. B. bei Mobiltelefonen und Computern).

Eine weitere Ursache für Verluste stellt die Nichterfassung dar. So gelangen z. B. Autoabgaskatalysatoren oder Lambdasonden aufgrund falscher Zuordnung, Unwissenheit oder Desinteresse nicht in den Recyclingkreislauf. Auch das Thema Diebstahl ist für den Bereich der Autoabgaskatalysatoren nicht unerheblich. Der Aspekt nicht optimierter Recyclingketten spielt eine wichtige Rolle für die Verluste in den indirekten Kreisläufen. Hat das PGM-haltige Material die erste Hürde, den Eintritt in die Recyclingkette, genommen, so mangelt es zum Teil an einer übergreifenden Systemabstimmung und Optimierung der am Recycling beteiligten Akteure. So wird z. B. der Aufbereitungsschritt Zerkleinern und Sortieren bei Elektronikabfällen für sich optimiert, ohne jedoch die nachgelagerten Prozesse bzw. die Auswirkungen auf diese zu berücksichtigen. Ein weiteres Beispiel für

mögliche Verluste ist die unsachgemäße Handhabung (z. B. Entmanteln) von Autoabgaskatalysatoren (HAGELÜKEN et al. 2004). Im finalen PGM-Raffinationsprozess treten die geringsten Defizite bzw. Verluste auf. Optimierungsmöglichkeiten sind hier für die Standardmaterialien kaum mehr möglich.

Als Beispiel eines indirekten PGM-Kreislaufs sind in Abbildung 21 die PGM-Stoffströme für die Verwertung von Katalysatoren in Deutschland aus Altfahrzeugen für das Jahr 2002 schematisch dargestellt (mod. nach HAGELÜKEN et al. 2004).

Im Jahr 2002 wurden etwa 3,3 Mio. Altfahrzeuge aus dem Bestand gelöscht (KBA 2015). Etwa die Hälfte davon (ca. 1,7 Mio. Einheiten = 100 %) waren mit einem Katalysator ausgestattet und traten in den Stoffstrom der Verwertung (Katalysatoren) ein (Abb. 21) (HAGELÜKEN et al. 2004). Die Verluste entlang der Kette sind entsprechend dargestellt.

Aktuelle Daten zur Anzahl der aus dem Bestand gelöschten Altfahrzeuge liegen nicht vor, da das Kraftfahrtbundesamt (KBA) seit 1. März 2007 nur noch Außerbetriebsetzungen erfasst. In dieser Kategorie werden sowohl Altfahrzeugglöschungen als auch temporäre Abmeldungen zusammengefasst (KBA 2015). Eine Trennung ist nicht mehr möglich. Im Jahr 2006 lagen die Fahrzeug-

lösungen in Deutschland bei etwa 3,7 Mio. Einheiten (KBA 2015).

Geht man von einer Anzahl von 1,7 Mio. Fahrzeugen 2002 aus, so treten neben Verlusten durch Diebstahl auch zwischen der Annahmestelle und dem Verwerter weitere Verluste wie durch Exporte ins Ausland auf (Abb. 21). Falls Katalysatoren noch funktionstüchtig sind, können diese in Gebrauchtfahrzeuge eingebaut werden und sind somit ebenfalls temporär dem Recycling entzogen. Ein gewisser Anteil der Katalysatoren verbleibt aus unterschiedlichen Gründen im Altfahrzeug, durchläuft den Schredderprozess der Karosserie und ist damit einem effektiven PGM-Recycling entzogen. Vor allem hochmoderne Kfz mit mehreren Katalysatoren stellen hierbei ein gewisses Problem dar. Um z. B. ein schnelles Ansprechen der Katalysatoren zu gewährleisten, werden sogenannte Vorkatalysatoren nah am Abgaskrümmer angebracht. Im Vergleich zu klassischen Unterflurkatalysatoren sind diese häufig schwieriger zu demontieren und stellen somit für die Verwerter eine zusätzliche Hürde dar.

Letztlich gelangten 2002 nur rund ein Drittel der Fahrzeuge und damit der Katalysatoren in den Kreislauf zurück (Abb. 21). Auch für den gesamteuropäischen Raum gilt bis heute, dass die Anzahl der tatsächlich verwerteten Kfz deut-

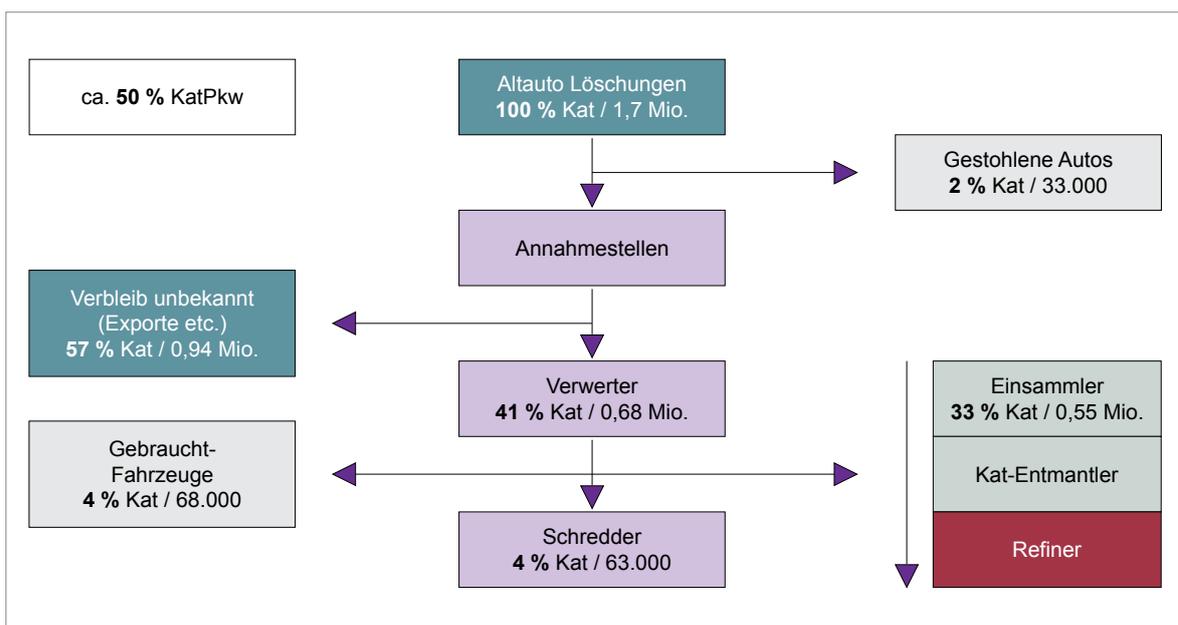


Abb. 21: PGM-Stoffströme der Verwertung von Katalysatoren aus deutschen Altfahrzeugen 2002 (modifiziert nach HAGELÜKEN et al. 2004).

lich unter der Anzahl der gelöschten Fahrzeuge liegt. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass ein erheblicher Anteil von Fahrzeugen nicht in der EU einer Verwertung zugeführt wird und somit in diesem Fall für das PGM-Recycling einen Verlust darstellt.

Die Prozesskette des Recyclings beinhaltet Sammelstellen für Katalysatoren, Kat-Entmantler und final die Scheideanstalten, welche die Edelmetalle zurückgewinnen und für die erneute Nutzung entsprechend konditionieren.

2.3.7.2 Recycling Platin

Die im Folgenden aufgeführten Recyclingmengen, basierend auf Daten von JOHNSON MATTHEY (2014b), stellen nur den Teil des Recyclings dar, welcher aus indirekten Stoffkreisläufen stammt und dem Markt zur Verfügung steht. Über das globale Gesamtinventar inklusive der direkten Stoffkreisläufe und der damit verbundenen Recyclingmengen liegen keine ausreichenden Informationen vor. Prozessverluste werden über das weltweite Angebot gedeckt.

Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) standen dem Markt im Jahr 2013 zusätzlich zum primären Platinangebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) etwa 63 t Platin aus dem Recycling zur Verfügung. Gegenüber dem Vorjahr (2012: 63,5 t) stellt dies ein Angebotsplus von etwa 0,8 % dar. Für das Jahr 2014 wird ein zusätzliches Angebot von 71 t Platin (+11,8 %) prognostiziert (JOHNSON MATTHEY 2014b). Nach THOMSON REUTERS (2014) lag das Angebot aus dem Bereich Recycling 2013 abweichend bei nur 43,1 t Platin (Tab. 14). Laut WPIC (2015) belief sich das Sekundärangebot 2013 auf rund 61,7 t Platin.

Das Sekundärangebot stammt aus dem Recycling von Autoabgaskatalysatoren (2013: 37,8 t Pt, 60 %), Schmuck (2013: 24,5 t Pt, 38,9 %) und Elektroschrott (2013: 0,7 t Pt, 1,1 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b) (Tab. 14).

Platin wird seit 1974 in den USA bzw. 1986 in Deutschland hauptsächlich in Autoabgaskatalysatoren eingesetzt. Aufgrund der entsprechenden länderabhängigen Systemstandzeiten (Lebensdauer der Produkte) erreicht Platin als Sekundärmaterial zeitlich verzögert den Markt. Dies gilt gleichermaßen für Palladium und auch Rhodium.

Historisch gesehen ist das Sekundärangebot von Platin seit etwa 1982 von 0,3 t Pt auf aktuell 63 t Pt 2013 um jährlich durchschnittlich 18,8 % gestiegen. Lag der Anteil an Sekundärplatin am Gesamtangebot 1982 lediglich bei 0,4 %, so stieg er auf 25,8 % im Jahr 2013 (Abb. 22). Das deutlich geringere Angebot im Jahr 1999 (Abb. 22) ist auf Exportbeschränkungen der Russischen Föderation in diesem Jahr zurückzuführen (JOHNSON MATTHEY 2000).

Nach THOMSON REUTERS (2014) betrug der Sekundäranteil 2013 mit ca. 43,1 t knapp 19 % des Gesamtangebotes (228 t Pt). Laut WPIC (2015) lag der Anteil von Sekundärplatin am Gesamtangebot bei rund 25,3 %.

Im Bereich der Autoabgaskatalysatoren wurden 2013 laut JOHNSON MATTHEY (2014b) die höchsten Recyclingmengen in den USA generiert (17,5 t Pt). Es folgen Europa (11,4 t Pt), Japan (2,8 t Pt) und China (0,6 t Pt). Auf die übrigen Länder entfallen etwa 2,8 t Pt. Nach ROSKILL (2014) wurden in Japan 2013 abweichend etwa 3,3 t Pt aus Abgaskatalysatoren zurückgewonnen. Zu Elektroschrott liegen keine Informationen auf regionaler Basis vor.

Tab. 14: Sekundärangebot von Platin 2013 (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014b, THOMSON REUTERS 2014, WPIC 2015).

Sekundärangebot [t]	Johnson Matthey (2014b)	Thomson Reuters (2014)	WPIC (2015)
Autoabgaskatalysatoren	37,8	30,5	34,8
Elektrotechnik	0,7	k. A.	0,3
Schmuck	24,5	12,6	26,6
Summe [t]	63	43,1	61,7

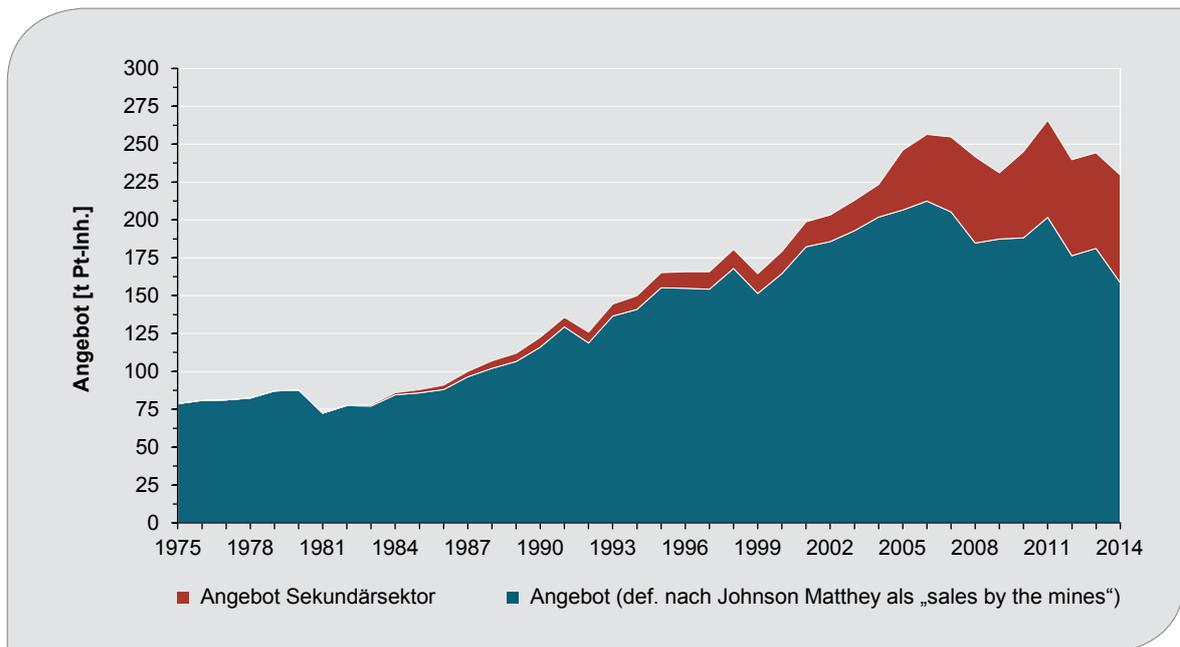


Abb. 22: Entwicklung von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von platinhaltigen Materialien (Katalysatoren, Schmuck, Elektroschrott) für den Zeitraum 1975 bis 2014 (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b). Daten 2014 = Prognose von JOHNSON MATTHEY (2014b).

Nach ROSKILL (2014) wurden aber allein in Japan 2013 knapp 2 t Pt aus Elektroschrott recycelt.

Im Bereich Schmuck wurden die höchsten Recyclingmengen nach JOHNSON MATTHEY (2014b) in China generiert (15,6 t Pt). Es folgte Japan mit rund 8,8 t Pt. Hier werden von ROSKILL (06/2014) abweichend rund 7,8 t Pt angegeben. Die übrigen Länder und auch Europa spielen für das Angebot aus dem Schmucksektor im Vergleich zu China oder Nordamerika keine Rolle.

Seit etwa 2006 nimmt das primäre Platinangebot aus dem Bergbau („Supply“, def. nach Johnson

Matthey) damit tendenziell ab, bei gleichzeitiger Zunahme des Sekundärangebotes (Abb. 22).

2.3.7.3 Recycling Palladium

Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) standen für das Jahr 2013, zusätzlich zum Primärangebot, etwa 78,6 t Palladium aus dem Recycling zur Verfügung. Gegenüber dem Vorjahr (2012: 71,9 t) stellt dies ein Angebotsplus von etwa 8,5 % dar. Die Prognose für das Jahr 2014 beläuft sich auf etwa 83,6 t Pd, ein Plus von 6,4 % gegenüber dem Vorjahr (JOHNSON MATTHEY 2014b). Nach THOMSON

Tab. 15: Sekundärangebot von Palladium 2013 (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014b, THOMSON REUTERS 2014, WPIC 2015).

Sekundärangebot [t]	Johnson Matthey (2014b)	Thomson Reuters (2014)
Autoabgaskatalysatoren	59,4	49,8
Elektrotechnik	14,3	k. A.
Schmuck	4,9	9,1
Summe [t]	78,6	58,9

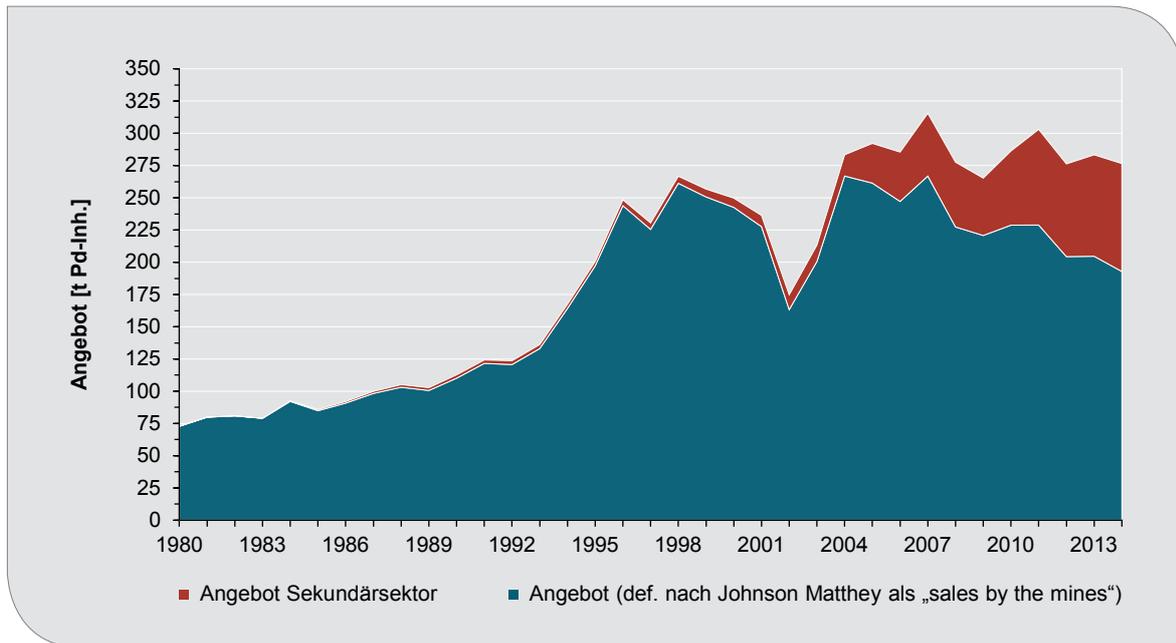


Abb. 23: Entwicklung von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von palladiumhaltigen Materialien (Katalysatoren, Schmuck, Elektroschrott) für den Zeitraum 1980 bis 2014 (Datenquellen: Johnson Matthey 2014a, 2014b). Daten 2014 = Prognose von JOHNSON MATTHEY (2014b)

REUTERS (2014) lag das Angebot aus dem Bereich Recycling im Jahr 2013 abweichend bei nur 58,8 t Palladium.

Das Sekundärangebot von Palladium setzte sich 2013 aus dem Recycling von Autoabgaskatalysatoren (59,4 t, 75,6 %), Elektroschrott (14,3 t, 18,2 %) und Schmuck (4,9 t, 6,2 %) zusammen.

Palladium wird wie Platin vorrangig in Autoabgaskatalysatoren eingesetzt, jedoch wurde dieses Edelmetall aufgrund hoher Platinpreise mit einer zeitlichen Verzögerung als Substitut in diesem Anwendungsbereich eingeführt.

Historisch gesehen nahm das Sekundärangebot von Palladium seit etwa 1984 (0,6 t) stetig auf die aktuelle Menge von 59,4 t um jährlich durchschnittlich 17,2 % zu. Betrug der Anteil von Sekundärpalladium am Gesamtangebot 1984 lediglich 0,6 %, so stieg er auf 27,7 % im Jahr 2013 (Abb. 23). Das deutlich geringere Angebot im Jahr 2002 (Abb. 23) ist auf Exportbeschränkungen der Russischen Föderation in jenem Jahr zurückzuführen (JOHNSON MATTHEY 2003) Nach THOMSON REUTERS (2014) betrug der Sekundäranteil im Jahr 2013 mit

ca. 58,8 t knapp 22,7 % des Gesamtangebotes (259 t Pd).

Analog zu Platin wurde im Bereich der Autoabgaskatalysatoren 2013 die höchste Recyclingmenge in den USA generiert (35,7 t Pd) (JOHNSON MATTHEY 2014b). Es folgten Europa (12,8 t Pd), Japan (4 t Pd) und China (1,8 t Pd). Abweichend gibt ROSKILL (2014) für Japan eine Recyclingmenge von 14,7 t Pd an.

Zu Elektroschrott liegen keine Informationen auf regionaler Basis vor. Im Bereich Schmuck wurden die höchsten Recyclingmengen, analog zu Platin, in China generiert (4,4 t Pd). Es folgte Japan mit rund 0,5 t Pd. Hier werden von ROSKILL (2014) abweichend rund 0,8 t Pd angegeben. Das Recycling in diesem Bereich in anderen Ländern ist unbedeutend.

Seit etwa 2006 nimmt auch das primäre Palladiumangebot aus dem Bergbau („Supply“, def. nach Johnson Matthey) vergleichbar zu Platin tendenziell ab, bei gleichzeitiger Zunahme des Sekundärangebotes (Abb. 23).

2.3.7.4 Recycling Rhodium

Zusätzlich zum Primärangebot standen dem Markt 2013 nach JOHNSON MATTHEY (2014b) etwa 8,6 t Rhodium aus dem Sekundärsektor zur Verfügung. Dies markiert gegenüber dem Vorjahr (2012: 7,8 t) ein Angebotsplus von etwa 10,3 %. Für 2014 wird ein zusätzliches Angebot von etwa 10 t Rhodium (+16,3 %) prognostiziert (JOHNSON MATTHEY 2014b). Dieses Sekundärangebot stammte 2013 vollständig aus dem Recycling von Autoabgaskatalysatoren. Angaben auf regionaler Basis liegen nicht vor. Nach ROSKILL (2014) wurden 2013 aber allein in Japan etwa 0,7 t Rh aus Autoabgaskatalysatoren zurückgewonnen.

Historisch gesehen ist das Sekundärangebot von Rhodium seit etwa 1987 von 0,1 t Rh auf aktuell 8,6 t Rh (2013) um jährlich durchschnittlich 18,7 % gestiegen. Lag der Anteil von Sekundärrhodium am Gesamtangebot 1987 lediglich bei 1 %, so stieg er auf 28 % im Jahr 2013 (Abb. 24). Seit etwa 2011 nimmt das Rhodiumangebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey) vergleichbar zu Platin und Palladium tendenziell ab, bei gleichzeitiger Zunahme des Sekundärangebotes (Abb. 24).

2.3.8 Nachfrage

Die Gesamtnachfrage (Bruttobedarf) nach Platin, Palladium und Rhodium setzt sich zusammen aus dem Neubedarf (Nettobedarf), welcher über das Primärangebot der Bergwerksförderung gedeckt wird, und dem Bedarf, der über das Recycling gedeckt wird. Die für Platin, Palladium und Rhodium als Bruttobedarf angegebenen Mengen spiegeln dabei nicht die in der Industrie tatsächlich global eingesetzten Mengen an PGM wider. Bestimmte industrielle Anwendungen können aufgrund ihrer Struktur der Stoffströme als beinahe geschlossene Kreisläufe verstanden werden (Kap. 2.3.7.1).

Das im Kreislauf eingesetzte „Gesamtinventar“ wird in der Betrachtung der Nachfrage nicht berücksichtigt, da hierzu keine Daten vorliegen. Nach HAGELÜKEN et al. (2004) liegt der tatsächliche Gesamtbedarf an Platingruppenmetallen schätzungsweise beim Doppelten des Neubedarfs aus dem Bergbau.

Der Neubedarf (Nettobedarf) setzt sich zusammen aus dem Bedarf durch neue Anwendungsgebiete

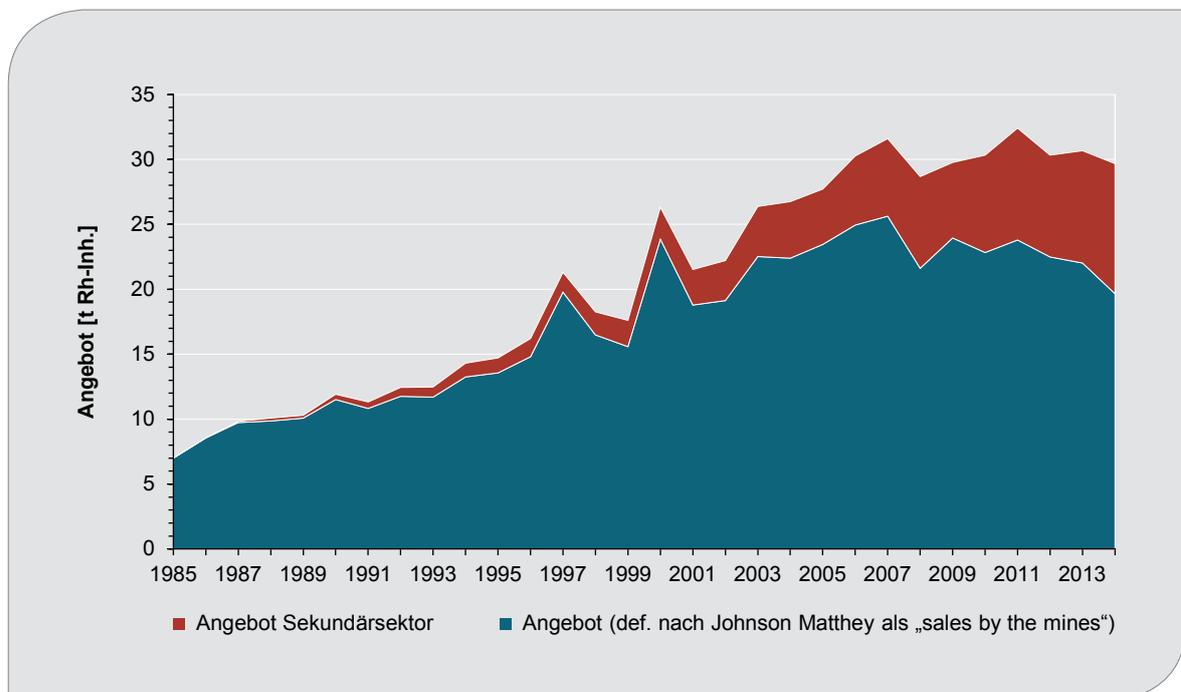


Abb. 24: Entwicklung von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Angebot aus dem Recycling von rhodiumhaltigen Materialien (Katalysatoren) für den Zeitraum 1985 bis 2014 (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b). Daten 2014 = Prognose von JOHNSON MATTHEY (2014b).

bzw. Marktwachstum (Produktionssteigerungen) sowie dem Verlustbedarf, welcher prozessbedingt unvermeidbar ist. Solche prozessbedingten Verluste treten z. B. in der chemischen Industrie (Katalyse) oder der Glasproduktion auf (Abb. 19 und Abb. 20).

Für Anwendungen, zu denen im Folgenden keine Recyclingmengen genannt werden, entspricht der Neubedarf (Nettobedarf) der Gesamtnachfrage (Bruttobedarf).

Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) ergibt sich für Platin und Palladium im Jahr 2013 in bestimmten Anwendungsgebieten (Investment, Glasindustrie, Petrochemie), abhängig von der Region, ein negativer Bedarf. Dabei handelt es sich um Material, welches aus bestimmten Anwendungen in den Markt zurückgelangt. Dieses Material stellt damit ein zusätzliches Angebot dar, welches jedoch aus dem Kreislauf der höheren Wertschöpfung stammt (z. B. Glasindustrie, ETFs). Aus diesem Grund wird es von Johnson Matthey weder dem Primärangebot noch dem Sekundärangebot zugesprochen (pers. Mitt. CULLEN 2015). Weiterhin wird dieses Angebot nicht zwangsläufig in den gleichen

Anwendungsbereichen verwendet, aus denen sie ursprünglich stammen.

Ein vergleichbarer Ansatz wird von THOMSON REUTERS (2014) und WPIC (2015) verfolgt. In der folgenden Betrachtung der Nachfrage nach Platin, Palladium und Rhodium wird diese Zuordnung beibehalten, jedoch auf Rückverkäufe bzw. Materialrückläufe entsprechend hingewiesen.

2.3.8.1 Platin

Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) lag die Gesamtnachfrage (Bruttonachfrage) nach Platin im Jahr 2013 bei etwa 272,2 t. Gegenüber 2012 (247,4 t) entspricht dies einem Zuwachs von ca. 10 %. Für das Jahr 2014 wird von einer Gesamtnachfrage von etwa 264,8 t ausgegangen, was einem Rückgang um etwa 2,7 % gegenüber 2013 entspricht (Abb. 25).

Die Finanzmarktkrise im Jahr 2008/2009 führte nur kurzfristig zu einer geringeren Platinnachfrage. Diese lag im Jahr 2009 bei rund 211,3 t und damit etwa 17,8 % unter der Nachfrage aus

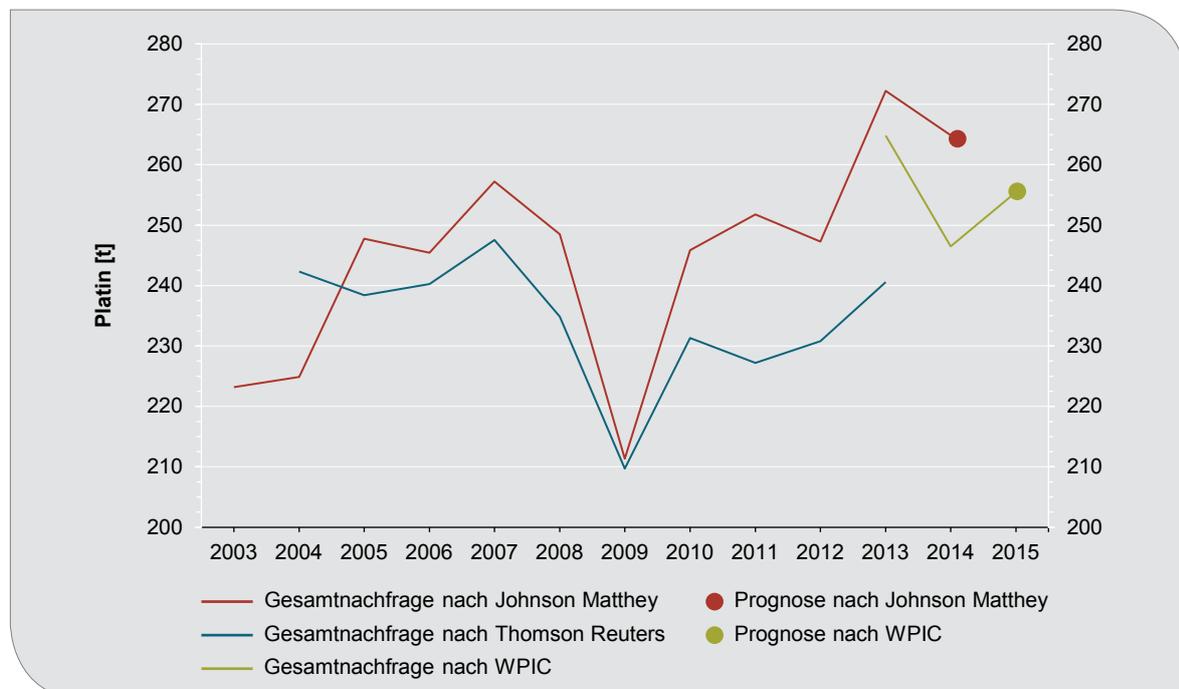


Abb. 25: Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Platin zwischen 2013 und 2015 (2014 = Prognose von Johnson Matthey, 2015 = Prognose von WPIC) (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b, THOMSON REUTERS 2014, WPIC 2015).

dem Jahr 2007 (257,3 t) und etwa 14,1 % unter der Nachfrage aus dem Jahr 2010 (246 t). Der größte Nachfrageeinbruch war dabei im Bereich der Autoabgaskatalysatoren zu verzeichnen.

Ein Großteil der Nachfrage wird zunehmend durch das Recycling PGM-haltiger Materialien gedeckt. Im Jahr 2013 lag der Anteil von Sekundärplatin am Gesamtverbrauch bei rund 23,1 % (63,1 t Pt-Inh.). Im Vergleich zu 2012 (63,5 t Pt-Inh.) entspricht dies einer Abnahme des Sekundäranteils um 2,6 % (2012: 25,7 %). Für das Jahr 2014 geht JOHNSON MATTHEY (2014b) von einem Recyclinganteil am Gesamtverbrauch von rund 71 t Pt-Inh. aus. Bei dem prognostizierten Gesamtbedarf entspricht dies einem Anteil von rund 26,8 %. Damit ist ein Plus gegenüber 2013 von etwa 1,1 % zu verzeichnen.

Nach THOMSON REUTERS (2014) lag die Gesamtnachfrage nach Platin im Jahr 2013 abweichend bei etwa 240,6 t Pt-Inh. (Abb. 25). Der Anteil von Sekundärplatin am Gesamtverbrauch wird mit etwa 43,1 t Pt-Inh. angegeben.

Laut WORLD PLATINUM INVESTMENT COUNCIL (WPIC 2015) lag die Gesamtnachfrage nach Platin 2013 bei rund 264,8 t. Der Anteil von Sekundärplatin am Gesamtverbrauch wird mit etwa 23,3 % (61,7 t) angegeben. Für das Jahr 2014 wird von einer Nachfrage von 246,5 t Platin ausgegangen. Die Prognose für das Jahr 2015 liegt bei etwa 255 t (Abb. 25).

Nachfrage nach Anwendungsgebieten

Die höchste Bruttonachfrage nach Platin entfiel im Jahr 2013 auf die drei Anwendungsbereiche Autoabgaskatalysatoren, Schmuck und Investment (kumuliert: 219,1 t, 80,5 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b) (Abb. 26). Auf die übrigen Anwendungsgebiete entfallen zusammen 53,2 t (19,5 %). Im Folgenden werden die drei wichtigsten Anwendungsbereiche detailliert betrachtet.

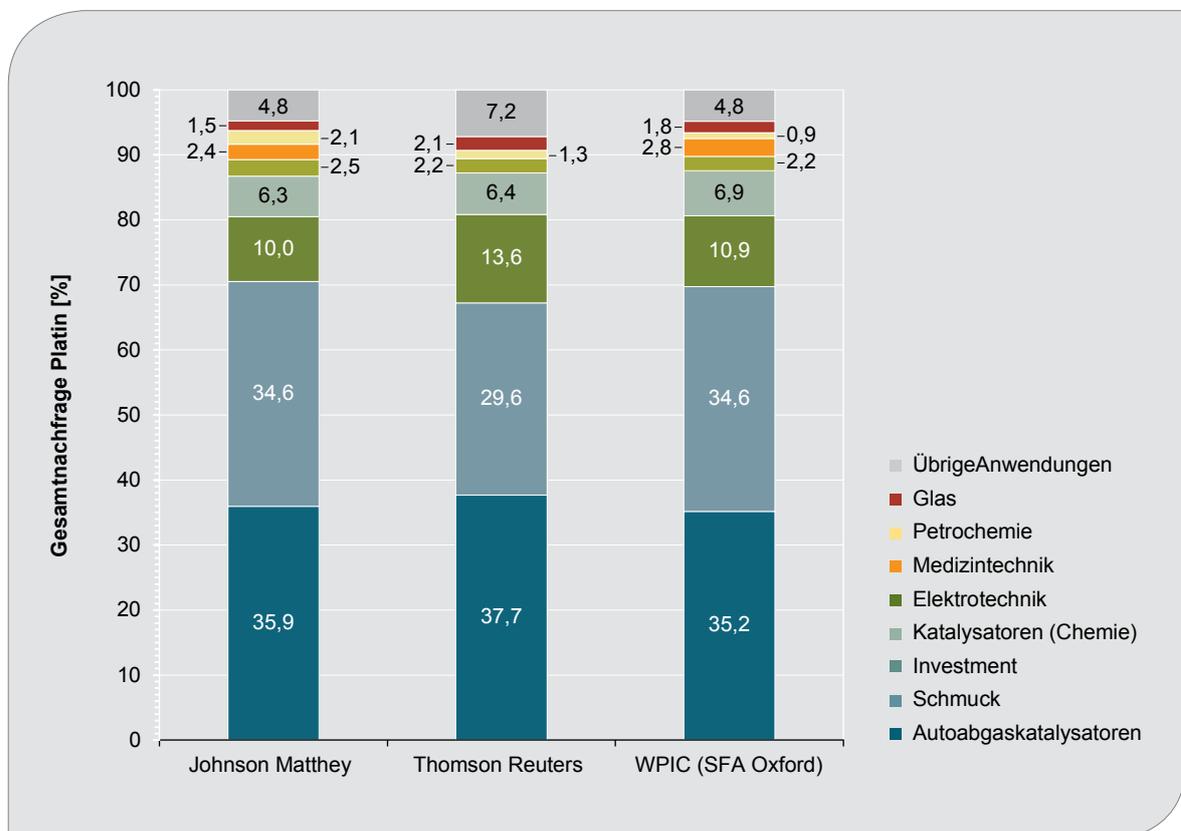


Abb. 26: Vergleich der globalen Gesamtnachfrage nach Platin im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014b, THOMSON REUTERS 2014, WPIC 2015).

Autoabgaskatalysatoren (≈ 36 %)

Im Bereich der Autoabgaskatalysatoren hat die Bruttonachfrage nach Platin in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Aufgrund der globalen Finanzmarktkrise im Jahr 2008/2009 und den damit verbundenen Absatzproblemen der Automobilbranche brach die Nachfrage stark ein und lag 2013 mit etwa 97,9 t ca. 3,7 % unter dem Niveau von 2003 (101,7 t). Im Vergleich zu 2012 (98,5 t) sank der Verbrauch um knapp 0,6 %.

Der Anteil von Autoabgaskatalysatoren am Gesamtverbrauch von Platin lag 2013 bei knapp 36 %. Für 2014 wird eine Nachfrage von etwa 105,5 t von JOHNSON MATTHEY (2014b) prognostiziert, ein Plus von etwa 7,8 % gegenüber 2013. Etwa 38,6 % (37,8 t) der Nachfrage konnten 2013 durch Sekundärmaterial gedeckt werden.

Größte Verbraucher nach Regionen waren im Jahr 2013 Europa (41,4 t, 42,3 %), gefolgt von Japan (17,7 t, 18,1 %), Nordamerika (10,4 t, 10,6 %) und China (3,7 t, 3,8 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b). Etwa 24,7 t (25,3 %) der Gesamtnachfrage entfallen auf die Kategorie „Übrige Länder“, zu der auch Märkte wie Brasilien, Indien und die Russische Föderation gehören.

Während der Verbrauch in Europa 2013 in etwa auf dem gleichen Niveau wie 2012 lag, so sank er in Japan um 6,8 % von 18,9 t auf 17,7 t. In Nordamerika ist ebenfalls ein Rückgang im Verbrauch von 2012 (11,8 t) zu 2013 (10,4 t) um 13,5 % zu beobachten. In China stieg der Verbrauch gegenüber dem Vorjahr (2012, 2,9 t) um rund 28 % auf 3,7 t an. Für die übrigen Länder ist gegenüber 2012 (23,5 t) eine gestiegene Nachfrage um ca. 5,1 % zu verzeichnen.

THOMSON REUTERS (2014) gibt die Bruttonachfrage in diesem Bereich mit etwa 90,6 t Platin für das Jahr 2013 an. Der Anteil von Sekundärplatin lag bei rund 33,7 % (30,5 t). Nach WPIC (2015) lag der Platin-Gesamtbedarf für Autoabgaskatalysatoren im Jahr 2013 bei rund 93,2 t. Der Sekundäranteil wird mit 37,3 t (35,7 %) angegeben.

Schmuck (34,6 %)

Im Schmucksektor hat der Bruttobedarf an Platin in den letzten Jahrzehnten ebenfalls kontinuierlich

zugenommen. Auch die globale Finanzmarktkrise führte nicht zu einem Einbruch der Nachfrage. Entsprechend stieg der Platinverbrauch zwischen 2007 und 2009 von 65,6 t auf 87,4 t um rund 33 % an (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Die aktuelle Nachfrage liegt mit 94,2 t etwa 20,6 % über der Nachfrage aus dem Jahr 2003 (78,1 t). Gegenüber 2012 (86,6 t) ist dies ein Plus von etwa 8 %. Die Prognose für 2014 geht jedoch von einem Nachfragerückgang gegenüber 2013 von etwa 1,5 % aus (JOHNSON MATTHEY 2014b). Der Anteil von Schmuck an der Gesamtnachfrage von Platin lag 2013 bei etwa 34,6 %. Etwa 26 % (24,6 t) der Nachfrage konnten 2013 durch Sekundärmaterial gedeckt werden.

Größte Verbraucher nach Regionen waren im Jahr 2013 China (65,3 t, 69,7 %), gefolgt von Japan (9,6 t, 10,2 %), Europa (6,8 t, 7,2 %) und Nordamerika (6,6 t, 7 %). Etwa 5,8 t (6,2 %) entfallen auf die übrigen Länder. In China, dem größten Absatzmarkt für Platin im Schmucksektor, stieg die Nachfrage gegenüber 2012 (60,7 t Pt) um etwa 7,6 % auf 65,3 t Pt (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Nach THOMSON REUTERS (2014) betrug die Bruttonachfrage nach Platin im Schmuckbereich im Jahr 2013 etwa 71,1 t. Der Anteil von Sekundärplatin lag bei rund 17,8 % (12,6 t). Nach WPIC (2015) lag der Bedarf 2013 bei rund 91,6 t Platin. Der Sekundäranteil wird mit 26,6 t (29 %) angegeben.

Investment (10 %)

Im Bereich Investment wird der überwiegende Teil der Nachfrage durch Exchange Traded Funds (ETFs) generiert. Ein weitaus geringerer Anteil entfällt auf Platinmünzen und Platinbarren.

Mit einem Bruttobedarf an Platin von etwa 27,1 t (10 %) lag der Bereich Investment 2013 an dritter Stelle der Nachfragesektoren. Generell variierte die Nachfrage in den letzten Jahrzehnten sehr stark. Ursache dafür war z. B. die Einführung neuer ETFs in der Republik Südafrika. Lag die Platinnachfrage im Jahr 2003 bei lediglich 0,5 t, so wurden 2013 etwa 27,1 t nachgefragt. Allein zwischen 2012 (13,9 t) und 2013 (27,1 t) war ein Nachfrageplus von knapp 94 % zu verzeichnen (JOHNSON MATTHEY 2014b). Die Prognose für 2014

geht jedoch von einer deutlich geringeren Nachfrage von nur 9,3 t aus, was einem Nachfrage-minus von ca. 66 % gegenüber 2013 entspricht (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Für Europa und Japan wird von JOHNSON MATTHEY (2014b) für das Jahr 2013 eine negative Nachfrage nach Platin aus dem Investmentbereich angegeben. Dies spiegelt Rückläufe von Platin aus ETFs in den Markt wider und entspricht demnach einem Angebot. Für Europa werden diese Rückläufe mit etwa 1,3 t angegeben. Für Japan ergeben sich rund 1,2 t. Diese Mengen wurden für die Ermittlung des Gesamtbedarfs berücksichtigt (s. o.). Ohne dieses zusätzliche Angebot ergibt sich für 2013 eine Gesamtnachfrage von 29,6 t Platin.

Nach THOMSON REUTERS (2014) betrug die Platinnachfrage aus dem Investmentbereich (Münzen, Barren, ETFs) 2013 kumuliert etwa 32,7 t Pt. Der Anteil von ETFs lag bei ca. 27,7 t.

World Platinum Investment Council (WPIC 2015) gibt den Platinbedarf für den Bereich Investment im Jahr 2013 mit rund 28,8 t an. Die höchste Nachfrage wurde im Jahr 2013 in der Republik Südafrika generiert. Die genaue Menge ist nicht bekannt, da z. B. JOHNSON MATTHEY (2014b) die Republik Südafrika in der Kategorie „Übrige Länder“ führt. Für diese Länder wird ein Platinbedarf von rund 27,8 t angegeben. Dies entspricht, unter Berücksichtigung der Rückverkäufe aus Europa (1,3 t) und Japan (1,2 t), ca. 94 % des Gesamtbedarfs (29,6 t).

Ursache für den hohen Bedarf in der Republik Südafrika war die Einführung zweier neuer ETFs. Zum einen wurde der NewPLat Exchange Traded Fund durch die „Absa Corporate and Investment Bank“ (Member of Barclays) im April 2013 gegründet. Allein in den ersten zehn Wochen wurden 500.000 oz Platin (ca. 15,6 t) in diesen Fund eingelagert (SCOTIA MOCATTA 2013). Im Dezember 2013 lag der Bestand bereits bei knapp 1 Mio. oz (ca. 28,3 t) (THOMSON REUTERS 2014). Im März 2015 waren in diesem Fund etwa 32 t Platin physisch hinterlegt (ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK 2015b). Zum anderen wurde 2013 von Standard Bank plc ebenfalls ein neuer ETF unter der Bezeichnung „African Platinum“ gegründet. Dieser hielt im März 2015 etwa 4 t Platin (STANDARD BANK PLC 2015).

Das Gesamtvolumen aller Platin ETFs lag Ende 2013 bei rund 2,53 Mio. oz (78,3 t) (THOMSON REUTERS 2014). Hiervon entfielen rund 0,91 Mio. oz (28,3 t) auf den Absa NewPLat, was einem Weltanteil von rund 36 % entspricht. Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) betrug das Gesamtvolumen aller ETFs im November 2014 rund 2,8 Mio. oz Platin (86,9 t). Hiervon entfielen rund 1,1 Mio. oz (34,8 t) auf die Republik Südafrika, was einem Weltanteil von rund 41 % entspricht.

Aus den oben aufgeführten Daten wird ersichtlich, dass die Republik Südafrika und hier im Speziellen der neu eingeführte NewPLat ETF maßgeblich für die Nachfrage des gesamten Bereichs Investment im Jahr 2013 verantwortlich waren. Lediglich in Nordamerika wurde, neben der Republik Südafrika, im Jahr 2013 Platin im Bereich ETFs nachgefragt. Mit etwa 1,8 t war diese Menge jedoch vergleichsweise niedrig (JOHNSON MATTHEY 2014b). Gegenüber dem Vorjahr (5,8 t) bedeutet dies zusätzlich einen Nachfragerückgang um etwa 69 %. In China wurde im Jahr 2013 keine Nachfrage in diesem Sektor generiert.

Übrige Anwendungen (19,5 %)

Unter „Übrige Anwendungen“ werden die folgenden Verwendungsgebiete zusammengefasst:

Chemische Industrie
(17 t Pt; Weltanteil: 6,2 %; +20,6 % zum Vorjahr)
Elektrotechnik
(6,9 t Pt; Weltanteil: 2,5 %; +23,2 % zum Vorjahr)
Medizintechnik
(6,6 t Pt; Weltanteil: 2,4 %; –5,7 % zum Vorjahr)
Petrochemie
(5,6 t Pt; Weltanteil: 2,1 %; +24,4 % zum Vorjahr)
Glasindustrie
(4,0 t Pt; Weltanteil: 1,5 %; –20,0 % zum Vorjahr)
Sonstige Anwendungen
(13,0 t Pt; Weltanteil: 4,8 %; +6,6 % zum Vorjahr)

Neben Materialrückläufen aus dem Bereich Investment (s. o.) wurden im Jahr 2013 geringe Mengen Platin aus den Bereichen Glasindustrie (2,4 t) sowie Petrochemie (0,4 t) in den Markt zurückgegeben.

2.3.8.2 Palladium

Für Palladium ergibt sich für 2013 eine Gesamtnachfrage von etwa 295,4 t (JOHNSON MATTHEY 2014b). Im Vergleich zu 2012 (308,3 t) entspricht dies einem Nachfragerückgang von ca. 4,4 %. Für das Jahr 2014 wird von einer Gesamtnachfrage von etwa 326,9 t Palladium ausgegangen, was ein deutliches Nachfrageplus von etwa 10,7 % gegenüber 2013 ausmacht (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Während der Finanzmarktkrise (2008/2009) brach die Nachfrage nach Palladium nur kurzfristig ein. Lag der Palladiumbedarf im Jahr 2007 bei rund 261,4 t, sank er bis auf 244,2 t im Jahr 2009 und damit um insgesamt 6,6 %. Bereits im Folgejahr 2010 lag der Bedarf wieder bei rund 302,8 t Palladium, was gegenüber dem Vorjahr einem Nachfrageplus von knapp 24 % entspricht. Betrachtet man die letzten zehn Jahre, so ist eine Steigerung der Gesamtnachfrage nach Palladium um rund 62,6 % von 181,6 t (2003) auf 295,4 t (2013) zu verzeichnen. Bezieht man die Prognose für 2014 (326,9 t) mit ein, ergibt sich für 2014 eine Zunahme von etwa 80 % gegenüber 2003.

Analog zu Platin wird ein zunehmender Teil der Nachfrage nach Palladium durch den Einsatz von Sekundärmetall aus dem Recyclingsektor gedeckt. Im Jahr 2013 lag der Anteil von Sekun-

därpalladium an der Gesamtnachfrage bei rund 78,1 t (26,3 %). Im Vergleich zu 2012 (71,9 t) ist eine Zunahme um 7,9 % zu verzeichnen. Für das Jahr 2014 geht JOHNSON MATTHEY (2014b) von einem Recyclinganteil von rund 83,7 t Palladium aus. Bei dem für 2014 prognostizierten Gesamtbedarf entspricht dies einem Anteil von rund 25,6 %.

THOMSON REUTERS (2014) gibt die Gesamtnachfrage für Palladium für 2013 mit etwa 291,2 t an. Gegenüber den Nachfragedaten von THOMSON REUTERS (2014) für 2012 (290,5 t) entspricht dies einer geringen Nachfragerückgang (0,2 %). Der Anteil von Sekundärpalladium am Gesamtverbrauch wird von THOMSON REUTERS (2014) mit etwa 58,8 t (20,1 %) angegeben.

Analog zu Platin gelangte 2013 Palladium aus dem Bereich Investment (ETFs) in den Markt zurück. In Summe waren dies etwa 0,5 t (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Nachfrage nach Anwendungsgebieten

Die weltweit höchste Bruttonachfrage nach Palladium entfiel im Jahr 2013 auf die Bereiche Autoabgaskatalysatoren und Elektrotechnik (kumuliert: 249,4 t, 84,4 %, Abb. 28) (JOHNSON MATTHEY

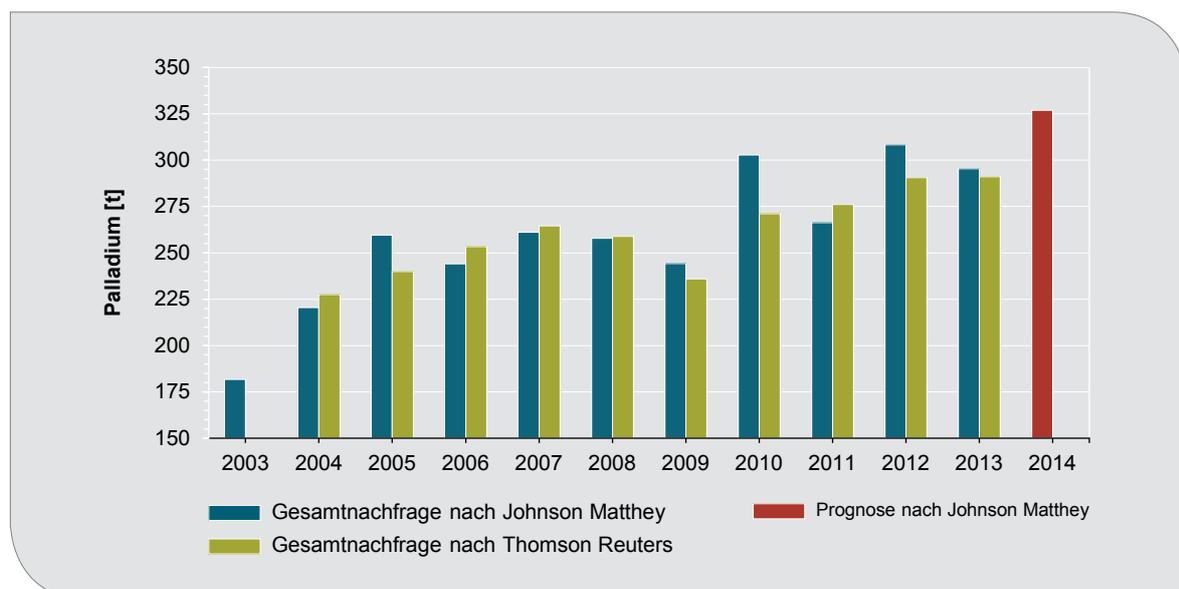


Abb. 27: Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Palladium zwischen 2003 und 2014 (2014 = Prognose von Johnson Matthey) (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b, THOMSON REUTERS 2014).

2014b). Nach THOMSON REUTERS (2014) betrug die Nachfrage aus diesen beiden Bereichen zusammen etwa 236,6 t Palladium (81,3 %). Auf die übrigen Anwendungsgebiete entfallen nach JOHNSON MATTHEY (2014b) zusammen ca. 46 t (15,6 %).

Im Folgenden werden die beiden wichtigsten Anwendungsgebiete für das Bezugsjahr detailliert nach Regionen betrachtet. Zusätzlich wird auf den Bereich Investment eingegangen, da dieser in den Vorjahren (z. B. 2010: 34 t, 11,2 %, 2012: 14,5 t, 4,7 %) ein wichtiges Nachfragesegment darstellte. Zum anderen gehen die Autoren der Studie von einer stärkeren Nachfrage für 2014 aufgrund der Auflage zweier neuer Palladium-ETFs aus. Für das Jahr 2013 wird von JOHNSON MATTHEY (2014b) ein negativer Bedarf als Resultat von Rückläufen in den Markt angegeben.

Autoabgaskatalysatoren (73,3 %)

Im Vergleich zu Platin wurde im Jahr 2013 ein weit aus größerer Anteil von Palladium im Bereich der

Autoabgaskatalysatoren eingesetzt (Pd = 73,3 % vs. Pt = 36 %).

Vergleichbar zu Platin hat die Bruttonachfrage nach Palladium in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. 2013 lag diese mit etwa 216,4 t ca. 4,2 % über dem Niveau von 2012 (207,7 t). Im Jahr 2007 wurden nur etwa 141,1 t Palladium nachgefragt. Aufgrund der Finanzmarktkrise 2008/2009 und den damit verbundenen Absatzproblemen der Automobilbranche brach die Nachfrage nach Palladium stark ein. Im Jahr 2009 lag der Palladiumbedarf nur bei 126 t. Dies stellt gegenüber 2007 ein Minus von ca. 10,7 % dar. Bereits ein Jahr später betrug die Gesamtnachfrage wieder 173,6 t Palladium, was einer Nachfragesteigerung von rund 37,8 % entspricht.

Größte Verbraucher nach Regionen waren 2013 Nordamerika (54,7 t, 18,5 %), gefolgt von China (23,2 t, 16,2 %), Europa (46,6 t, 15,8 %) und Japan (23,2 t, 7,9 %). Etwa 44 t (14,9 %) der Nachfrage entfallen auf die Rubrik „Übrige Länder“.

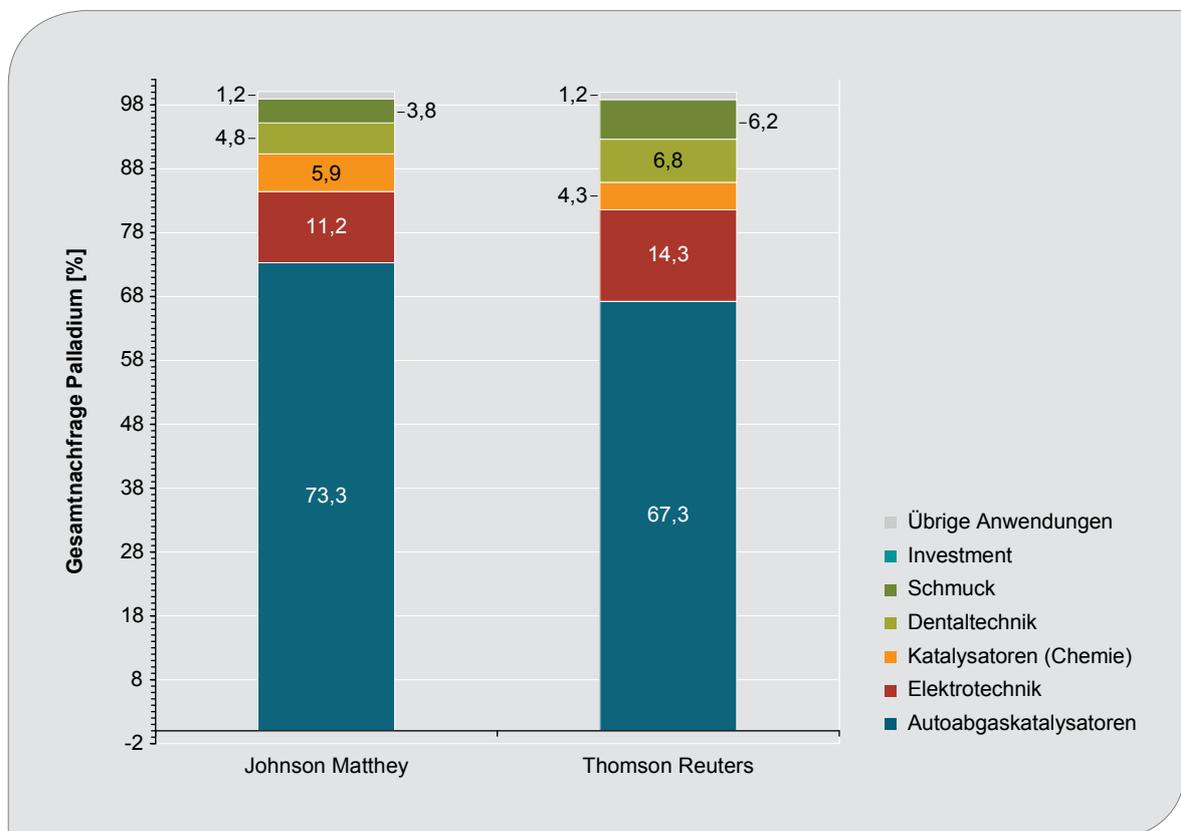


Abb. 28: Vergleich der globalen Gesamtnachfrage nach Palladium im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014b, THOMSON REUTERS 2014).

Etwa 20,1 % (59,4 t) der Gesamtnachfrage wurden 2013 laut JOHNSON MATTHEY (2014b) durch den Sekundärsektor gedeckt. Im Jahr 2012 betrug dessen Anteil 16,9 % (52,2 t). THOMSON REUTERS (2014) beziffert die Bruttonachfrage nach Palladium aus dem Automobilsektor für 2013 mit etwa 195 t (Weltanteil: 67 %). Der über das Sekundärangebot gedeckte Anteil des Bedarfs betrug 25,5 % (49,8 t).

Elektrotechnik (11,2 %)

Den zweitgrößten Nachfragesektor für Palladium stellt der Bereich Elektrotechnik dar. Hier lag die Bruttonachfrage nach Palladium im Jahr 2013 mit 33,1 t etwa 10,8 % unter der Nachfrage aus dem Jahr 2012 (37,1 t). Aufgrund der Finanzmarktkrise 2008/2009 sank die Nachfrage zwischen 2007 (48,2 t) und 2009 (42,6 t) um etwa 11,6 %. Einem kurzen Nachfrageschub im Jahr 2010 (43,9 t) folgte ein seitdem abnehmender Bedarf bis auf 33,1 t im Jahr 2013. Ursache für die sinkende Nachfrage sind z. B. die Substitution von Palladium durch Nickel und Silber in Keramik Kondensatoren (MLLC) sowie die Miniaturisierung von MLLC und somit ein geringerer Bedarf (JOHNSON MATTHEY 2015).

Die größte Nachfrage wurde 2013 in Ländern generiert, die unter der Rubrik „Übrige Länder“ zusammengefasst sind (11,7 t, 35,3 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b). Es folgen Japan (7,6 t, 23 %), China (5,2 t, 15,7 %), Nordamerika (4,9 t, 14,8 %) und Europa (3,7 t, 11,2 %). Etwa 43,2 % (14,3 t) der Nachfrage wurden 2013 durch Recycling von Elektronikbauteilen gedeckt. Im Jahr 2012 betrug der Anteil 36,9 % (13,7 t) (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Nach THOMSON REUTERS (2014) lag die Bruttonachfrage nach Palladium aus dem Bereich Elektrotechnik im Jahr 2013 bei 41,6 t (Weltanteil: 67 %). Angaben zu Recyclingmengen werden von THOMSON REUTERS nicht gemacht.

Investment

Analog zu Platin wird die Nachfrage im Bereich Investment hauptsächlich durch Exchange Traded Funds (ETFs) generiert. Für das Jahr 2013 spielt dieser Bereich basierend auf Daten von JOHNSON

MATTHEY (2014b) jedoch keine nennenswerte Rolle. Lediglich in Nordamerika wurden 0,3 t Palladium nachgefragt. In Europa und Japan wurde z. B. Palladium in den Markt zurückgegeben (kumuliert: 0,5 t). Da die Rückläufe 2013 in den Markt größer waren als die Nachfrage, ergibt sich nach JOHNSON MATTHEY (2014b) ein negativer Bedarf.

Im Jahr 2014 wurden in der Republik Südafrika zwei Palladium-ETFs neu aufgelegt. Durch die „Absa Corporate and Investment Bank“ wurde im März 2014, und somit knapp ein Jahr nach dem NewPlat Exchange Traded Fund, der NewPalladium Exchange Traded Fund gegründet. Dieser entwickelte sich innerhalb weniger Monate zu einem der größten Palladium-ETFs weltweit. Im September 2014 wurden die Palladiumbestände des ETF mit etwa 14 t angegeben. Im April 2015 sind in diesem ETF etwa 15 t Palladium physisch hinterlegt (ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK 2015a). Der zweite neue Palladium-ETF wurde von Standard Bank plc im April 2014 gegründet (AfricaPalladium ETF). Laut Standard Bank plc hält dieser etwa 22,6 t Pd (STANDARD BANK plc 2015).

Das Gesamtvolumen aller Palladium-ETFs lag Ende 2013 bei rund 2,17 Mio. oz Palladium (67,6 t) (THOMSON REUTERS 2014). Allein die beiden ETFs NewPalladium und AfricaPalladium hielten im April 2015 etwa 37,6 t. Legt man diese Bestände zugrunde, könnte sich für 2014 ein geschätzter Bedarf von 30 bis 35 t Palladium ergeben.

Auch bei Palladium wird ersichtlich, dass die Republik Südafrika und im Speziellen die neu eingeführten ETFs maßgeblich für die Nachfrage des gesamten Bereichs Investment im Jahr 2014 verantwortlich sind.

Übrige Anwendungen (15,6 %)

Unter „Übrige Anwendungen“ fallen die Bereiche:

Chemische Industrie

(17,4 t Pt; Weltanteil: 5,9 %; +6,7 % zum Vorjahr)

Dentaltechnik

(14,1 t Pt; Weltanteil: 4,8 %; –10,8 % zum Vorjahr)

Schmuck

(11,1 t Pt; Weltanteil: 3,8 %; –19,6 % zum Vorjahr)

Sonstige Anwendungen

(3,5 t Pt; Weltanteil: 1,2 %; +16,6 % zum Vorjahr)

2.3.8.3 Rhodium

Für Rhodium ergibt sich für 2013 nach JOHNSON MATTHEY (2014b) eine Gesamtnachfrage von etwa 31,7 t. Gegenüber dem Jahr 2012 (29,7 t) entspricht dies einer Nachfragesteigerung von etwa 6,7 %. Für das Jahr 2014 wird von einer Gesamt-

nachfrage von etwa 32,4 t Rhodium ausgegangen, was einer weiteren Nachfragesteigerung von etwa 2,2 % gegenüber 2013 darstellt.

Während der Finanzmarktkrise (2008/2009) brach die Nachfrage nach Rhodium vergleichbar zu Platin und Palladium kurzfristig ein. Im Jahr 2007 lag

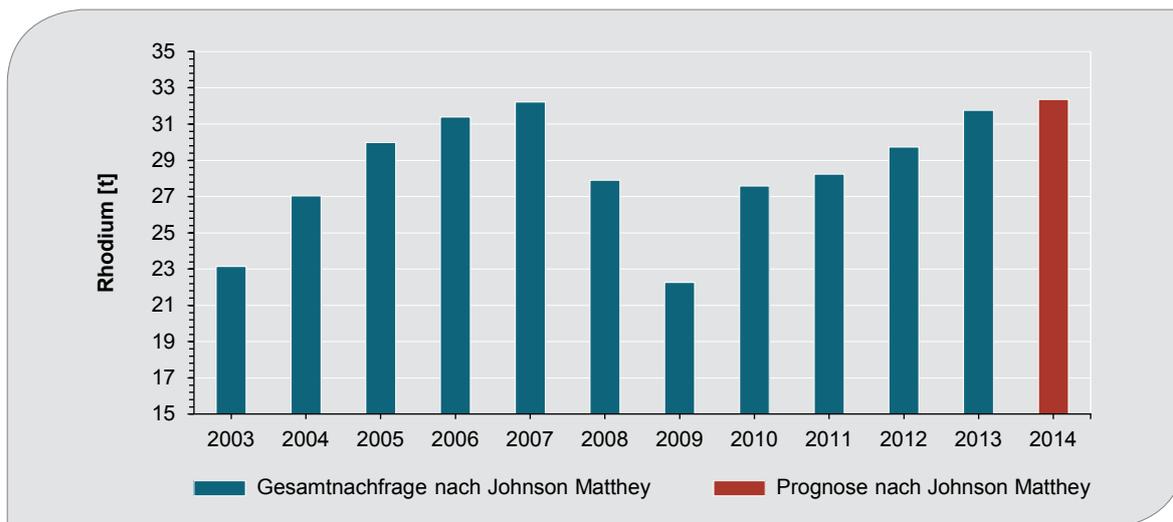


Abb. 29: Entwicklung der Gesamtnachfrage nach Rhodium zwischen 2003 und 2014 (2014 = Prognose von Johnson Matthey) (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

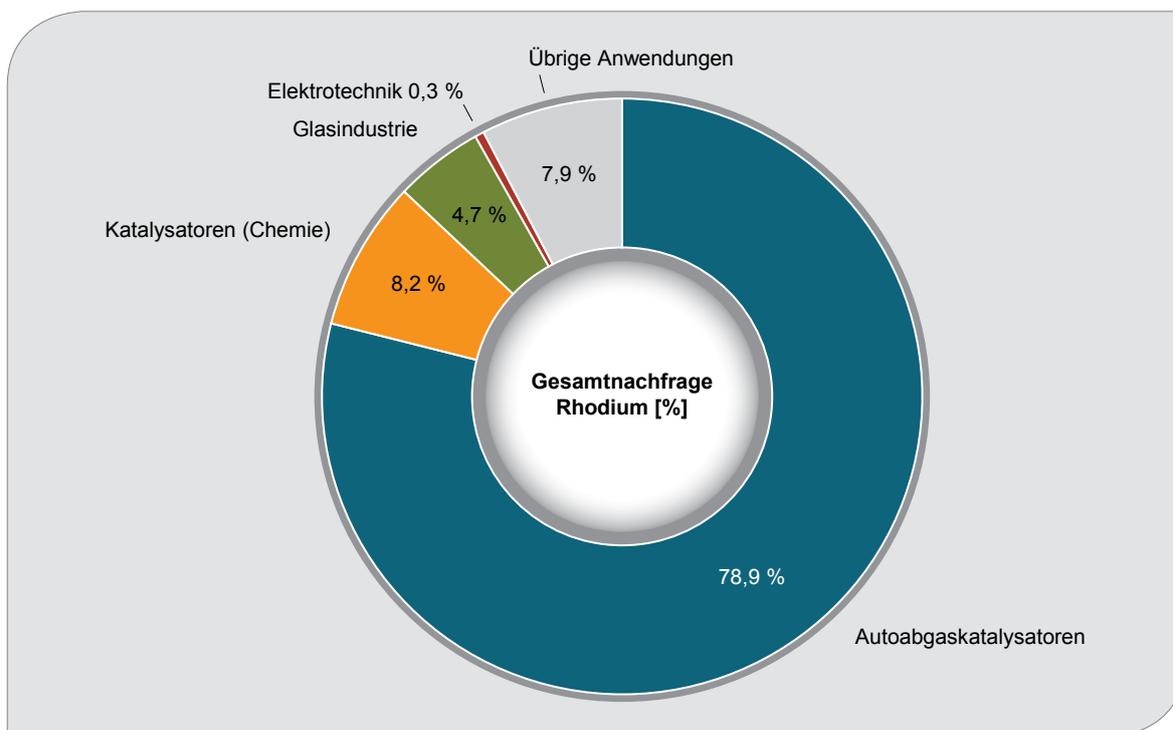


Abb. 30: Gesamtnachfrage nach Rhodium im Jahr 2013 nach Anwendungsbereichen (Datenquellen: JOHNSON MATTHEY 2014b).

die Rhodiumnachfrage bei ca. 32,2 t und sank im Jahr 2009 um knapp 31 % auf 22,3 t. Bereits im Folgejahr 2010 lag der Bedarf mit rund 27,6 t Rhodium wieder in etwa auf dem Niveau von 2008 (27,9 t).

Betrachtet man die letzten zehn Jahre, so ist eine Steigerung der Gesamtnachfrage nach Rhodium um rund 37,2 % von 23,1 t (2003) auf 31,7 t (2013) zu verzeichnen. Bezieht man die Prognose für 2014 (32,3 t) ein, so ergibt sich eine Nachfragesteigerung von knapp 40 % gegenüber 2003 (Abb. 29).

Die höchste Nachfrage nach Rhodium wurde 2013 im Bereich Autoabgaskatalysatoren (25 t, 78,9 %) generiert. Es folgen die Anwendungsgebiete chemische Industrie (2,6 t, 8,2 %), die Glasindustrie (1,5 t, 4,7 %) und der Bereich Elektrotechnik (0,1 t, 0,3 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b). Auf die übrigen Anwendungen entfallen 2,5 t (7,9 %) (Abb. 30). Eine detaillierte Betrachtung nach Regionen ist aufgrund fehlender Daten nicht möglich.

2.3.9 Derzeitige Marktdeckung

Aus der Differenz von Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage ergibt sich die Marktdeckung für Platin, Palladium und Rhodium. Die Marktdeckung gibt das Verhältnis von Nettoangebot zu Nettornachfrage in Prozent wieder. Sowohl Angebot als auch Nachfrage aus dem Recycling wurden hierbei nicht berücksichtigt. Die Betrachtung der aktuellen Marktdeckung basiert auf Daten von JOHNSON MATTHEY (1975 – 2014). Für die PGM-Metalle Ruthenium, Osmium und Iridium steht keine ausreichende Datenbasis (für die Angebotsseite) zur Verfügung.

Platin

Der Verlauf der historischen Marktdeckung von Platin (Abb. 31) zeigt, dass es in der zweiten Hälfte der 1970er-Jahre Angebotsdefizite von bis zu 5,3 t (1978) gab. Es folgten die Jahre 1980 bis 1985, in denen der Platinmarkt von Überschüssen geprägt war (1980, +19,3 t). Zwischen 1985 und 1998 wechselten sich Phasen von Angebotsdefiziten (1986, -5,4 t) und -überschüssen (1993, 10,1 t) ab. In den 1990er-Jahren sank der

Platinpreis und erreichte 1999 einen Tiefstand ($\bar{\varnothing}$ 1999 = 533 US\$/oz Platin).

Es folgte zwischen 1999 (Angebotsdefizit 22,4 t) und 2005 (Angebotsdefizit 1,7 t) eine Periode, die durch Angebotsdefizite und entsprechend stark steigende Preise geprägt war. Lag der Preis im Jahr 1999 bei etwa $\bar{\varnothing}$ 533 US\$/oz, so stieg er bis 2005 auf etwa $\bar{\varnothing}$ 1.083 US\$/oz Platin an. Ursache für das hohe Defizit im Jahr 1999 war, dass russisches Platin nicht auf den Markt kam (JOHNSON MATTHEY 2000).

Im Jahr 2006 verzeichnete der Platinmarkt einen relativ hohen Überschuss von etwa 11 t, gefolgt von zwei Jahren, die jeweils durch ein Angebotsdefizit geprägt waren (2007: -2,5 t; 2008: -6,8 t). Die Realpreise von Platin stiegen in diesem Zeitraum von 1.335 US\$/oz im Jahresdurchschnitt 2006 auf ca. 1.737 US\$/oz im Jahresdurchschnitt 2008.

Im März 2008 lag der Realpreis von Platin bei ca. 2.273 US\$/oz. Ende 2008, aber vor allem im Folgejahr 2009, brach die Nachfrage aufgrund der globalen Finanzmarktkrise und dem damit verbundenen Rückgang in dem für Platin wichtigen Sektor der Autoabgaskatalysatoren massiv ein. In diesem Jahr war entsprechend ein Angebotsüberschuss von knapp 20 t an den Märkten zu verzeichnen. Von seinem Hochstand im März 2008 (2.273 US\$/oz) sank der reale Platinpreis innerhalb von acht Monaten auf etwa 935 US\$/oz (-58,9 %) und damit auf den tiefsten Stand seit Oktober 2003.

Das Jahr 2010 war durch ein geringes Defizit von etwa 1 t Platin bei gleichzeitig erneut stark angestiegenen Preisen gekennzeichnet. Das Jahr 2011 zeichnet sich wiederum durch einen starken Überschuss von rund 14 t Platin aus. Ursache hierfür war eine Zunahme des Angebots bei stagnierender Nachfrage. Gleichzeitig markierte der reale Platinpreis im Februar 2011 mit 1.946 US\$/oz einen Höchststand. Seit 2012 ist am Platinmarkt ein zunehmendes Defizit zu beobachten. Auf der Angebotsseite ist zwischen 2011 und 2013 ein Rückgang von etwa 21,4 % zu verzeichnen. Die Nachfrage nahm im gleichen Zeitraum demgegenüber um knapp 3,3 % zu. Somit ergab sich für 2012 ein Defizit von ca. 7,5 t (-4,3 %) und für das Jahr 2013 ein Defizit von ca. 28 t (-15,5 %).

Nach THOMSON REUTERS (2014) lag das Defizit im Jahr 2013 bei rund 23,5 t Platin. WPIC (2015) gibt ein Defizit von rund 21 t Pt für 2013 an.

Hauptursache für den Rückgang auf der Angebotsseite sind Produktionsausfälle in der Republik Südafrika aufgrund von Streiks und Bergwerkschließungen. Nach JOHNSON MATTHEY (2014b) ist auch die Produktion der Russischen Föderation rückläufig. Dieses zunehmende Defizit spiegelt sich jedoch aktuell noch nicht in den realen Platinpreisen wider. Seit dem Höchststand vom April 2011 mit rund 1.946 US\$/oz sank der Preis auf 1.212 US\$/oz im Dezember 2014 (-37,7 %).

Für das Jahr 2014 geht JOHNSON MATTHEY (2014b) von einem Platinnettoangebot von etwa 159 t und einer Platinnettonachfrage von ca. 194 t aus. Dies entspricht einem prognostizierten Defizit von rund 35 t (-22,2 %) und würde ein bis dato nicht

dagewesenes Angebotsdefizit am Platinmarkt darstellen.

Laut WPIC (2015) lag das Defizit im Jahr 2014 bei etwa 21,8 t Platin. Die Prognose für das Jahr 2015 geht von einem deutlich geringeren Platindefizit von nur 7,3 t aus.

Palladium

Für Palladium zeichnet sich im Vergleich zu Platin ein etwas anderes Bild in Bezug auf die Marktdeckung ab. Dies liegt zum einen darin begründet, dass es neben der Republik Südafrika andere Länder mit einer bedeutenden Palladiumförderung gibt, z. B. die Russische Föderation, zum anderen an den im Vergleich zu Platin etwas anders gelagerten Nachfragesegmenten.

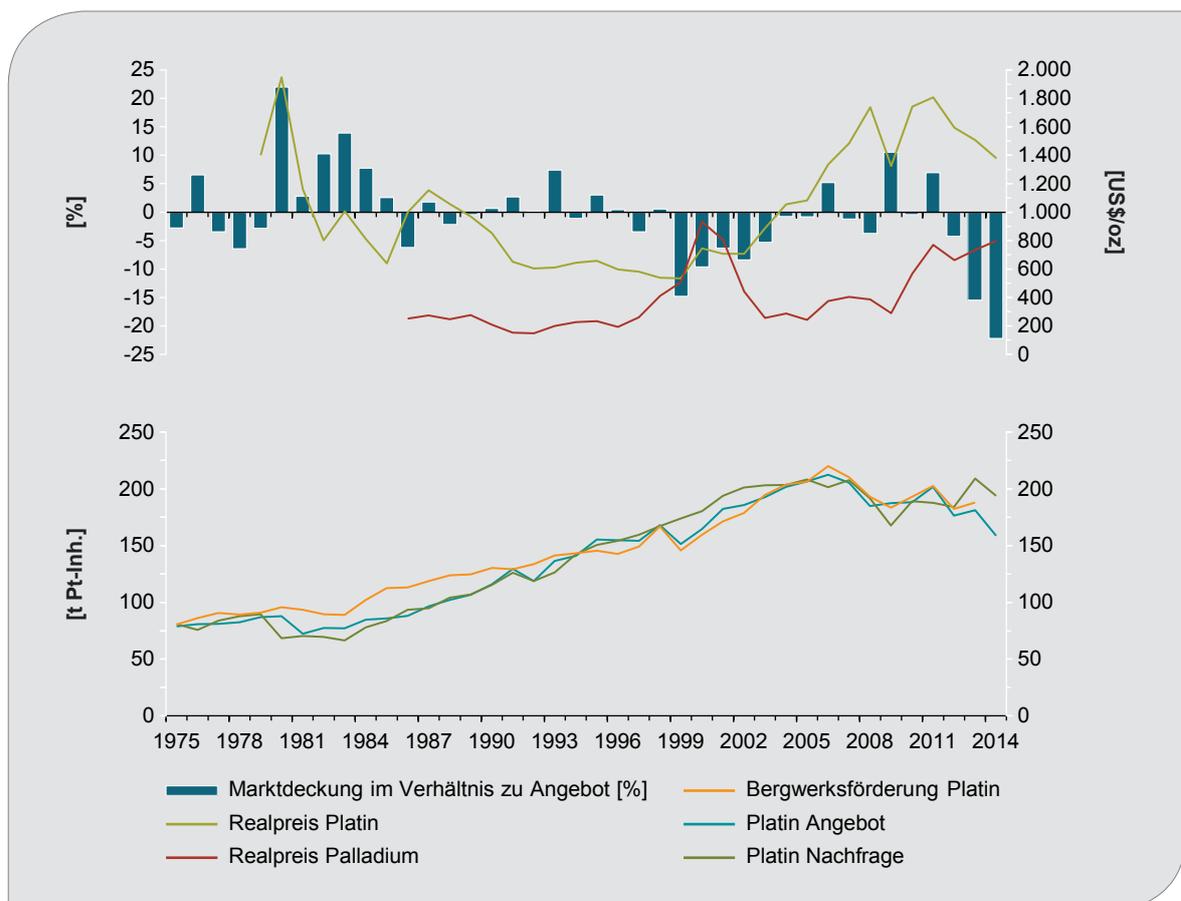


Abb. 31: Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Platin: Entwicklung von Bergwerksförderung, Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1975 bis 2014 (ohne Sekundäranteile) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

Es folgte zwischen 1997 und 2000 ein Zeitabschnitt, der durch Angebotsdefizite und entsprechend stark steigende Preise geprägt war. Lag das Defizit im Jahr 1997 bei rund 5,2 t Palladium (Marktdeckung: -2,4 %) so nahm es bis auf 36 t (Marktdeckung: -14,9 %) im Jahr 2000 zu. Der Realpreis für Palladium stieg entsprechend von durchschnittlich 193 US\$/oz im Jahr 1996 um rund 380 % auf durchschnittlich 932 US\$/oz im Jahr 2000.

Daten zu Angebot und Nachfrage zu Palladium liegen basierend auf Daten von JOHNSON MATTHEY (2014b) ab dem Jahr 1980 vor. Preisdaten sind ab dem Jahr 1986 verfügbar. Der Verlauf der historischen Marktdeckung (Abb. 32) zeigt, dass es zwischen 1980 und 1996 Angebotsüberschüsse gab. Ausnahmen bilden lediglich die Jahre 1983 und 1989, die durch geringe Angebotsdefizite von ca. 4,9 t (Marktdeckung: -6,3 %) bzw.

1 t Palladium (Marktdeckung: -1,1 %) gekennzeichnet waren. Im Jahr 1996 betrug der Angebotsüberschuss 57 t (Marktdeckung: 23,4 %) bei einem durchschnittliche Realpreis von etwa 193 US\$/oz.

Zwischen 2001 und 2009 folgte eine Periode mit hohen Angebotsüberschüssen aufgrund einer geringeren Nachfrage, vor allem aus den Bereichen Autoabgaskatalysatoren und Elektrotechnik. Im Jahr 2004 lag der Überschuss bei knapp 63 (Marktdeckung: +23,5 %). Als Folge sank der Preis in diesem Zeitraum von seinem Höchststand mit 1.403 US\$/oz im Januar 2001 um 86 % auf etwa 198 US\$/oz im Dezember 2008.

Eine erneut starke Nachfrage aus dem Automobilsektor führte im Jahr 2010 zu einem Angebotsdefizit von rund 16,5 t Palladium (Marktdeckung: -7,2 %). Dies spiegelt sich in erneut

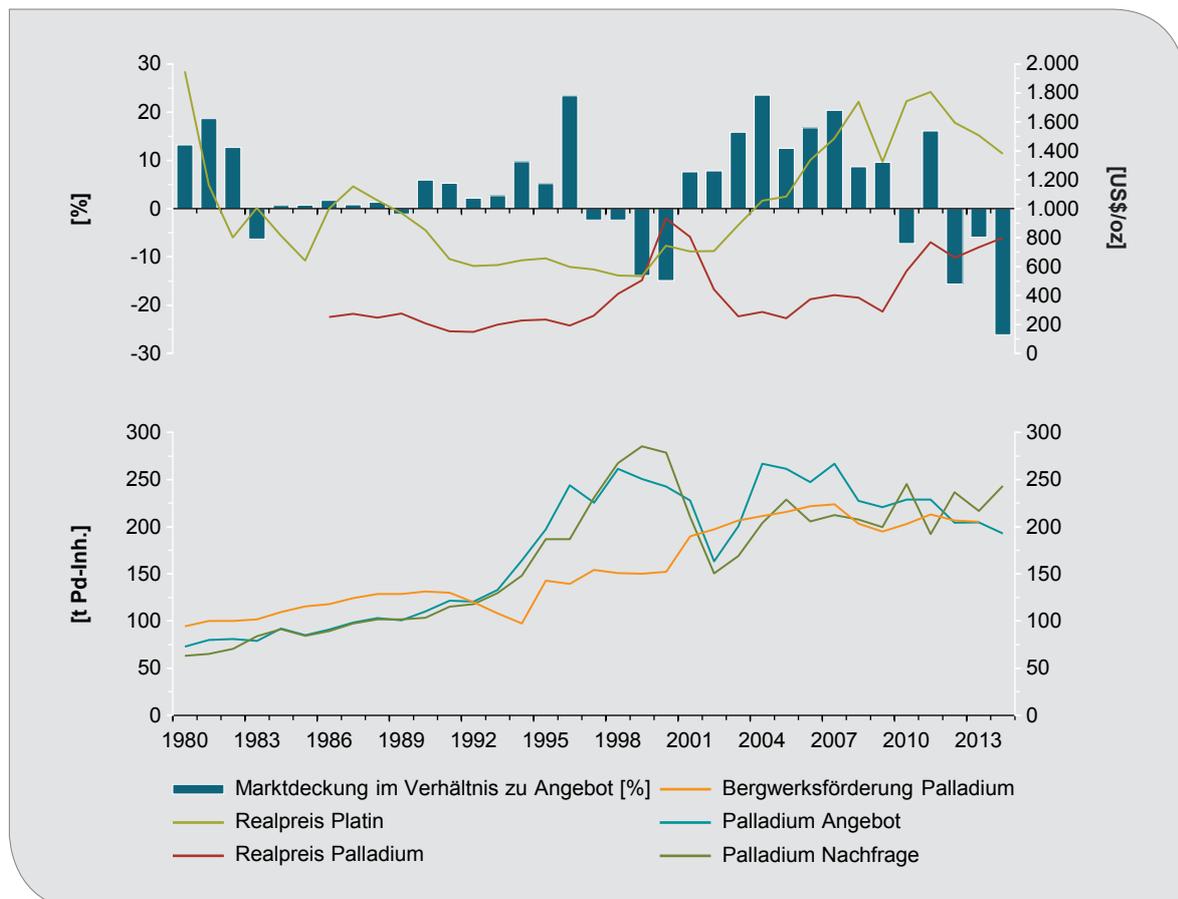


Abb. 32: Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Palladium: Entwicklung von Bergwerksförderung, Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1980 bis 2014 (ohne Sekundäranteile) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

stark steigenden Preisen (Jahresdurchschnitt 2010 = 569 US\$/oz) wider.

Bereits im Folgejahr (2011) war nach JOHNSON MATTHEY (2014) ein erneuter Überschuss von etwa knapp 37 t (+16,1 %) zu verzeichnen. Hauptursache hierfür waren der massive Nachfragerückgang sowie Verkäufe aus dem Bereich Investment (ETFs), forciert durch stark gestiegene Preise (Jahresdurchschnitt 2011 = 770 US\$/oz).

Analog zu Platin zeichnet sich für Palladium ein zunehmendes Angebotsdefizit am Markt ab. Dieses betrug 2012 rund 32 t (Marktdeckung: -15,6 %) aufgrund eines geringeren Angebotes bei gleichzeitiger Zunahme der Nachfrage aus dem Automobilsektor. Für 2013 wurde von JOHNSON MATTHEY (2014b) ein Defizit von etwa 12 t (Marktdeckung: -5,9 %) prognostiziert. Laut THOMSON REUTERS (2014) lag das Defizit im Jahr 2013 bei rund 30,5 t. Das für 2014 prognostizierte Angebotsdefizit liegt bei rund 50 t (Marktdeckung: -26 %). Einem Angebot von etwa 192 t Palladium steht hier eine Nachfrage von ca. 242 t gegenüber (JOHNSON MATTHEY 2014b). Dies stellt wie bei Platin ein bis dato nicht da gewesenes Angebotsdefizit am Palladiummarkt dar.

Im Dezember 2014 lag der Palladiumpreis mit 805 US\$/oz etwa 43 % unter dem Höchststand von 1.403 US\$/oz im Januar 2001. Das für 2014 prognostizierte Defizit spiegelte sich jedoch noch nicht in den Preisen, obgleich diese für Palladium im Vergleich zu Platin deutlich gestiegen sind.

Rhodium

Daten zu Angebot und Nachfrage von Rhodium liegen basierend auf Daten nach JOHNSON MATTHEY (2014a & b) ab dem Jahr 1985 vor. Preisdaten zu Rhodium stehen ab dem Jahr 2000 zur Verfügung.

Der Verlauf der historischen Marktdeckung (Abb. 33) zeigt, dass es zwischen 1985 und 2003 Angebotsüberschüsse gab. Ausnahmen bilden lediglich die Jahre 1985, 1990, 1995 und 2000, welche durch geringe Defizite gekennzeichnet waren. Die höchsten Überschüsse waren in den Jahren 1997 und 2003 mit rund 6,8 t (Marktdeckung: 6,8 %) bzw. ca. 3,2 t (Marktdeckung: 3,2 %) zu verzeichnen. Zwischen 2000 und 2003 sank der Realpreis von Rhodium entsprechend von

durchschnittlich 2.648 US\$/oz um rund 75 % auf durchschnittlich 678 US\$/oz. Die Folgejahre 2004 bis 2007 sind jeweils von einem Angebotsdefizit geprägt. Dieses lag 2005 bei etwa 2,3 t (Marktdeckung: -2,3 %). Der Preis für Rhodium stieg auf durchschnittlich 7.041 US\$/oz im Jahr 2007.

Obwohl der Markt im Folgejahr mit knapp 0,8 t Rhodium im Überschuss war, stieg der Preis bis auf das absolute Allzeithoch von 10.600 US\$/oz im Mai 2008. Dies markiert eine Steigerung von etwa 1.530 % gegenüber dem Rhodiumpreis vom September 2003 (645 US\$/oz). Die Preisentwicklung zwischen 2003 und 2008 wurde durch eine starke Nachfrage aus dem nordamerikanischen Autosektor sowie durch Spekulationen ausgelöst.

Aufgrund der Finanzmarktkrise brach, analog zu Platin und Palladium, die Nachfrage nach Rhodium ein. War das Jahr 2008 von einem geringen Angebotsüberschuss von etwa 0,8 t (Marktdeckung: 3,6 %) geprägt, so stieg dieses im Folgejahr 2009 auf über 7,5 t (Marktdeckung: 31 %) an. Gleichzeitig fiel der Rhodiumpreis innerhalb von sieben Monaten auf etwa 1.268 US\$/oz (Januar 2009). Es folgen die Jahre 2010 und 2011 mit hohen Angebotsüberschüssen von 2,7 t (Marktdeckung: 12 %) bzw. 4,2 t (Marktdeckung: 17,5 %). Aufgrund zunehmender Nachfrage seit dem Jahr 2011 ist der Rhodiummarkt zunehmend von Angebotsdefiziten geprägt. War er im Jahr 2012 noch weitgehend ausgeglichen (Marktdeckung 2,6 %), so ist für 2013 ein Defizit von ca. 1,1 t (Marktdeckung: -4,9 %) zu verzeichnen. Seit 2010 ist der Preis um 60 % auf durchschnittlich 1.061 US\$/oz im Jahr 2013 gesunken.

Für das Jahr 2014 wird von JOHNSON MATTHEY (2014b) ein Angebotsdefizit von knapp 2,7 t (Marktdeckung: -13,6 %) prognostiziert. Einem Angebot von etwa 21,1 t Rhodium steht eine Nachfrage von ca. 23 t Rhodium gegenüber. Dies markiert ein Rekorddefizit am Rhodiummarkt. Der Realpreis von Rhodium lag im Dezember 2014 bei rund 1.180 US\$/oz.

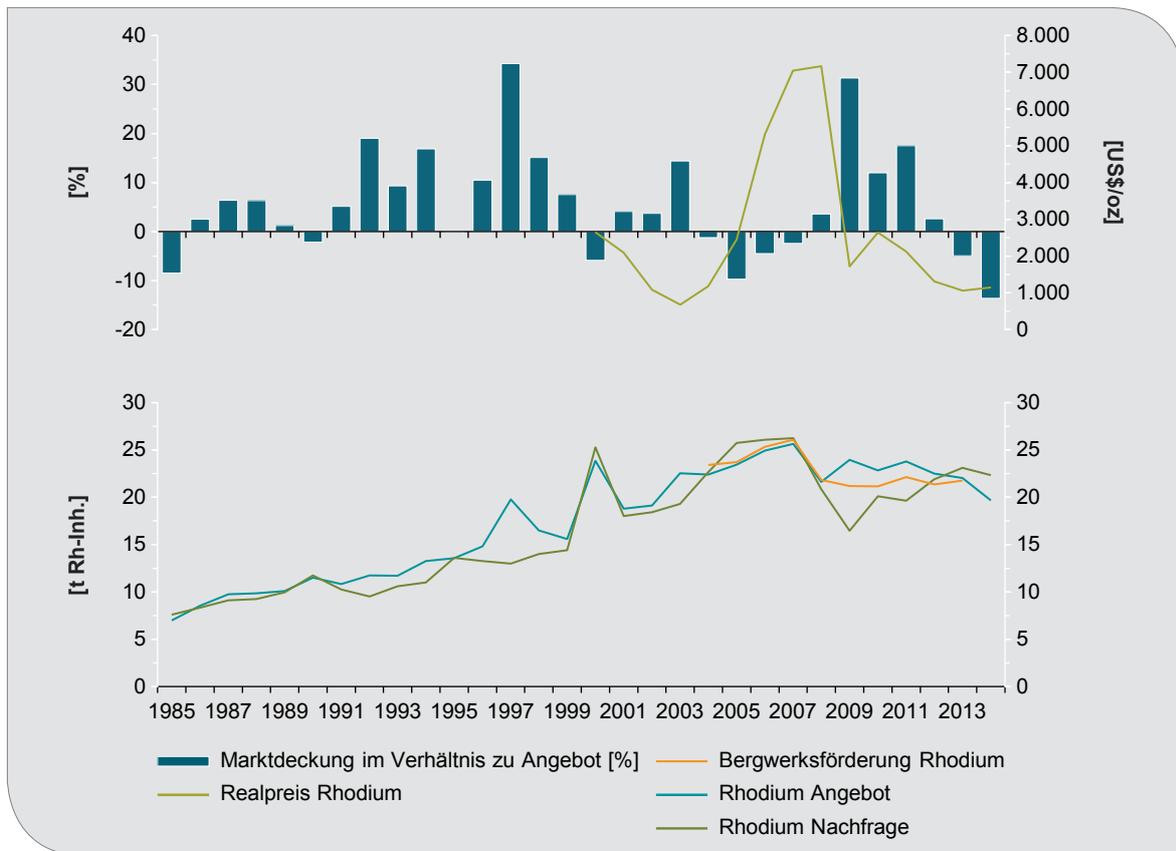


Abb. 33: Angebot und Nachfrage, Marktdeckung für Rhodium: Entwicklung von Bergwerksförderung, Angebot („Supply“, def. nach Johnson Matthey als „sales by the mines“) und Nachfrage von 1985 bis 2014 (ohne Sekundäranteile) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, JOHNSON MATTHEY 2014b).

2.3.10 Globaler Handel (Nettoexporte) Platin, Palladium und Rhodium

Daten zum globalen Handel der Platingruppenmetalle Platin, Palladium und Rhodium liegen für die in Tabelle 16 aufgeführten Spezifikationen vor. Die Metalle Iridium, Osmium und Ruthenium werden im weltweiten Handel aufgrund der geringen Mengen in einer Warengruppe zusammengefasst. Eine Einzelbetrachtung ist für diese Metalle nicht möglich.

Bezugsjahr für die Betrachtung des globalen Handels ist das Jahr 2013. Für das Jahr 2014 liegen aktuell (Stand 03/2015) Daten bis einschließlich Oktober vor. Die hier angegebenen Daten beziehen sich primär auf die positiven Nettoexporte der jeweiligen HS-Warengruppen, da der Fokus dieser Studie auf der Angebotsseite liegt (siehe Glossar im Anhang).

2.3.10.1 Platin

Nettoexport von Waren der HS-Position 7110.11

Im Jahr 2013 wurden weltweit 502 t Platin in Rohform oder als Pulver exportiert. Die weltweiten Importe betragen 311 t. Die Summe der Nettoexporte lag bei etwa 361 t (Abb. 34). Die Nettoexporte der ersten drei Quartale 2014 lagen bei rund 204 t.

Größter Nettoexporteur von Platin in Rohform war im Jahr 2013 die Republik Südafrika mit etwa 159 t (Weltanteil 44 %). Die angegebenen 159 t entsprechen der weltweit aus Südafrika eingeführten Menge („reverse trade“). Die offiziellen Daten des SOUTH AFRICAN REVENUE SERVICE (2014) weichen mit nur rund 54 t deutlich davon ab. Die Datenbanken des Global Trade Information Services geben die offiziellen

Tab. 16: Warengruppen nach dem Harmonized System (HS) der WZO (WCO 2014) für Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Ruthenium (Datenquelle: GTI 2015).

PGM	Handelsname	HS ¹⁾ -code
Platin	Platin in Rohform oder als Pulver	7110.11
	Abfälle und Schrott von Platin (einschl. Platinplattierungen und andere Abfälle und Schrott, die Platin oder Platinverbindungen enthalten)	7112.92
	Katalysatoren in Form von Geweben oder Gittern aus Platin	7115.10
Palladium	Palladium in Rohform oder als Pulver	7110.21
Rhodium	Rhodium in Rohform oder als Pulver	7110.31
Iridium, Osmium, Ruthenium	Iridium, Osmium, Ruthenium in Rohform oder als Pulver	7110.41

¹⁾ HS = Harmonized System der Weltzollorganisation (WCO).

Exporte des Landes mit 69 t an (GTI 2015). Die Bergwerksförderung des Landes lag 2013 bei etwa 137,6 t Platin.

Die wichtigsten aus der Republik Südafrika importierenden Länder waren China (43 t, Weltanteil 27 %), Japan (39 t, 24,5 %), Hongkong (20 t, 12,6 %), Schweiz (19 t, 12 %), USA (15 t, 9,4 %) und Deutschland (10 t, 6,3 %).

Betrachtet man die Importe Chinas, so ist hier ein Anstieg von 1 t auf über 69 t zwischen dem Jahr 2000 und 2013 zu verzeichnen. Trotz boomendem Automarkt wird die Hauptnachfrage nach Platin in China jedoch nach wie vor durch den Schmucksektor getrieben (Anteil 2013: 78 %) (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Zweitgrößter Nettoexporteur von Platin in Rohform war die Republik Korea (ca. 76 t, 21 %), gefolgt

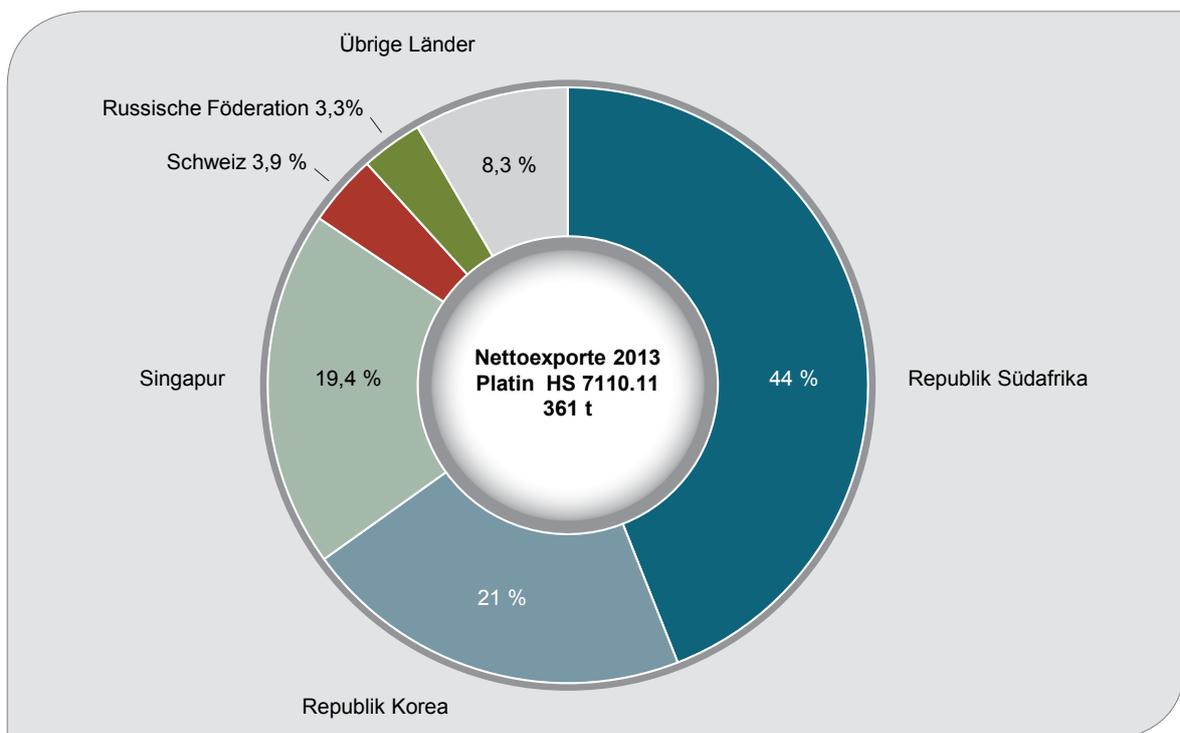


Abb. 34: Nettoexporte von Platin in Rohform oder als Pulver 2013 (Datenquelle: GTI 2015).

von Singapur (ca. 70 t, 19,4 %), der Schweiz (14 t, 3,9 %), der Russischen Föderation (12 t, 3,3 %) und Belgien (9 t, 6,2 %). Der Nettoexport der Russischen Föderation wurde ebenfalls aus weltweiten Importen abgeleitet, da die Exporte von Edelmetallen aus Datenschutzgründen weitgehend nicht veröffentlicht werden (GTI 2015).

Weitere exportierende Länder mit Mengen < 10 t waren z. B. Großbritannien (ca. 7 t, 1,9 %), Italien (ca. 4 t, 1,1 %), Norwegen (3 t, 0,8 %), Finnland (ca. 2 t, 0,6 %) und Kolumbien (ca. 2 t, 0,6 %). Deutschland ist kein Nettoexporteur, sondern sechstgrößter Nettoimporteur dieser Warengruppe (28,7 t, Weltanteil: 9,2 %).

Bis auf die Republik Südafrika, die Russische Föderation, Finnland und Kolumbien sind die genannten Exportländer keine Primärproduzenten von Platin. Die Nettoexporte Belgiens stammen zum Teil aus dem Sekundärsektor (Recycling). In der Republik Korea gibt es mehrere Unternehmen, die in der Produktion von Katalysatoren auf Basis von Platin und Palladium tätig sind (z. B. Umicore AG & Co. KG, Cataler Co., BASF SE, Johnson Matthey plc) (IPA 2015).

Singapur ist aufgrund seiner günstigen Lage und Wirtschaftsstruktur ein großes Handelszentrum für den asiatischen Wirtschaftsraum. Dies betrifft besonders Edelmetalle wie u. a. Gold. Auch die Schweiz handelt große Mengen Platin. Hintergrund hierfür sind mehrere mit physischem Platin bei Schweizer Banken hinterlegte ETFs. In der Schweiz werden aber auch Katalysatoren für die chemische Industrie hergestellt (IPA 2015).

Nettoexport von Waren der HS-Position 7115.10

Im Jahr 2013 wurden weltweit 1.190 t Platinkatalysatoren in Form von Geweben und Gittern exportiert. Die weltweiten Importe betragen 781 t. Die Summe der Nettoexporte (NX > 0) lag bei ca. 623 t (Abb. 35).

Der größte Nettoexporteur war Belgien mit rund 201 t (Weltanteil 32,3 %), gefolgt von Großbritannien (ca. 176 t, 28,3 %), Bulgarien (ca. 61 t, 9,8 %), Tschechien (ca. 48 t, 7,7 %) und Polen (ca. 45 t, 7,2 %). Weitere exportierende Länder mit Mengen < 15 t waren z. B. Italien

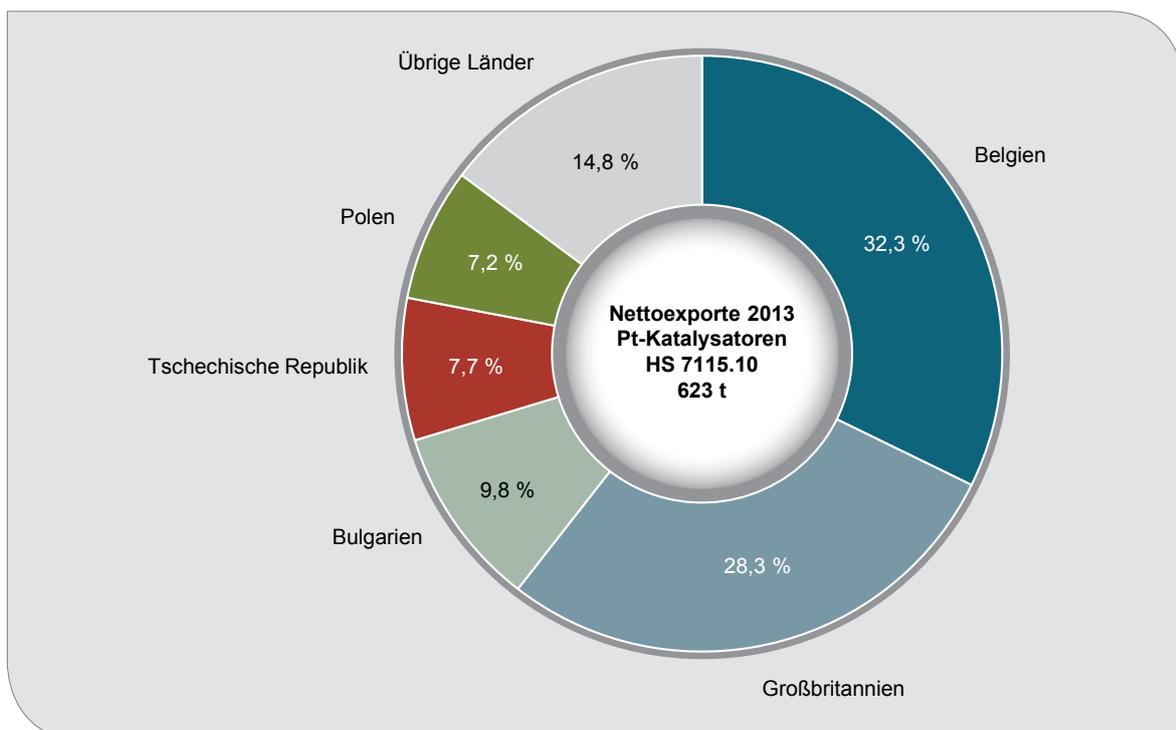


Abb. 35: Nettoexporte von Platinkatalysatoren in Form von Geweben und Gittern 2013 (Datenquelle: GTI 2015).

(13 t, 2,1 %), Indonesien (10 t, 1,6 %), Deutschland (ca. 7 t, 1,1 %) und Australien (ca. 6 t, 1 %).

Die Exporte Belgiens wurden laut GTI (2015) im Jahr 2013 fast ausschließlich nach Großbritannien geliefert. Die Exporte Großbritanniens gingen zu 67 % nach Frankreich. Etwa 25 % wurden jedoch wieder nach Belgien exportiert.

Nettoexport von Waren der HS-Position 7112.92

Die weltweiten Exporte von Abfällen und Schrotten aus Platin betragen 2013 etwa 16.872 t, die weltweiten Importe demgegenüber 27.101 t. Die Summe der Nettoexporte (NX > 0) lag bei ca. 5.426 t (Abb. 36).

Größter Nettoexporteur war Brasilien mit etwa 1.723 t (Weltanteil 31,8 %). Die Exporte gingen zu knapp 77 % (1.321 t) in die USA. Weitere 16 % (281 t) wurden nach Schweden exportiert. Kleinere Mengen wurden zudem nach Belgien (60 t, 3,5 %) und Kanada (59 t, 3,4 %) geliefert. Zweitgrößter Nettoexporteur war Kanada (ca. 882 t, 16,3 %), gefolgt von Mexiko (ca. 426 t, 7,9 %),

Polen (ca. 392 t, 7,2 %), Australien (289 t, 5,3 %) und der Republik Südafrika (226 t, 4,2 %). Weitere exportierende Länder waren u. a. China (ca. 225 t, 4,2 %), Taiwan (ca. 210 t, 3,9 %), Chile (141 t, 2,6 %) und Frankreich (ca. 110 t, 2 %). Deutschland war im Jahr 2013 kein Nettoexporteur, sondern viertgrößter Nettoimporteur (1.004 t, 6,4 %) dieser Warengruppe.

2.3.10.2 Palladium

Für Palladium liegen nur Handelsdaten zur Spezifikation „Palladium in Rohform oder Pulver“ vor (Tab. 16).

Nettoexport von Waren der HS-Position 7110.21

Im Jahr 2013 wurden weltweit 378 t Palladium exportiert. Die weltweiten Importe betragen demgegenüber 306 t (GTI 2015). Die Summe der Nettoexporte (NX > 0) betrug ca. 224 t Palladium (Abb. 37). Für den Zeitraum Januar bis Oktober 2014 ergeben sich errechnete Nettoexporte von rund 163 t.

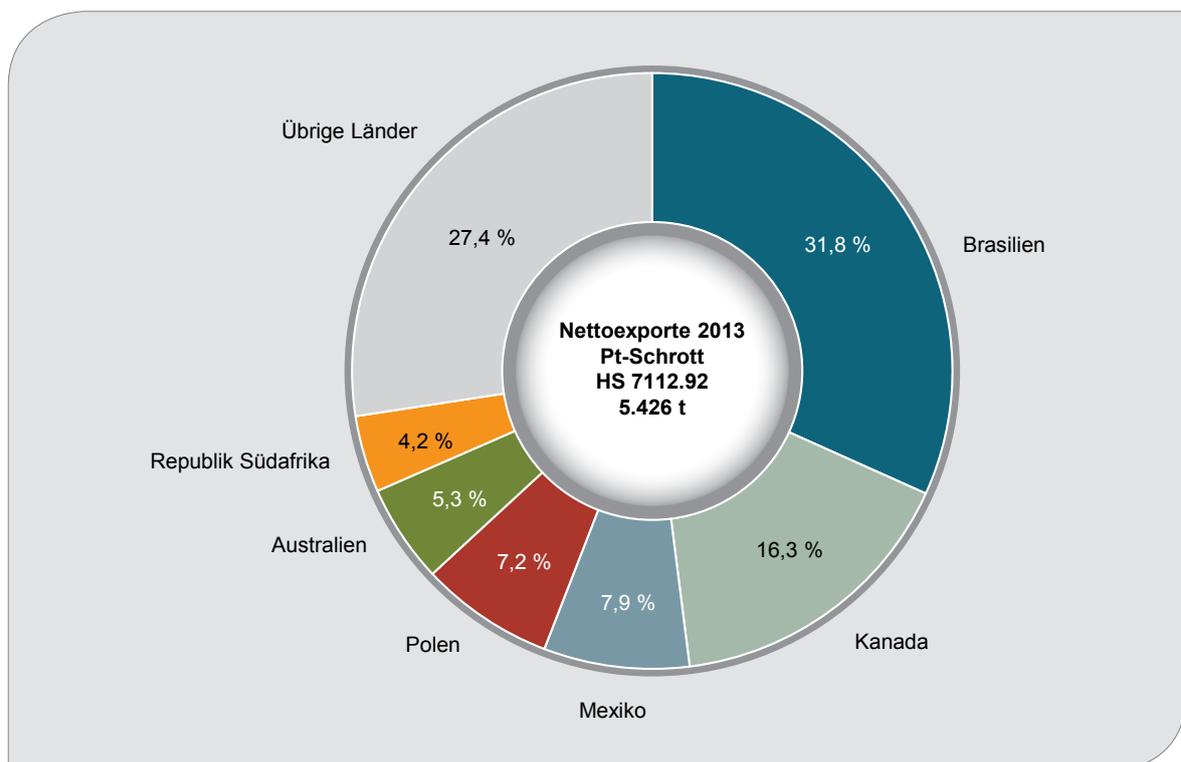


Abb. 36: Nettoexporte von Abfällen und Schrott aus Platin 2013 (Datenquelle: GTI 2015).

Der größte Nettoexporteur war die Russische Föderation mit insgesamt 78 t (Weltanteil 34,8 %). Die positiven Nettoexporte des Landes wurden, analog zu Platin, implizit aus weltweiten Importen („reverse trade“) abgeleitet. Offizielle Exportstatistiken der Russischen Föderation sind für Palladium ebenfalls nicht verfügbar. Die Bergwerksförderung des Landes lag im Jahr 2013 bei rund 82 t Palladium (Kap. 2.3.2). Die für das Land ermittelten Exporte wurden zu etwa 28 % von Japan eingeführt. Es folgen die USA mit knapp 21 %, die Schweiz mit knapp 18 % und Hongkong mit ca. 12 %. Deutschland importierte 2013 etwa 9 t (7,7 %) Palladium aus der Russischen Föderation. Weiterhin bezogen Länder wie Brasilien, China und Großbritannien russisches Palladium.

An zweiter Stelle der größten Nettoexporteure folgt die Republik Südafrika mit etwa 74 t (Weltanteil 33,5 %). Diese Exporte wurden ebenfalls implizit aus den weltweiten Importen („reverse trade“) abgeleitet. Die offiziellen Exportzahlen der Republik Südafrika betragen 2013 lediglich 42 t (SOUTH AFRICAN REVENUE SERVICE 2013). Die Bergwerksförderung des Landes lag 2013 bei etwa 73,5 t Palladium.

Die ermittelten Exporte der Republik Südafrika wurden zu knapp 38 % von Japan eingeführt. Die übrigen 62 % verteilten sich auf die USA (ca. 28 %), die Republik Korea (ca. 12 %), Großbritannien (ca. 11 %) und Deutschland (ca. 7 %). Kleinere Mengen wurden von China, Brasilien und Italien importiert.

Weitere Nettoexporteure im Jahr 2013 waren u. a. Großbritannien (ca. 22 t, 9,8 %), die Schweiz (ca. 21 t, 9,4 %) und Italien (ca. 10 t, 4,5 %). Kleinere Mengen wurden von Belgien (ca. 8 t, 3,6 %), Norwegen (ca. 7 t, 3,1 %), Kanada (ca. 2 t, 0,9 %) und Finnland (ca. 1 t, 0,5 %) exportiert.

Bis auf die Russische Föderation, die Republik Südafrika, Kanada und Finnland sind die genannten Nettoexporteure keine Primärproduzenten von Palladium.

Deutschland war im Jahr 2013 kein Nettoexporteur, sondern mit etwa 37,3 t (Weltanteil 11,9 %) drittgrößter Nettoimporteur dieser Warengruppe. Hintergrund hierfür ist die in Deutschland angesiedelte Automobilbranche bzw. die Produktion von Katalysatoren (z. B. BASF, Umicore, Catalar, Johnson Matthey) (IPA 2015).

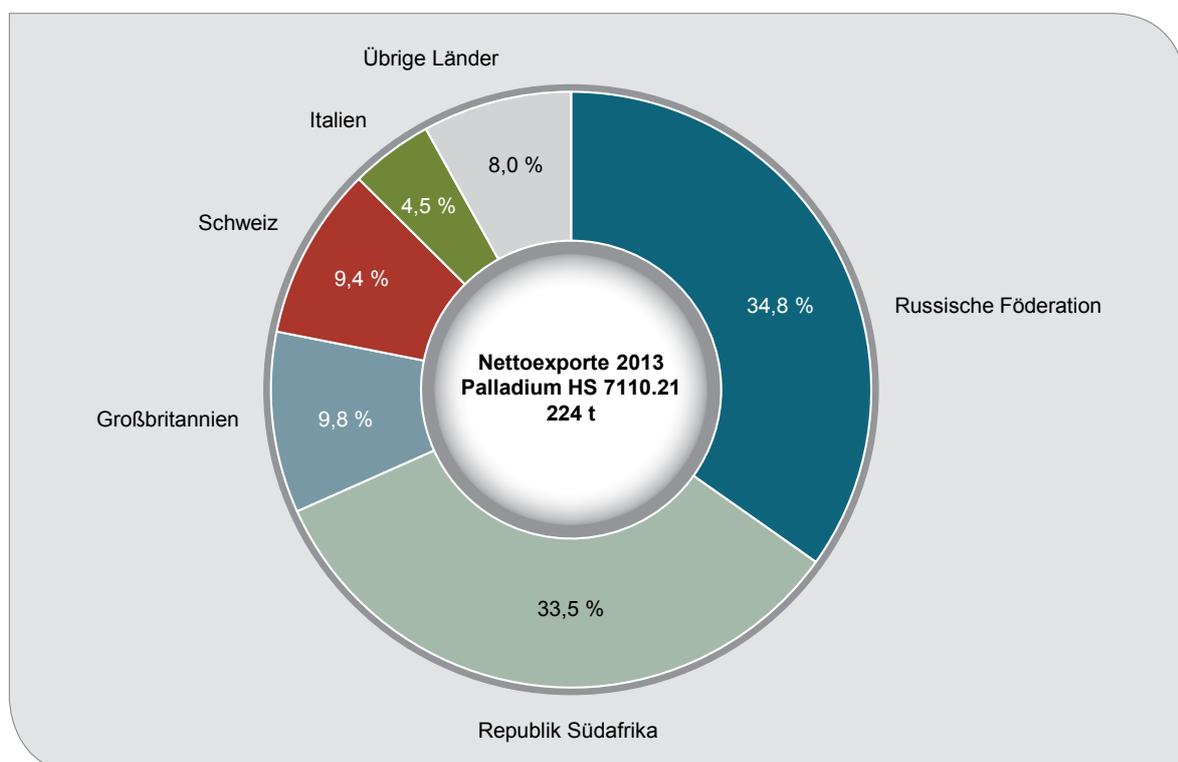


Abb. 37: Nettoexporte von Palladium 2013 nach Ländern (Datenquelle: GTI 2015).

2.3.10.3 Rhodium

Für Rhodium liegen analog zu Palladium nur Handelsdaten zur Spezifikation „Rhodium in Rohform oder Pulver“ vor (Tab. 16).

Nettoexport von Waren der HS-Position 7110.31

Die weltweiten Exporte von Rhodium in Rohform betragen 2013 etwa 42 t. Die weltweiten Importe lagen laut Datenbank bei 34 t. Im Jahr 2013 ergab die Summe der Nettoexporte (NX > 0) ca. 30 t (Abb. 38). Für den Zeitraum Januar bis Oktober 2014 (Q1 – Q3) ergeben sich errechnete Nettoexporte von rund 12 t Rhodium.

Der größte Nettoexporteur war, analog zu Platin, die Republik Südafrika mit etwa 18 t (Weltanteil 60 %). Diese Exporte wurden vergleichbar zu Platin und Palladium implizit aus den weltweiten Importen („reverse trade“) abgeleitet. Die offiziellen Exportzahlen der Republik Südafrika betragen 2013 lediglich 10 t (SOUTH AFRICAN REVENUE SERVICE 2013). Die Bergwerksförderung der Republik Südafrika lag 2013 bei etwa 17,3 t Rhodium. Die ermittelten Exporte der Republik Südafrika wurden zu knapp 40 % von den USA eingeführt.

Die übrigen 60 % verteilen sich auf Japan, Großbritannien, China und Deutschland (5,5 %). In diesen Ländern werden von unterschiedlichen Unternehmen (z. B. BASF, Umicore, Catalar, Johnson Matthey) Autoabgaskatalysatoren hergestellt.

An zweiter Stelle der größten Nettoexporteure folgt mit großem Abstand Großbritannien mit ca. 4 t (Weltanteil 13,3 %). Da Großbritannien nicht über eine Primärförderung verfügt, handelt es sich hierbei wahrscheinlich um Rhodium aus dem Recycling oder Importen früherer Jahre.

Weitere Nettoexporteure von Rhodium waren 2013 die Russische Föderation (3 t, 10 %), Belgien (ca. 2 t, 6,7 %) und Italien (ca. 2 t, 6,7 %). Bis auf die Republik Südafrika und die Russische Föderation findet in keinem der genannten Länder eine Primärförderung statt. Die exportierten Mengen stammen somit entweder aus der Sekundärge- winnung, der Verarbeitung importierter Erze oder aus Importen.

Deutschland war im Jahr 2013 kein Nettoexporteur von Rhodium, sondern mit etwa 4 t (Weltanteil 11,4 %) viertgrößter Nettoimporteur dieser Warengruppe.

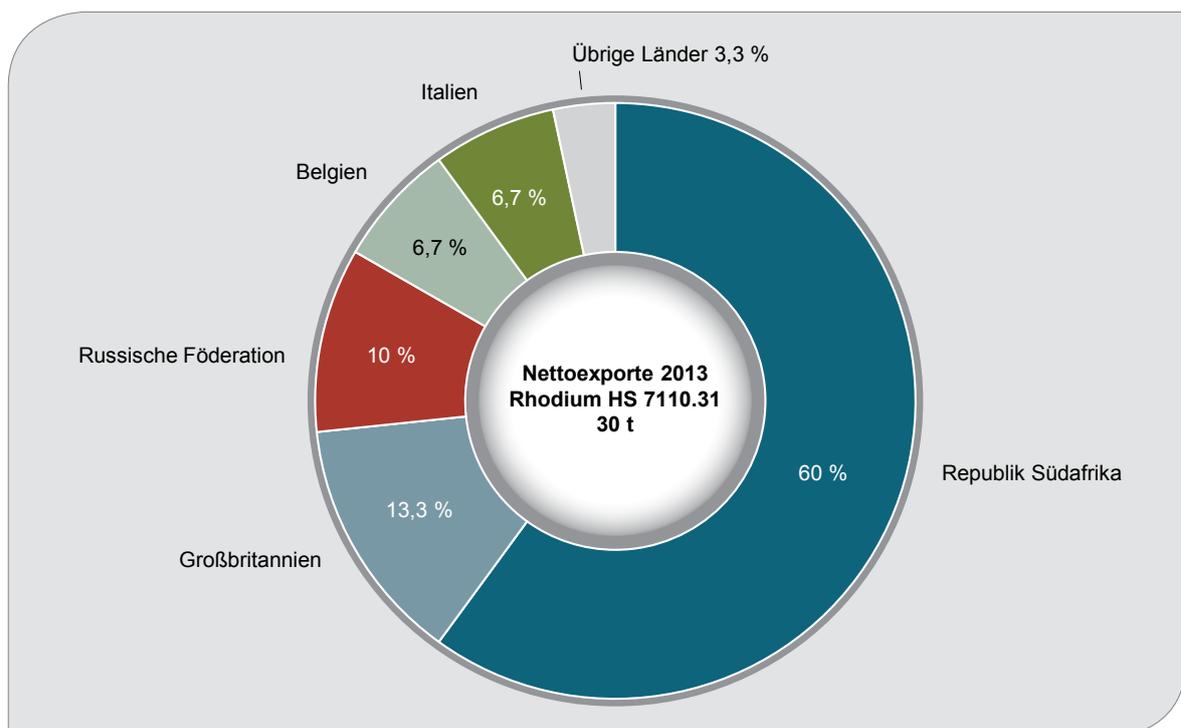


Abb. 38: Nettoexporte von Rhodium 2013 nach Ländern (Datenquelle: GTI 2015).

2.3.10.4 Iridium, Osmium und Ruthenium

Der globale Handel dieser drei Platingruppenmetalle kann aufgrund unzureichender Daten nur zusammengefasst für die Warengruppen „Iridium, Osmium, Ruthenium in Rohform oder Pulver“ angegeben werden (Tab. 16).

Nettoexport von Waren der HS-Position 7110.41

Die weltweiten Exporte betragen 2013 zusammen etwa 81 t. Die weltweiten Importe lagen bei 98 t (GTI 2015). Die Summe der Nettoexporte (NX > 0) betrug 2013 ca. 61 t (Abb. 39). Für den Zeitraum Januar bis Oktober 2014 (Q1 – Q3) ergeben sich errechnete Nettoexporte von rund 24 t.

Der größte Nettoexporteur dieser drei Metalle war, analog zu Platin, die Republik Südafrika mit etwa 45 t (Weltanteil 73,8 %). Diese Exporte wurden vergleichbar zu Platin und Palladium implizit aus weltweiten Importen („reverse trade“) abgeleitet. Offizielle Exportzahlen des Landes sind nicht bekannt. Die Bergwerksförderung des Landes lag im Jahr 2013 bei rund 17,6 t Rhodium.

Die ermittelten Exporte der Republik Südafrika wurden zu knapp 29 % von Japan eingeführt. Die übrigen 71 % verteilen sich auf die USA (27 %), China, die Republik Korea und Taiwan.

Zweitgrößter Nettoexporteur war mit etwa 8 t (Weltanteil: 13,1 %) Deutschland. Es folgt lediglich noch Großbritannien mit ebenfalls etwa 8 t (Weltanteil: 13,1 %). Von den Nettoexporteuren ist nur die Republik Südafrika Primärproduzent dieser Metalle.

Deutschland war im Jahr 2013 zweitgrößter Nettoexporteur dieser Metalle. Gleichzeitig importierte Deutschland etwa 11,4 t (Weltanteil 11,1 %) und war somit sechstgrößter Nettoimporteur dieser Warengruppe.

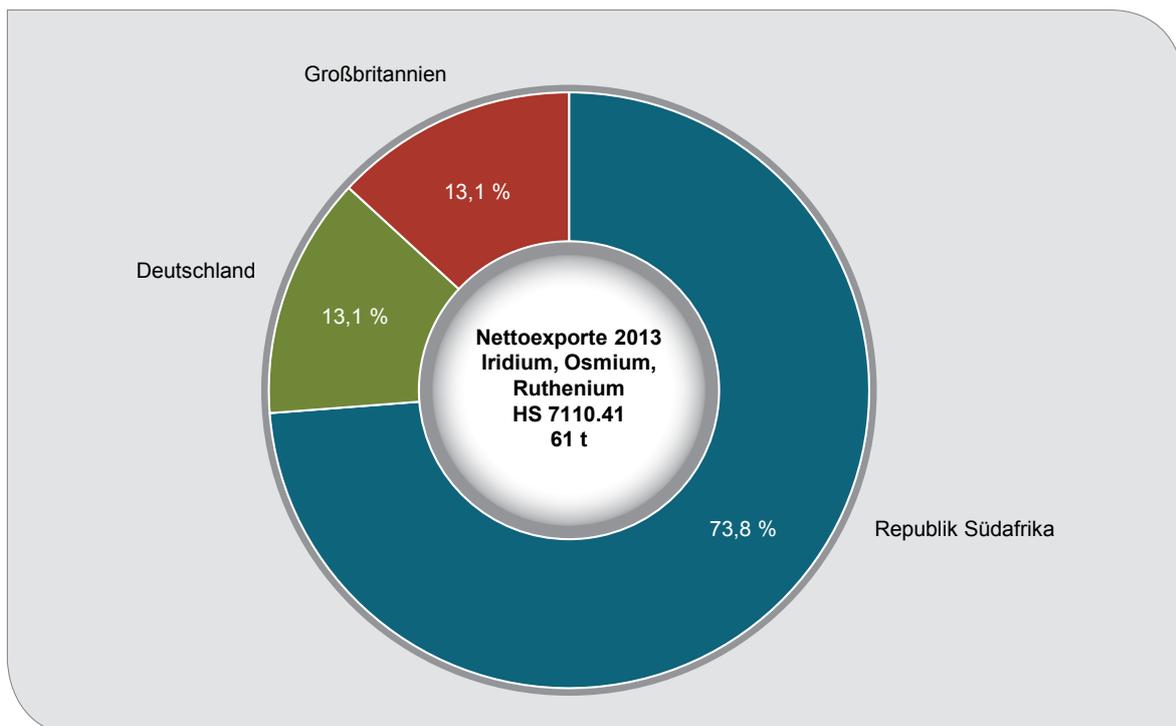


Abb. 39: Nettoexporte von Iridium, Osmium, Ruthenium nach Ländern (Datenquelle: GTI 2015).

2.4 Geopolitische Risiken und Marktmacht

2.4.1 Länderkonzentration und Länderrisiko

2.4.1.1 Bergwerksförderung

Länderkonzentration Platin

Seit Anfang der 1970er-Jahre hat sich die Republik Südafrika zum weltgrößten Förderungsland für Platin entwickelt. Lag der Anteil des Landes an der Weltbergwerksförderung bis Ende der 1960er-Jahre zwischen 30 % und 50 %, so stieg er ab 1973 deutlich an und liegt seit etwa 1990 bei über 70 % (zwischen 70 % und 83 %). Im Jahr 2013 lag der Anteil der Republik Südafrika an der Weltbergwerksförderung bei etwa 73,2 %, gefolgt von der Russischen Föderation (12,9 %), Simbabwe (6,2 %), Kanada (3,3 %) und den USA (2,0 %). Geringe Mengen wurden in Japan (aus

importierten Nickelerzen), Kolumbien, Finnland, Botswana, Australien, Kasachstan und Polen gefördert (Tab. 17 und Abb. 40).

Gegenüber 2003 haben vor allem die Republik Südafrika und die Russische Föderation Anteile an der Weltbergwerksförderung verloren. Hingegen konnte vor allem Simbabwe seine Anteile gegenüber 2003 deutlich ausbauen. Im Jahr 2013 verteilten sich auf die drei größten Bergbauländer rund 92 % der Weltbergwerksförderung; im Jahr 2003 waren es knapp 93 % (Tab. 17).

Mit einem Herfindahl-Hirschman-Index (HHI)¹⁾ von über 5.500 liegt die Länderkonzentration der Weltbergwerksförderung von Platin in einem bedenklichen Bereich. Der HHI der Weltbergwerksförderung stieg zwischen 1960 und 2013 von 3.356 auf 5.582 mit einem Maximum von über 7.000 im Jahr

¹⁾ Für die Ermittlung des Konzentrationsgrads wird der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) berechnet (s. Anhang). HHI-Werte zwischen 1.500 und 2.500 werden als mäßig risikoreich bewertet, Werte > 2.500 gelten als bedenklich. Diese Einteilung gilt auch für die Firmenkonzentration (U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE 2010).

Tab. 17: Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Platin 2003 und 2013 im Vergleich.

Land	2003				2013				
	Pt [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ¹⁾	GLR ²⁾	Pt [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ¹⁾	Länder-risiko WB ⁴⁾	GLR ²⁾
Republik Südafrika	148,4	76,2			137,6	73,2		0,23	
Russische Föderation	28,0	14,4			24,3	12,9		-0,71	
Simbabwe	4,3	2,2			11,6	6,2		-1,32	
Kanada	7,0	3,6			6,1	3,3		1,60	
USA	4,2	2,1			3,7	2,0		1,21	
Japan ³⁾	0,8	0,4			1,7	0,9		1,31	
Kolumbien	0,8	0,4			1,5	0,8		-0,31	
Finnland	0,5	0,2			0,9	0,5		1,85	
Botswana	0,5	0,3			0,2	0,1		0,66	
Übrige Länder ⁵⁾	0,3	0,1			0,2	0,1		-	
Summe⁶⁾	194,7	100	6.038	0,25	187,9	100	5.582		0,09

¹⁾ Herfindahl-Hirschman-Index. ²⁾ Gewichtetes Länderrisiko. ³⁾ Produktion aus importierten australischen Nickelerzen (USGS 2014). ⁴⁾ WB = Weltbank (WORLD BANK 2014). ⁵⁾ Enthält: Australien, Kasachstan, Polen. ⁶⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

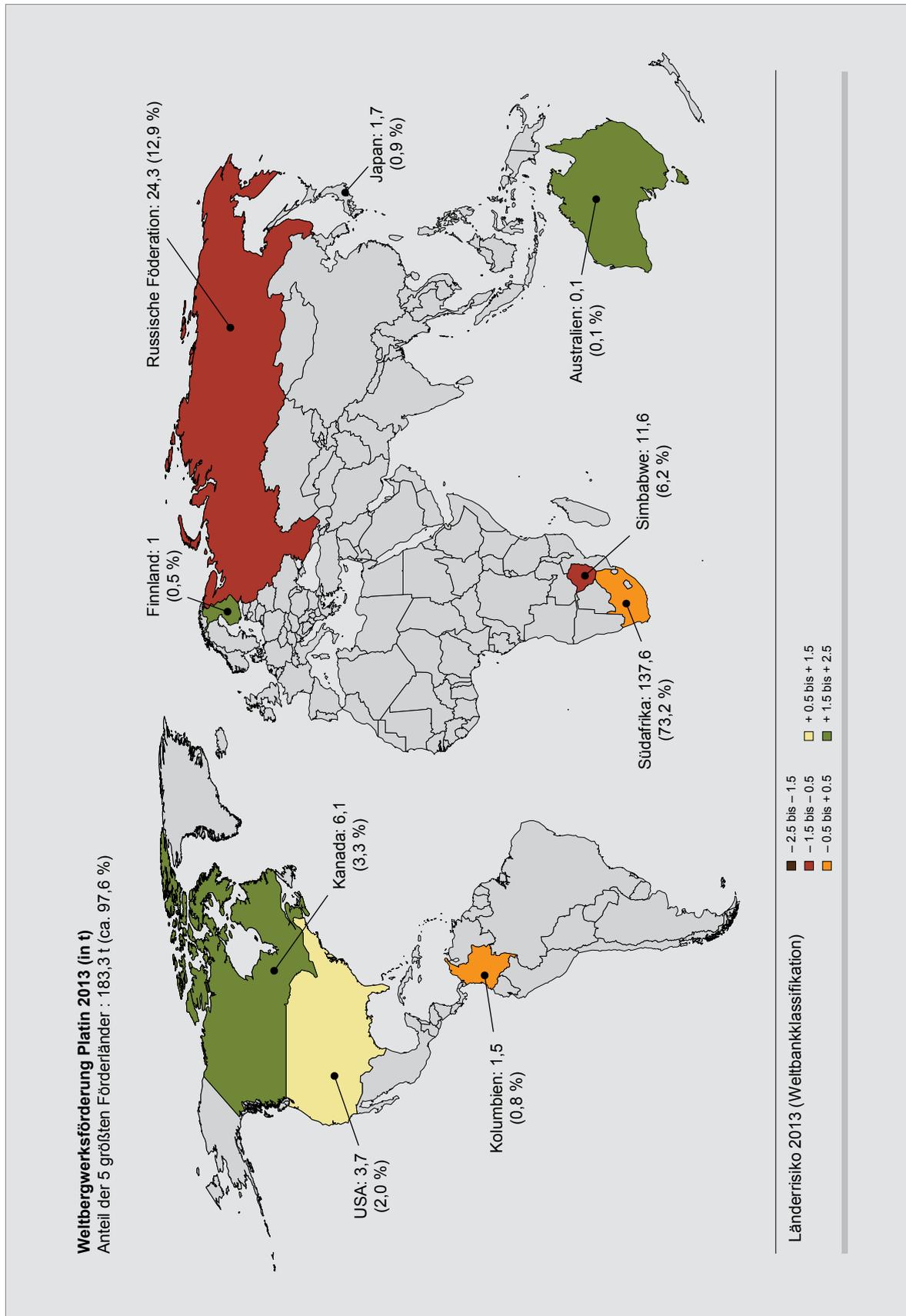


Abb. 40: Länder mit Förderung von Platin im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko) (Datenquelle: BGR 2014, WORLD BANK 2014).

1999 (Abb. 43). In diesem Jahr lag der Anteil der Republik Südafrika an der Weltbergwerksförderung bei ca. 83 %, da aus der Russischen Föderation aufgrund von Exportbeschränkungen weit weniger Platin als in den Jahren zuvor und danach geliefert wurde. Mittel- bis langfristig wird die Weltbergwerksförderung weiterhin von der Republik Südafrika dominiert werden. Neben Südafrikas Dominanz bei der primären Bergwerksförderung spielt auch die Weiterverarbeitung im Land eine große Rolle.

Gewichtetes Länderrisiko Platin

Das auf den sechs Worldwide Governance Indicators der Weltbank (WORLD BANK 2014) und der Bergwerksförderung basierende gewichtete Länderrisiko (GLR, s. Glossar) der Weltbergwerksförderung von Platin lag 2013 mit einem Wert von 0,09 im mäßig bedenklichen Bereich²⁾.

²⁾ Bezogen auf die Weltbank-Skala für das Länderrisiko (von –2,5 bis 2,5) sind Länder mit einem Länderrisiko zwischen 0,5 und –0,5 als mäßig risikoreich zu bewerten. Werte < –0,5 sind zunächst als bedenklich einzustufen. Diese Bewertungsskala gilt auch für das gewichtete Länderrisiko (GLR).

Für die Bewertung sind zum einen der hohe Anteil der Republik Südafrika an der Förderung und zum anderen die negative Länderbewertung der Russische Föderation und Simbabwe ausschlaggebend. Die Republik Südafrika gilt mit einer Risikobewertung von 0,23 als mäßig risikoreiches Land. Unter den größten Bergbauländern haben die Russische Föderation (–0,71) und Simbabwe (–1,32) ein hohes Länderrisiko. Kolumbien (–0,31) hat eine Risikobewertung im mäßigen Bereich. Finnland (1,85), Kanada (1,60), Japan (1,31) und die USA (1,21) weisen eine unbedenkliche Risikobewertung auf (Abb. 40). Gegenüber dem Jahr 2003 (GLR = 0,25) hat sich das gewichtete Länderrisiko der Platinförderung verschlechtert (Tab. 17, Abb. 44).

Länderkonzentration Palladium

Abweichend zu Platin wird die Weltbergwerksförderung von Palladium nicht von einem einzelnen Land dominiert. Vielmehr spielen die beiden Länder Republik Südafrika und die Russische Föderation bzw. UdSSR (bis 1991) eine maßgebliche Rolle (Abb. 41, Tab. 18). Lag der Anteil der

Tab. 18: Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Palladium 2003 und 2013 im Vergleich.

Land	2003				2013				
	Pd [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ¹⁾	GLR ²⁾	Pd [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ¹⁾	Länderrisiko WB ⁴⁾	GLR ²⁾
Russische Föderation	97,0	46,9			82,8	40,0		–0,71	
Republik Südafrika	71,0	34,3			74,7	36,1		0,23	
Kanada	12,8	6,2			17,5	8,4		1,60	
USA	14,0	6,8			12,6	6,1		1,21	
Simbabwe	3,5	1,7			9,0	4,2		–1,32	
Japan ³⁾	5,5	2,7			7,5	3,7		1,31	
Botswana	2,2	1,1			1,3	0,7		0,66	
Finnland	-	-			0,8	0,4		1,85	
Australien	0,8	0,4			0,6	0,3		1,56	
Übrige Länder ⁵⁾	< 0,1				< 0,1			-	
Summe⁶⁾	206,8	100	3.474	0,03	205,5	100	3.049		0,01

¹⁾ Herfindahl-Hirschman-Index. ²⁾ Gewichtetes Länderrisiko. ³⁾ Produktion aus importierten australischen Nickelerzen (USGS 2014). ⁴⁾ WB = Weltbank (WORLD BANK 2014). ⁵⁾ Enthält: Polen, Serbien, Serbien & Montenegro. ⁶⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

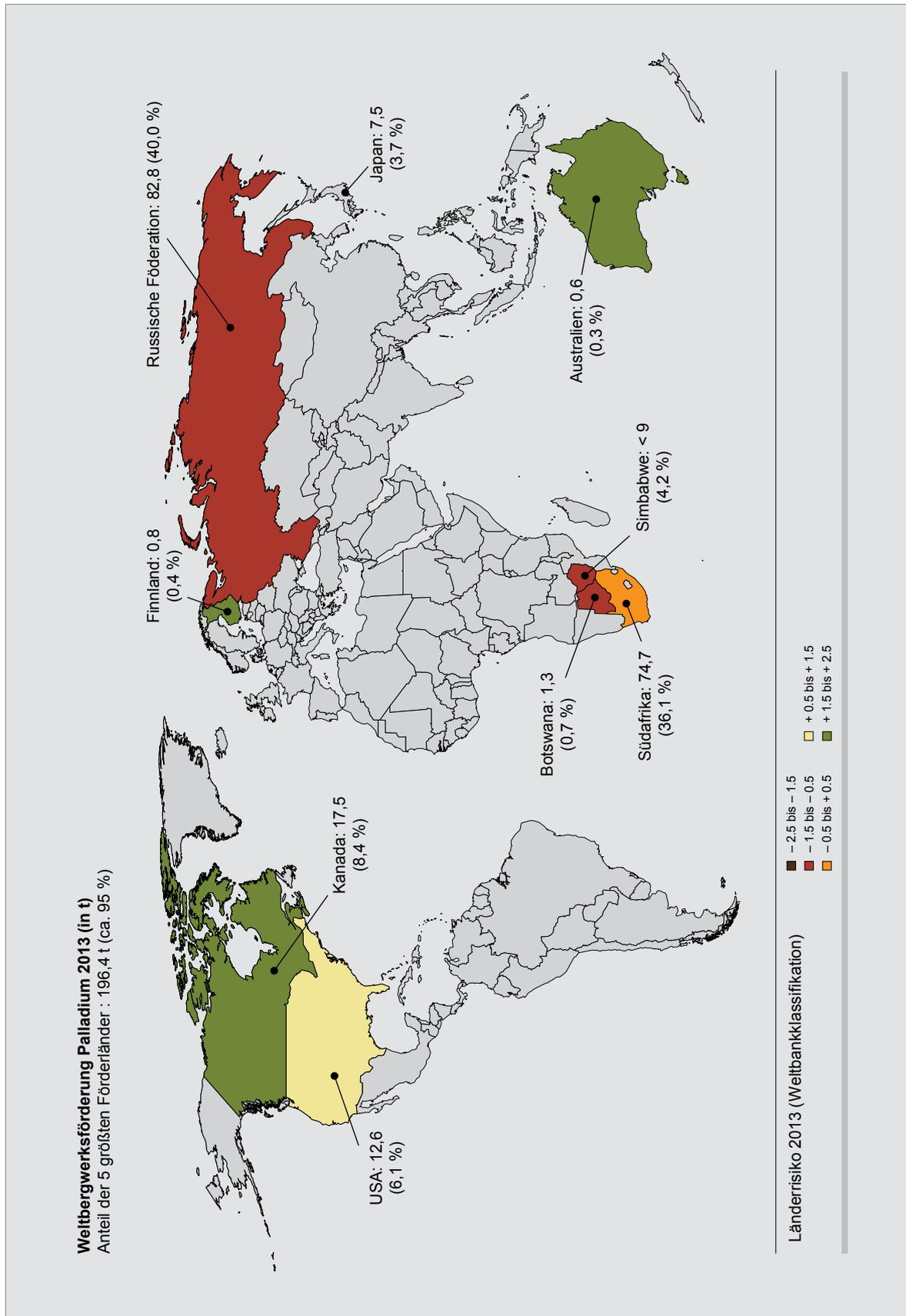


Abb. 41: Länder mit Förderung von Palladium im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko) (Datenquelle: BGR 2014, WORLD BANK 2013).

Weltbergwerksförderung der Republik Südafrika Anfang der 1960er Jahre bei rund 20 %, so stieg er kontinuierlich bis auf ca. 36 % im Jahr 2013 an.

Der Förderanteil der damaligen UdSSR lag Anfang der 1960er Jahre bei etwa 40 % und stieg dann bis auf ein Maximum von knapp unter 80 % gegen Ende der 1960er-Jahre. Seitdem hat der Anteil der Förderung abgenommen und liegt für die Russische Föderation aktuell bei etwa 40 %. Ein weiteres wichtiges Förderland zu Beginn der 1960er-Jahre war Kanada mit einem Anteil von knapp 40 % an der Weltbergwerksförderung von Palladium. Dieser sank seitdem deutlich und bewegt sich seit Anfang der 1970er-Jahre bei unter 10 %. Seit etwa 2002 hat zudem der Weltanteil von Simbabwe auf aktuell etwa 4,2 % zugenommen.

Gegenüber 2003 hat vor allem die Russische Föderation Anteile an der Weltbergwerksförderung verloren. Hingegen konnten Länder wie Simbabwe, die Republik Südafrika und Kanada ihre Anteile gegenüber dem Jahr 2003 ausbauen (Tab. 18). Im Jahr 2013 verteilten sich auf die drei größten Bergbauländer knapp 85 % der Weltbergwerksförderung von Palladium, im Jahr 2003 waren es hingegen noch ca. 87,4 %. Auch bei Palladium liegt die Länderkonzentration mit einem HHI von über 3.000 in einem bedenklichen Bereich. Der HHI der Weltbergwerksförderung sank zwischen 1960 und 2013 von 3.557 auf aktuell 3.049, wobei die Jahre

1960 bis 1993 von der UdSSR (bis 1991) bzw. der Russischen Föderation (ab 1992) dominiert wurden. Entsprechend lag der HHI der Weltbergwerksförderung in diesem Zeitraum teilweise deutlich über 5.500 (Abb. 43). Der höchste Wert wurde 1969 mit einem HHI von knapp 6.300 erreicht. In diesem Jahr lag der Anteil der UdSSR an der Förderung bei etwa 78 %.

Mittel- bis langfristig wird die Weltbergwerksförderung weiterhin von der Russischen Föderation und der Republik Südafrika bestimmt werden, wobei hier aktuelle Entwicklungen wie beispielsweise der Ukraine Konflikt und sozioökonomische Probleme in der Republik Südafrika zu berücksichtigen sind.

Gewichtetes Länderrisiko Palladium

Das gewichtete Länderrisiko (GLR) der Weltbergwerksförderung von Palladium lag 2013 mit einem Wert von 0,01 im Vergleich zu Platin etwas niedriger, jedoch ebenfalls im mäßig bedenklichen Bereich.

Für die Berechnung und Bewertung sind hier der hohe Förderanteil der Russischen Föderation und das entsprechende Länderrisiko von -0,71 (bedenklicher Bereich) ausschlaggebend. Positiv auf die Berechnung des GLR wirken sich die unbedenklichen Risikobewertungen der Länder

Tab. 19: Geopolitisches Risiko (Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko) der Weltbergwerksförderung von Rhodium 2004 und 2013 im Vergleich.

Land	2004 ¹⁾				2013				
	Rh [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ²⁾	GLR ³⁾	Rh [t-Inh.]	Anteil [%]	HHI ²⁾	Länderrisiko WB ⁴⁾	GLR ³⁾
Republik Südafrika	18,3	78,1			17,6	79,5		0,23	
Russische Föderation	3,1	13,2			2,8	12,5		-0,71	
Simbabwe	0,4	1,6			1,0	4,4		-1,32	
Kanada	1,0	4,3			0,7	3,2		1,60	
USA	0,7	2,8			0,1	0,4		1,21	
Summe⁵⁾	23,4	100	6.305	0,28	22,1	100	6.513		0,09

¹⁾ Keine Daten für das Jahr 2003. ²⁾ Herfindahl-Hirschman-Index. ³⁾ Gewichtetes Länderrisiko. ⁴⁾ WB = Weltbank (WORLD BANK 2014). ⁵⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

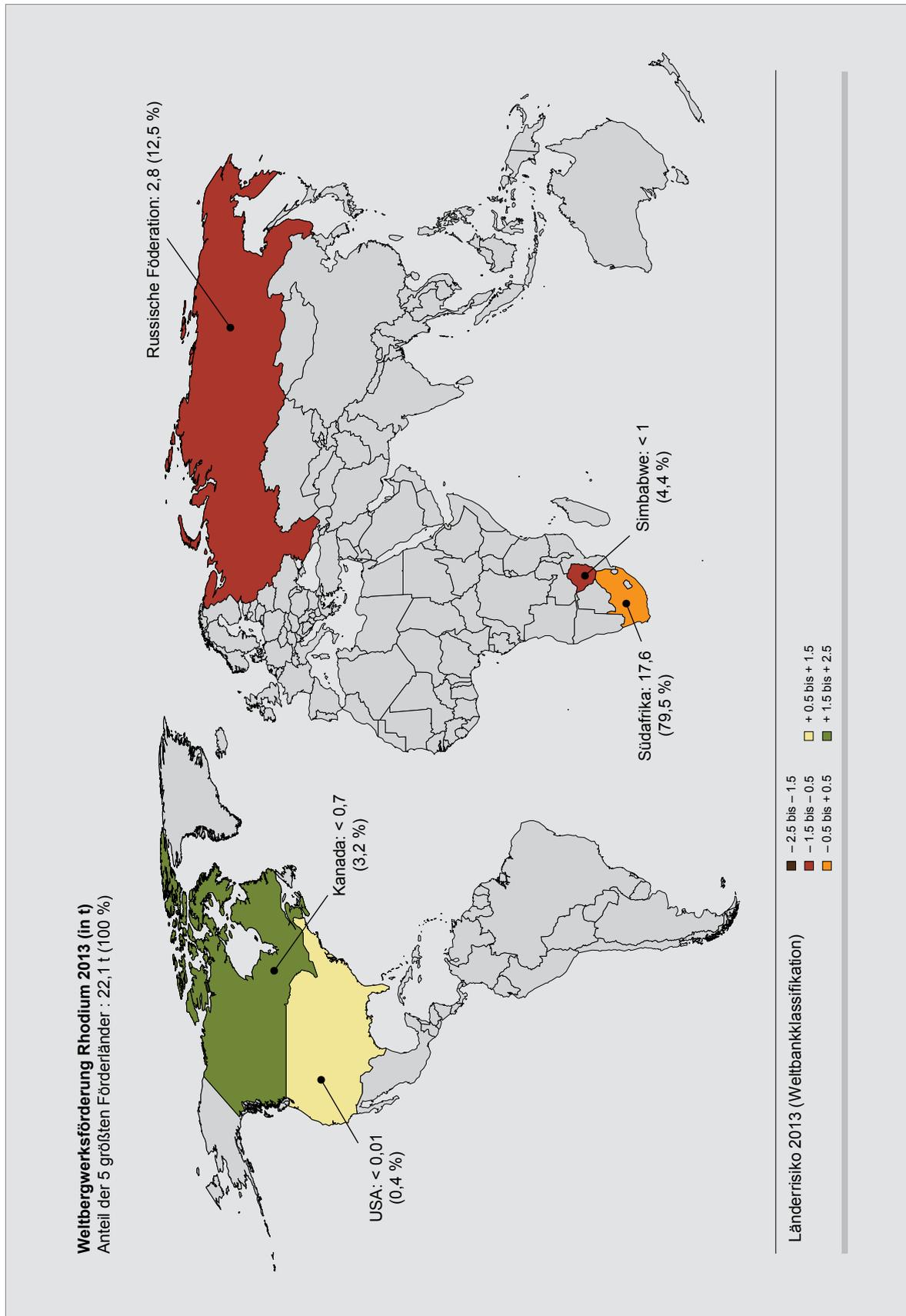


Abb. 42: Länder mit Förderung von Rhodium im Jahr 2013 und deren aggregierter World-Governance-Indikator (Länderrisiko) (Datenquelle: BGR 2014, WORLD BANK 2013).

Kanada, USA und Japan aus. Auch die mäßige Bewertung der Republik Südafrika von 0,23 wirkt sich noch positiv auf das GLR aus. Gegenüber dem Jahr 2003 mit einem Wert von 0,37 hat sich das gewichtete Länderrisiko jedoch verschlechtert (Tab. 18, Abb. 41 und Abb. 44).

Länderkonzentration Rhodium

Analog zu Platin wird die Weltbergwerksförderung von Rhodium von der Republik Südafrika bestimmt, da Rhodium als Koppelprodukt der Platinförderung gewonnen wird. Im betrachteten Zeitraum zwischen 2004 und 2013 lag der Weltanteil des Landes an der Weltbergwerksförderung von Rhodium bei knapp 80 % (Abb. 42, Tab. 19).

Während der Anteil der Republik Südafrika und Simbabwe gegenüber 2004 zugenommen hat, sanken die Anteile der Russischen Föderation und Kanadas leicht. In den USA nahm die Förderung von etwa 3 % Weltanteil im Jahr 2004 auf unter 0,5 % im Jahr 2013 ab. Der Weltanteil der drei

größten Bergbauländer an der Gesamtförderung von Rhodium lag sowohl im Jahr 2013 als auch im Jahr 2004 bei rund 96 %.

Die Länderkonzentration der Bergwerksförderung von Rhodium ist stark konzentriert. Der HHI der Weltbergwerksförderung stieg im betrachteten Zeitraum (2004 – 2013) von 6.305 auf 6.512 mit einem Maximum von über 7.200 im Jahr 2009 (Abb. 43). In diesem Jahr lag der Anteil der Republik Südafrika an der Weltbergwerksförderung bei ca. 84,3 %.

Mit einem HHI von über 6.400 ist die Länderkonzentration der Weltbergwerksförderung von Rhodium deutlich höher als z. B. bei Platin oder Palladium. Mittel- bis langfristig wird die Rhodiumförderung aufgrund der Kopplung an die Förderung von Platin und Palladium weiterhin von der Republik Südafrika und der Russischen Föderation bestimmt werden.

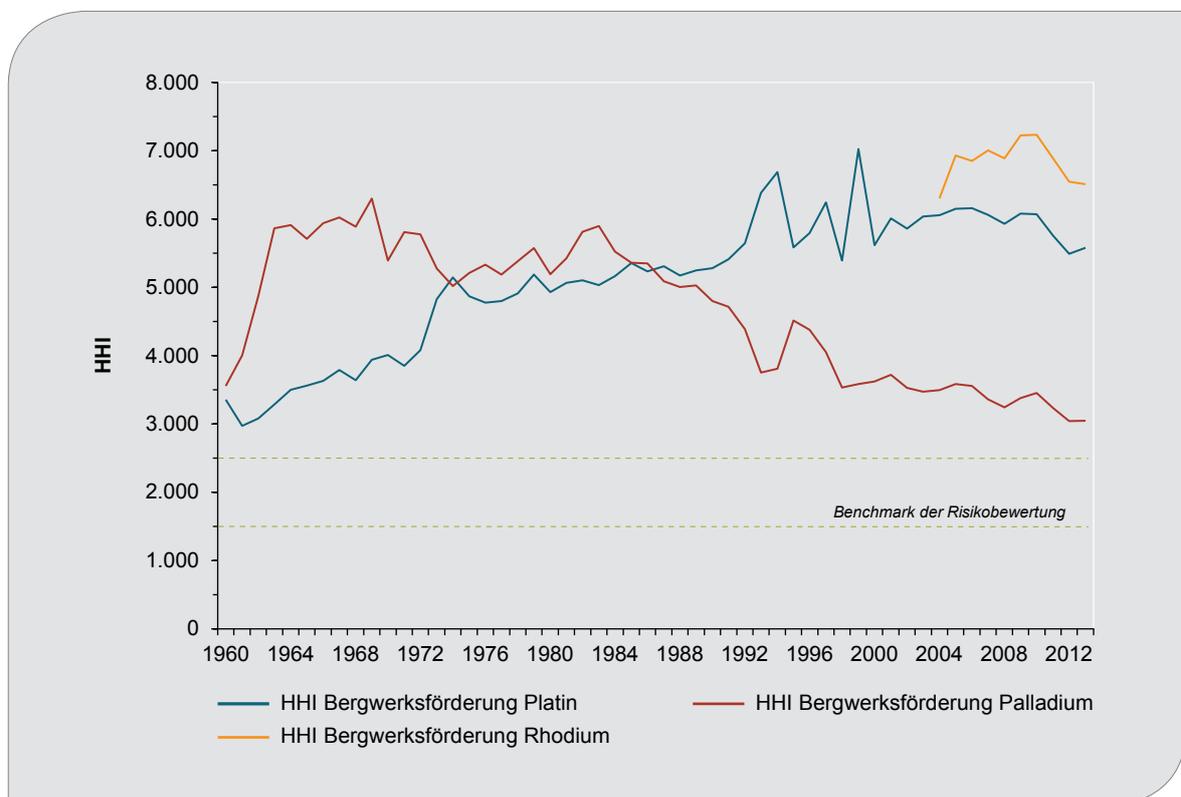


Abb. 43: Entwicklung der Länderkonzentration der Bergwerksförderung für Platin (1960 – 2013), Palladium (1960 – 2013) und Rhodium (2004 – 2013).

Gewichtetes Länderrisiko Rhodium

Das gewichtete Länderrisiko (GLR) der Weltbergwerksförderung von Rhodium lag 2013 mit einem Wert von 0,09 auf dem gleichen Niveau wie das GLR von Platin und somit im mäßig bedenklichen Bereich (Abb. 44).

Der hohe Förderanteil der Republik Südafrika in Verbindung mit dem mäßig bedenklichen Länderrisiko von 0,23 sowie die negativen Länderbewertungen der Russischen Föderation (-0,71) und Simbabwe (-1,32) sind für die Berechnung des GLR ausschlaggebend. Positiv auf den GLR wirkt sich die unbedenkliche Risikobewertung Kanadas (1,60) aus (Abb. 42 und Tab. 19). Gegenüber dem Jahr 2004 (GLR: 0,28) hat sich das gewichtete Länderrisiko verschlechtert (Tab. 19 und Abb. 44). Wichtige Faktoren hierfür sind die zunehmend schlechtere Länderbewertung der Republik Südafrika, welche von 0,42 (2004) auf 0,23 (2013) gesunken ist, sowie die Zunahme der Förderung in Simbabwe, verbunden mit der bedenklichen Länderbewertung des Landes von -1,32.

Gesamtbewertung Bergwerksförderung

Die Länderkonzentration der Weltbergwerksförderung ist bei allen drei Metallen bedenklich. Aufgrund der gekoppelten Förderung von Platin und Rhodium liegt die Länderkonzentration für diese beiden Metalle im etwa gleichen Bereich. Das gewichtete Länderrisiko der drei Metalle liegt im mäßig bedenklichen Bereich. Damit ist das geopolitische Risiko der Weltbergwerksförderung insgesamt als bedenklich zu bewerten. Da die Republik Südafrika und die Russische Föderation historisch betrachtet und auch aktuell die weltgrößten Produzenten von Platin, Palladium und Rhodium sind, gilt es die künftigen Entwicklungen in diesen beiden Ländern besonders zu beobachten.

Vor allem die Arbeitskämpfe in der Republik Südafrika führten in den Jahren 2012 bis 2014 zu massiven Produktionsausfällen, welche über Lagerbestände kompensiert werden mussten. Auch die Entwicklungen in der Russischen Föderation in Bezug auf den aktuellen Ukraine Konflikt und mögliche damit verbundenen Konsequenzen

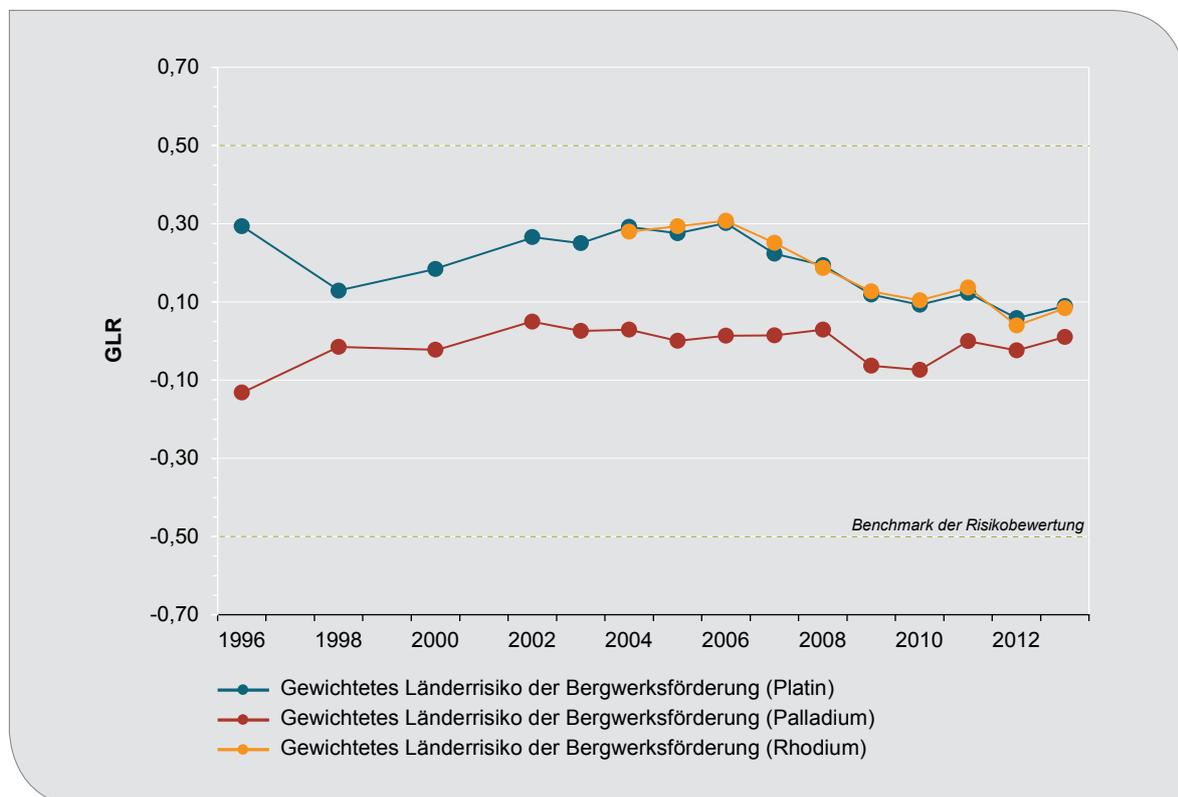


Abb. 44: Entwicklung des gewichteten Länderrisikos der Bergwerksförderung für Platin, Palladium und Rhodium (Datenquelle: BGR 2014, WORLD BANK 2014).

(Exportbeschränkungen, Sanktionen etc.) könnten zu kurzfristigen Produktions- bzw. Lieferschwankungen und damit verbundenen Lieferengpässen führen. Ebenfalls sollten die politischen Entwicklungen in Simbabwe, dem drittgrößten Platinproduzenten, beobachtet werden.

Ergänzend ist anzumerken, dass es aktuell kein Land gibt, welches größere Produktionsausfälle in der Republik Südafrika und/oder der Russischen Föderation vollständig kompensieren könnte.

2.4.1.2 Weiterverarbeitung

Die Republik Südafrika war 2013 der mit Abstand wichtigste Produzent der Platingruppenmetalle Platin, Palladium und Rhodium aus Erzen und Konzentraten (siehe Kap. 2.3.5 Weiterverarbeitende Produktion). Weitere wichtige Produktionsländer waren die Russische Föderation, Kanada, Simbabwe und die USA.

Da es keine nennenswerten Nettoexporte von PGM-Konzentraten gibt, ist davon auszugehen, dass die Verarbeitung und Gewinnung der Edelmetalle in den primären Förderländern stattfindet. Ausgenommen davon ist Simbabwe. Hier werden PGM-Konzentrate in die Republik Südafrika zur Raffination exportiert. Somit erhöht sich der Anteil der Republik Südafrika an der weltweiten Raffinadeproduktion um den Gehalt der Bergwerksförderung von Simbabwe nochmals.

In der Russischen Föderation werden zusätzlich zu eigenen PGM-haltigen Nickel-Kupfer-Erzen auch entsprechende PGM-Konzentrate aus Drittländern (z. B. Australien) verarbeitet, wodurch die Gesamtraffinadeproduktion von PGM-Metallen des Landes nochmals steigt.

Insgesamt weist die Länderkonzentration der Weiterverarbeitung eine ähnliche Struktur wie die Weltbergwerksförderung auf und wird daher qualitativ als bedenklich bewertet. Das gewichtete Länderrisiko der Weiterverarbeitung wird als mäßig bedenklich bewertet. Ursache dafür sind die Länderrisikobewertungen der beiden wichtigsten Produzentländer Republik Südafrika (0,23) und Russische Föderation (-0,71) sowie deren aktuelle wirtschaftspolitische Situation.

2.4.1.3 Globale Nettoexporte

Platin in Rohform (HS-Position 7110.11)

Die Summe der weltweiten Nettoexporte von Platin in Rohform betrug 2013 ca. 361 t (GTI 2015). Die fünf größten Exportländer waren die Republik Südafrika (44 %), die Republik Korea (21 %), Singapur (19,4 %), die Schweiz (3,9 %) und die Russische Föderation (2,5 %).

Der Anteil der zehn größten Exportländer betrug 2013 etwa 98,6 %. Die mithilfe des HHI berechnete Länderkonzentration der Nettoexporte dieser Warengruppe lag im Jahr 2013 mit einem Wert von 2.796 im bedenklichen Bereich. Gegenüber 2003 (3.234) haben der HHI und damit die Länderkonzentration abgenommen.

Das gewichtete Länderrisiko (GLR) ist mit einem Wert von 0,69 als unbedenklich zu bewerten. Von den fünf größten Nettoexporteuren wurden 2013 die Republik Korea (Länderrisiko (LR): 0,75), Singapur (LR: 1,54) und die Schweiz (LR: 1,73) als risikoarme Länder eingestuft. Die Republik Südafrika (LR: 0,23) wird als mäßig risikoreich bewertet und lediglich die Russische Föderation (LR: -0,71) hat eine negative Länderrisikobewertung. Hierbei ist anzumerken, dass sich das Länderrisiko (LR) der Republik Südafrika, aggregiert aus den sechs Einzelindikatoren der Weltbank (siehe Glossar im Anhang), seit 1996 (LR: 0,39) kontinuierlich auf den aktuellen Wert von 0,23 verschlechtert hat.

Katalysatoren in Form von Geweben und Gittern aus Platin (HS-Position 7115.10)

Im Jahr 2013 wurden netto weltweit etwa 623 t Platinkatalysatoren in Form von Geweben und Gittern exportiert (GTI 2015). Die fünf größten Nettoexporteure waren Belgien (32,3 %), Großbritannien (28,3 %), Bulgarien (9,8 %), Tschechien (7,7 %) und Polen (7,2 %).

Der Anteil der zehn größten Nettoexporteure betrug 2013 etwa 96,9 %. Der Konzentrierungsgrad der Exporte liegt mit einem HHI von 2.039 im mäßig bedenklichen Bereich mit Tendenz in den bedenklichen Bereich. Gegenüber 2003 (HHI 6.686) hat die Länderkonzentration deutlich abgenommen. Das gewichtete Länderrisiko ist mit

einem Wert von 1,13 als unbedenklich zu bewerten. Maßgeblich hierfür sind die Exportmengen in Verbindung mit den positiven Länderrisikobewertungen der wichtigsten Lieferländer Belgien (LR: 1,37) und Großbritannien (LR: 1,40).

Abfälle und Schrotte aus Platin (HS-Position 7112.92)

Die weltweiten Nettoexporte von platinhaltigen Abfällen und Schrotten betragen im Jahr 2013 etwa 5.426 t (GTI 2015). Größter Nettoexporteur war Brasilien (31,8 %), gefolgt von Kanada (16,3 %), Mexiko (7,9 %), Polen (7,2 %) und Australien (5,3 %).

Der Anteil der zehn größten Exporteure lag 2013 bei etwa 85,2 %. Der HHI liegt mit einem Wert von 1.488 knapp im unbedenklichen, mit Tendenz in den mäßig bedenklichen Bereich (Schwellenwert: HHI 1.500). Gegenüber 2003 (3.831) haben die Länderkonzentration und entsprechend der HHI deutlich abgenommen.

Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem ermittelten Wert von 0,53 als unbedenklich mit Tendenz in den mäßig bedenklichen Bereich zu bewerten. Negativ wirken sich vor allem Länder wie Brasilien und Mexiko mit negativer Länderbewertung von $-0,03$ (Brasilien) und $-0,16$ (Mexiko), verbunden mit den jeweiligen hohen Exportmengen aus. Dies gilt gleichermaßen für die Republik Südafrika (LR: 0,23) und China (LR: $-0,54$). Die übrigen Nettoexporteure zeichnen sich durch positive Länderbewertungen aus.

Palladium in Rohform (HS-Position 7110.21)

Im Jahr 2013 lagen die globalen Nettoexporte von Palladium bei rund 224 t (GTI 2015). Die fünf größten Nettoexporteure waren die Russische Föderation (34,8 %), die Republik Südafrika (33,5 %), Großbritannien (9,8 %), die Schweiz (9,4 %) und Italien (4,5 %).

Der Anteil der fünf größten Exporteure im Jahr 2013 lag bei knapp 92 %. Da etwa 68 % des Han-

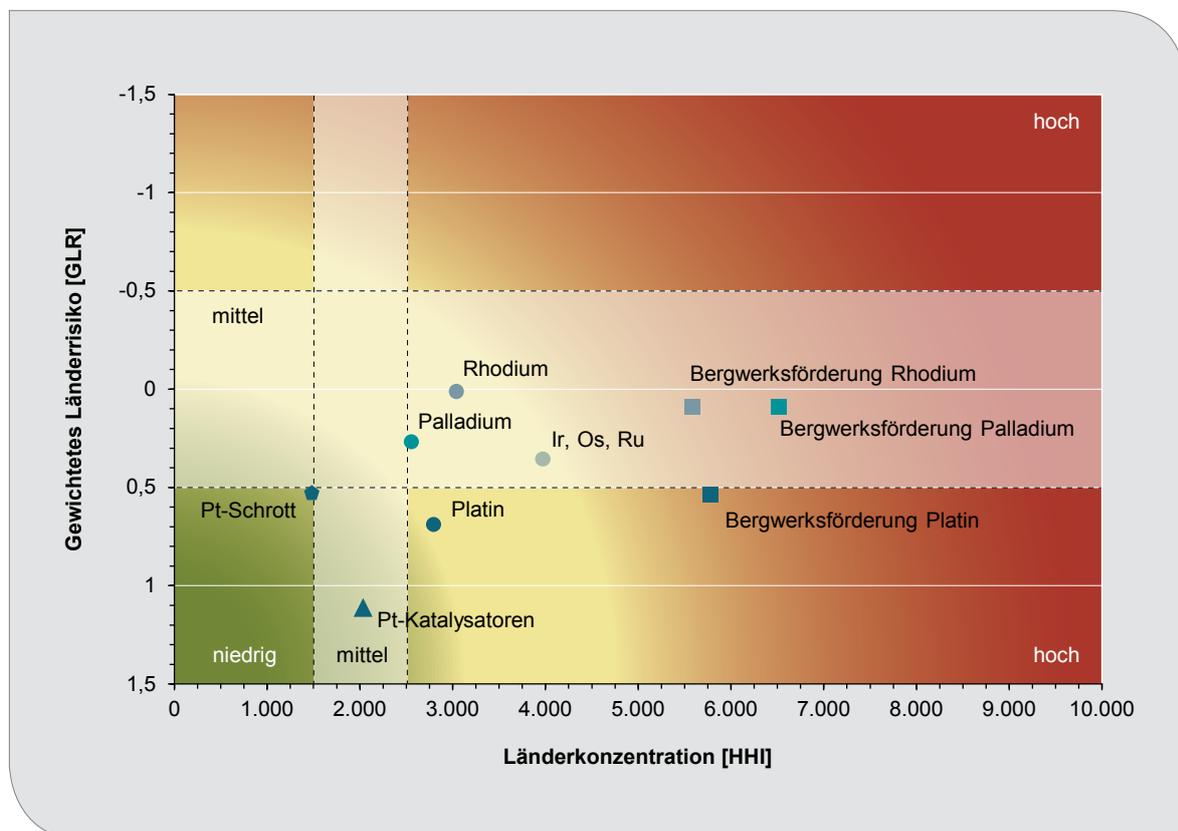


Abb. 45: Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko der globalen positiven Nettoexporte im Vergleich zur Bergwerksförderung (Datenquelle: BGR 2014, GTI 2015).

dels auf nur zwei Nettoexporteure entfallen, ergibt sich ein HHI von 2.561, welcher damit knapp im bedenklichen Bereich liegt (Schwellenwert: HHI 2.500). Gegenüber 2003 (3.148) haben die Länderkonzentration und entsprechend der HHI abgenommen.

Aufgrund der hohen Liefermengen von Palladium aus der Russischen Föderation und der Republik Südafrika, verbunden mit den jeweiligen Länderrisikobewertung von $-0,71$ (Russische Föderation) und $0,23$ (Republik Südafrika), ist das gewichtete Länderrisiko mit einem ermittelten Wert von insgesamt $0,27$ als mäßig bedenklich zu bewerten. Alle anderen Nettoexporteure gelten laut Länderrisikobewertung insgesamt als risikoarm.

Rhodium in Rohform (HS-Position 7110.31)

Die weltweiten Nettoexporte von Rhodium lagen 2013 bei rund 30 t (GTI 2015). Die fünf größten Nettoexporteure waren die Republik Südafrika (60 %), Großbritannien (13,3 %), die Russische Föderation (10 %), Belgien und Italien (jeweils 6,6 %).

Der Anteil der drei größten Nettoexporteure betrug 2013 etwa 83,3 %. Der HHI der Exporte von Rhodium lag im Jahr 2013 mit einem Wert von 3.977 im kritischen Bereich. Gegenüber 2003 (2.767) haben die Länderkonzentration und entsprechend der HHI zugenommen.

Mit einem Wert von $0,36$ liegt das gewichtete Länderrisiko der globalen positiven Nettoexporte von Rhodium im mäßig bedenklichen Bereich. Für das ermittelte GLR sind vor allem die Nettoexporte aus der Republik Südafrika, Großbritannien und Belgien, verbunden mit den jeweiligen, eher positiven Länderrisikobewertungen von $0,23$, $1,40$ und $1,37$ maßgeblich verantwortlich. Hingegen wirkt sich die negative Länderrisikobewertung der Russischen Föderation ($-0,71$), in Verbindung mit den hohen Liefermengen des Landes, negativ auf das GLR aus.

Iridium, Osmium, Ruthenium in Rohform (HS-Position 7110.41)

Im Jahr 2013 wurden weltweit etwa 61 t der Metalle Iridium, Osmium und Ruthenium netto exportiert

(GTI 2015). Die drei größten Nettoexporteure waren die Republik Südafrika (73,7 %), Deutschland (13,1 %) und Großbritannien (13,1 %).

Der Anteil des größten Nettoexporteurs betrug 2013 etwa 73,7 %. Der Konzentrierungsgrad der Exporte liegt mit einem HHI von 5.786 deutlich im bedenklichen Bereich. Gegenüber 2003 (9.375) haben die Länderkonzentration und entsprechend der HHI deutlich abgenommen. Im Jahr 2003 stammten etwa 97 % der Nettoexporte dieser Metalle aus der Republik Südafrika. Weiterer Exporteur war lediglich Belgien (3 %), das kein Primärproduzent ist.

Das gewichtete Länderrisiko (GLR) ist mit einem Wert von $0,54$ als unbedenklich, mit Tendenz in den mäßig bedenklichen Bereich zu bewerten (Schwellenwert: GLR 0,5). Maßgeblich hierfür sind die Exportmengen der Republik Südafrika verbunden mit einer Länderrisikobewertung von $0,23$. Positiv auf die Berechnung des GLR wirken sich die Nettoexporte der Länder Deutschland (LR: $1,47$) und Großbritannien (LR: $1,40$) verbunden mit den entsprechenden Länderrisikobewertungen aus.

2.4.1.4 Importe Deutschlands

Die im Folgenden aufgeführten deutschen Importe basieren auf Daten des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS 2015). In Tabelle 20 sind die Importmengen Deutschlands für das Jahr 2013 im Vergleich zu den weltweiten Importen der betrachteten Warengruppen dargestellt.

Deutschland ist aufgrund der hier angesiedelten Industrie mit rund 7.186 t (Weltanteil 25,1 %) weltweit zweitgrößter Importeur von Platingruppenmetallen und deren Verbindungen hinter den USA (7.449 t, Weltanteil: 26,0 %) und vor Japan (5.634 t, Weltanteil: 19,7 %) (Abb. 46).

Da in Deutschland keine Platingruppenmetalle primär gewonnen werden, besteht für diese Metalle eine sehr große Importabhängigkeit. Ein gewisser Teil des Jahresbedarfs einzelner Industriezweige kann über das Angebot aus dem Sekundärbereich gedeckt werden. PGM-Erze und -Konzentrate werden global nicht gehandelt und daher auch nicht nach Deutschland eingeführt.

Tab. 20: Importe Deutschlands von Platingruppenmetallen und deren Verbindungen für das Jahr 2013 (Datenquelle: DESTATIS 2015, GTI 2015).

HS ¹⁾ -Code		Importe global [t]	Importe Deutschland [t]	Anteil Deutschland [%]	Weltrang Deutschland
Platin	HS 7110.11	311	28,7	9,2	6
	HS 7115.10	781	2,7	0,3	9
	HS 7112.92	27.101	7.102	26,2	2
Palladium	HS 7110.21	306	37,3	12,2	3
Rhodium	HS 7110.31	31	4	12,9	4
Iridium, Osmium, Ruthenium	HS 7110.41	98	11,4	11,6	6
Summe²⁾		28.628	7.186,1	25,1	

¹⁾ HS = Harmonized System der Weltzollorganisation (WCO). ²⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

Platin in Rohform (HS-Position 7110.11)

Im Jahr 2013 wurden 28,7 t Platin mit einem Gesamtwarenwert von über einer Milliarde Euro nach Deutschland eingeführt (DESTATIS 2015). Damit lag der Anteil der deutschen Importe an

den weltweiten Gesamtimporten von 311 t bei ca. 9,2 % (Weltrang 6).

Die Importe erfolgten hauptsächlich aus der Republik Südafrika (10,3 t, Weltanteil 36,0 %), Großbritannien (6,3 t, 21,9 %), Belgien (3,6 t, 12,4 %),

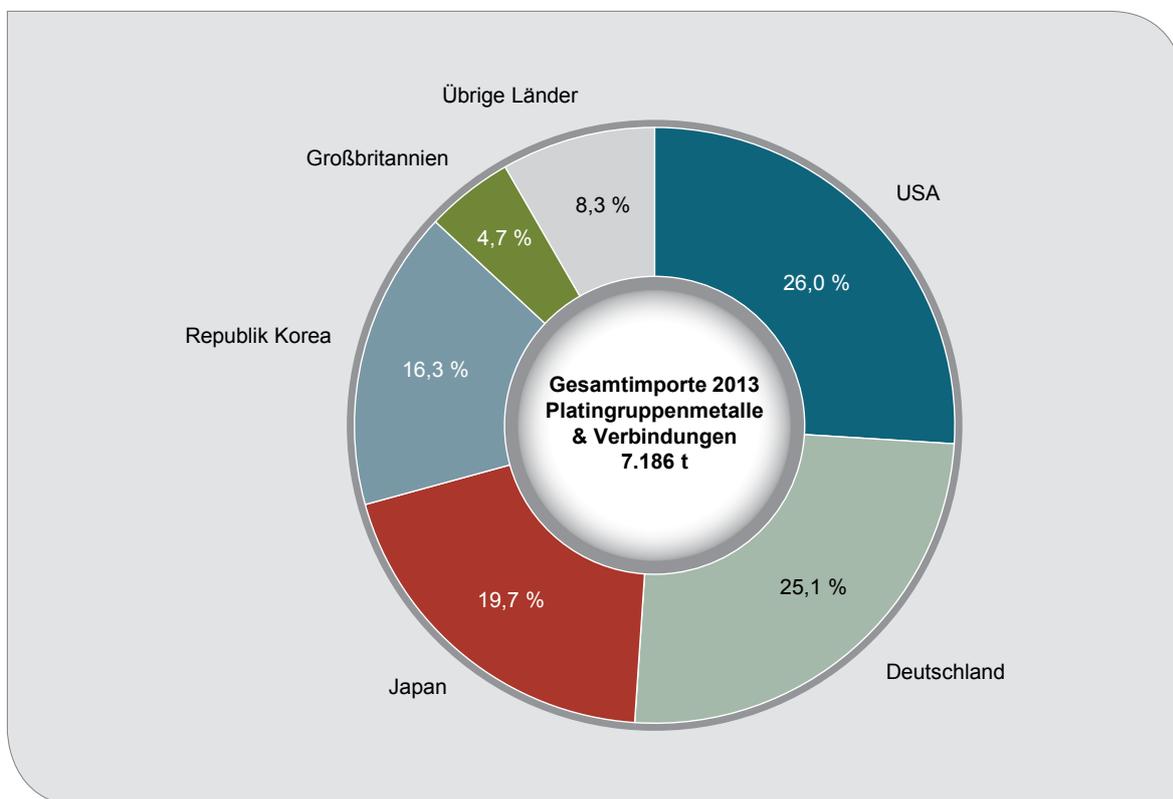


Abb. 46: Summe der Gesamtimporte aller Platingruppenmetalle und deren Verbindungen (Datenquelle: GTI 2015).

der Schweiz (3,1 t, 10,9 %) und der Tschechischen Republik (ca. 1,3 t, 4,5 %) (Abb. 47). In Summe stammten etwa 70 % der deutschen Importe aus lediglich drei Lieferländern, von denen jedoch nur die Republik Südafrika ein Primärproduzent ist. Betrachtet man zusätzlich die Importe der Länder Großbritannien, Belgien und der Schweiz, so wird ersichtlich, dass diese Länder den Großteil ihrer Importe ebenfalls aus der Republik Südafrika beziehen. In Großbritannien und Belgien ist zusätzlich eine Sekundärproduktion angesiedelt. Das Verhältnis zwischen Exporten von Primärmaterial (Ursprung Republik Südafrika) und Platin aus Recyclingmaterial ist für diese Länder nicht bekannt. Aus den USA wurden 2013 etwa 1,1 t (3,8 %) Platin bezogen. Aus der Russischen Föderation, einem weiteren wichtigen Primärproduzenten, importierte Deutschland 2013 0,5 t (1,7 %).

Der mithilfe des HHI berechnete Grad der Diversifizierung der Importe von Platin in Rohform lag im Jahr 2013 mit einem Wert von 2.096 im mäßig bedenklichen Bereich.

Mit einem Wert von 0,89 ist das berechnete gewichtete Länderrisiko (GLR) hingegen als unbedenklich zu bewerten. Vor allem die Importmengen aus Großbritannien, Belgien und der Schweiz, verbunden mit den jeweiligen Länderrisikobewertungen von 1,40 (Großbritannien), 1,37 (Belgien) und 1,73 (Schweiz), führen zu dem berechneten GLR. Die Republik Südafrika wird mit einer Länderrisikobewertung von 0,23 als mäßig risikoreiches Land eingestuft. Von den zehn größten Exporteuren wurde 2013 lediglich die Russische Föderation als risikoreich bewertet (-0,71).

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Platin in Rohform basierend auf den Indikatoren HHI und GLR als mäßig bedenklich, mit einer Tendenz hin zum bedenklichen Bereich zu bewerten. Berücksichtigt man dabei, dass einige der nach Deutschland exportierenden Länder ihrerseits Ware zum überwiegenden Teil aus der Republik Südafrika beziehen, so ist der Handel mit Platin in Rohform weit weniger diversifiziert, als der berechnete HHI vorgibt. Fällt z. B. die Republik Südafrika als wichtiges Lieferland aus, so könnten auch die nach Deutschland exportierenden

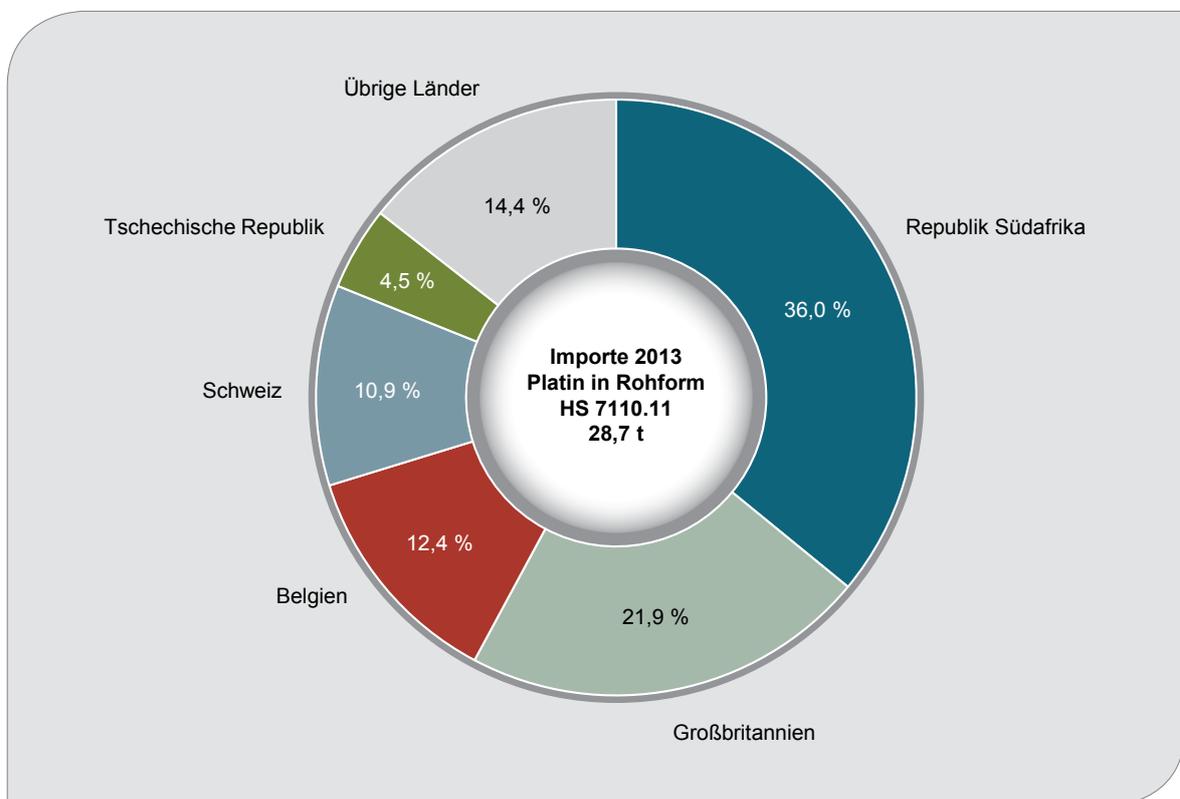


Abb. 47: Herkunft der deutschen Importe von Platin in Rohform im Jahr 2013
(Datenquelle: DESTATIS 2015).

Länder nicht liefern. Ausgenommen hiervon ist Platin, welches aus dem Sekundärsektor stammt. Weiterhin gilt zu beachten, dass sich die Länderrisikobewertung der Republik Südafrika seit 1996 kontinuierlich verschlechtert hat.

Katalysatoren in Form von Geweben und Gittern aus Platin (HS-Position 7115.10)

Neben Platin in Rohform wurden im Jahr 2013 ca. 2,7 t Katalysatoren und Gitter aus Platin mit einem Gesamtwert von ca. 66,5 Mio. € nach Deutschland eingeführt (DESTATIS 2015). Damit war Deutschland 2013 neuntgrößter Importeur dieser Warengruppe nach den Niederlanden, Belgien, Großbritannien, Frankreich, Dänemark, China, Bulgarien und Hongkong.

Der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten (ca. 783 t) betrug entsprechend nur 0,3 %. Wichtige Lieferanten waren Brasilien mit ca. 0,9 t (33,8 %), gefolgt von China (ca. 0,8 t, 31,0 %), Norwegen (ca. 0,4 t, 13,5 %),

Polen (ca. 0,3 t, 10,0 %) und der Republik Korea (ca. 0,16 t, 5,7 %) (Abb. 48).

Die Diversifizierung der deutschen Importe dieser Warengruppe liegt mit einem HHI von 2.439 knapp im mäßig bedenklichen Bereich mit Tendenz in den bedenklichen Bereich.

Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von 0,30 als mäßig bedenklich zu bewerten. Von den drei wichtigsten Lieferländern gilt Brasilien mit einem LR von $-0,03$ als mäßig risikoreiches Land und China mit einem LR von $-0,54$ als risikoreich. Lediglich Norwegen wird mit einer Risikobewertung von 1,81 als risikoarmes Land eingestuft.

Die Importabhängigkeit Deutschlands dieser Warengruppe ist basierend auf dem berechneten HHI und dem GLR als mäßig bedenklich zu bewerten. Anzumerken ist jedoch, dass ein Großteil des Bedarfs durch die Produktion innerhalb Deutschlands gedeckt wird. Die Platingruppenmetalle müssen hierfür jedoch eingeführt werden und stammen nur zu gewissen Anteilen aus dem Sekundärsektor.

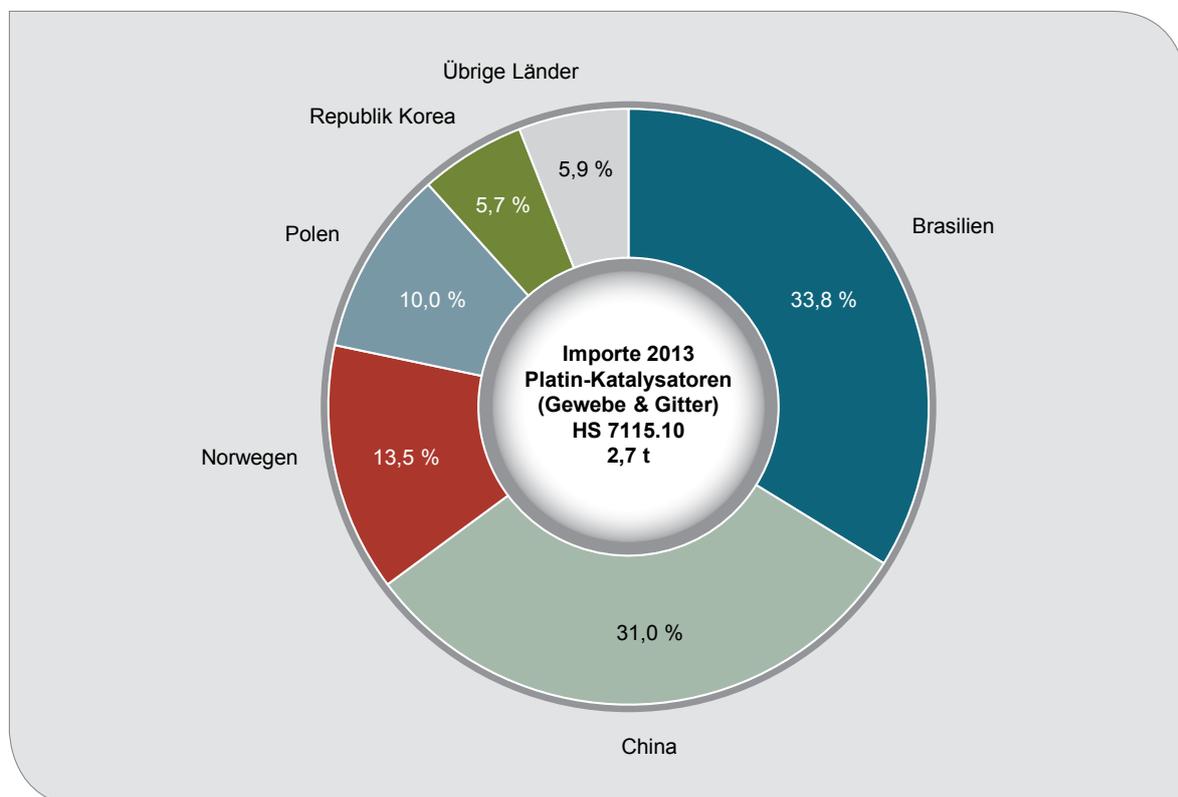


Abb. 48: Herkunft der deutschen Importe von Katalysatoren (Gewebe und Gitter) aus Platin im Jahr 2013 (Datenquelle: DESTATIS 2015).

Abfälle und Schrotte aus Platin (HS-Position 7112.92)

Im Jahr 2013 wurden etwa 7.102 t platinhaltige Abfälle und Schrotte mit einem Gesamtwert von ca. 1,4 Mrd. € nach Deutschland eingeführt (DESTATIS 2015). Dies entspricht ca. 26,2 % der weltweiten Importe (27.101 t). Damit war Deutschland hinter den USA zweitgrößter Importeur dieser Warengruppe.

Wichtigster Lieferant war Frankreich mit ca. 1.251 t (17,6 %), gefolgt von Polen (ca. 541 t, 7,6 %), den USA (ca. 437 t, 6,2 %), Großbritannien (ca. 420 t, 5,9 %) und Spanien (ca. 389 t, 5,5 %) (Abb. 49). Weitere Lieferländer waren u. a. die Schweiz (ca. 364 t, 5,1 %), Nigeria (ca. 239 t, 3,4 %), Österreich (ca. 206 t, 2,9 %) und die Niederlande (ca. 188 t, 2,6 %). Insgesamt bezog Deutschland 2013 platinhaltige Abfälle und Schrotte aus über 80 Ländern, wobei der Anteil der fünf größten Lieferländer bei rund 42,8 % lag.

Die Diversifizierung der Importländer ist daher sehr hoch und liegt mit einem HHI von 590 entsprechend im unbedenklichen Bereich. Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von 1,5 ebenfalls als unbedenklich zu bewerten.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Abfälle und Schrotte aus Platin aufgrund diversifizierter Lieferdatenquellen verbunden mit einem geringen gewichteten Länderrisiko daher als unbedenklich anzusehen.

Palladium (HS-Position 7110.21)

Etwa 37,3 t Palladium in Rohform mit einem Gesamtwarenwert von ca. 657,4 Mio. € wurden 2013 nach Deutschland eingeführt (DESTATIS 2015). Der Anteil der deutschen Importe an den weltweiten Gesamtimporten (313 t) lag damit bei ca. 12,2 %. Deutschland war somit hinter den USA und Japan drittgrößter Importeur von Palladium.

Das Material wurde hauptsächlich aus Belgien (8,8 t, 23,6 %), Großbritannien (6,8 t, 18,4 %), der Russischen Föderation (5,6 t, 15,0 %) und der Republik Südafrika (5,3 t, 14,1 %) bezogen (Abb. 50). Weitere Lieferanten waren die USA (3,2 t, 8,5 %), Italien (2,3 t, 6 %), Österreich (1 t, 2,8 %) und Frankreich (0,9 t, 2,5 %). Insgesamt bezog Deutschland 2013 aus über 30 Ländern Palladium in Rohform. Etwa 57 % der Importe stammten dabei aus drei Lieferländern. Von den drei wichtigsten Lieferländern ist nur die Russische

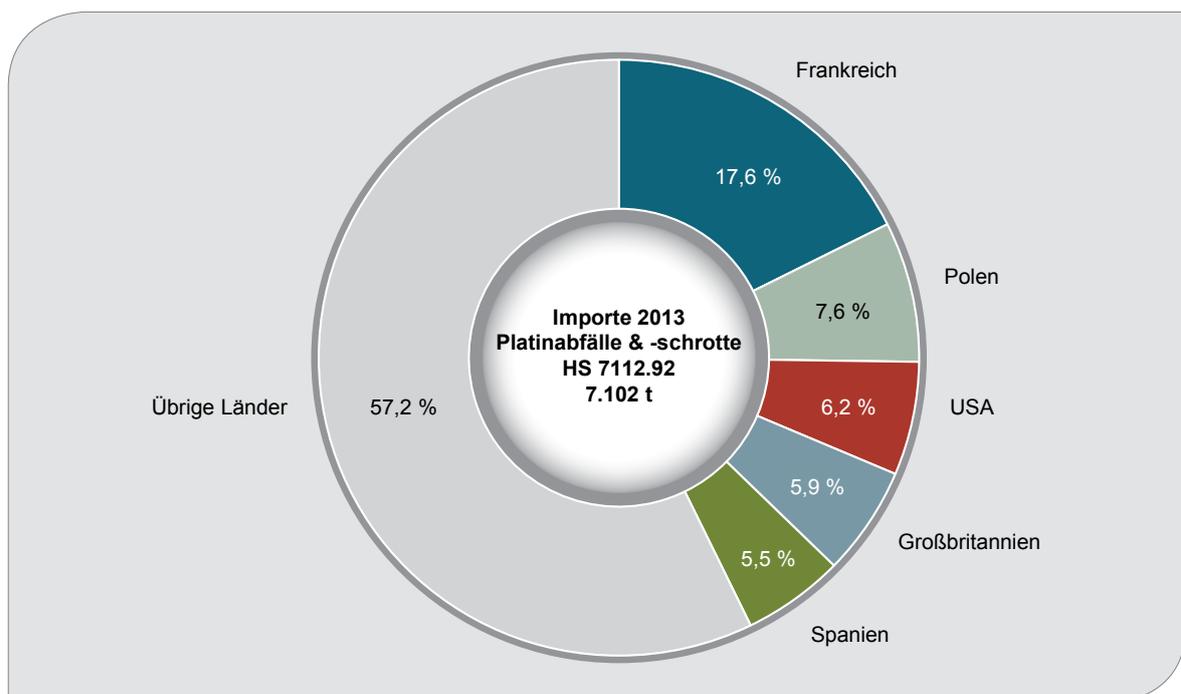


Abb. 49: Herkunft der deutschen Importe von platinhaltigen Abfällen und Schrotten im Jahr 2013 (Datenquelle: DESTATIS 2015).

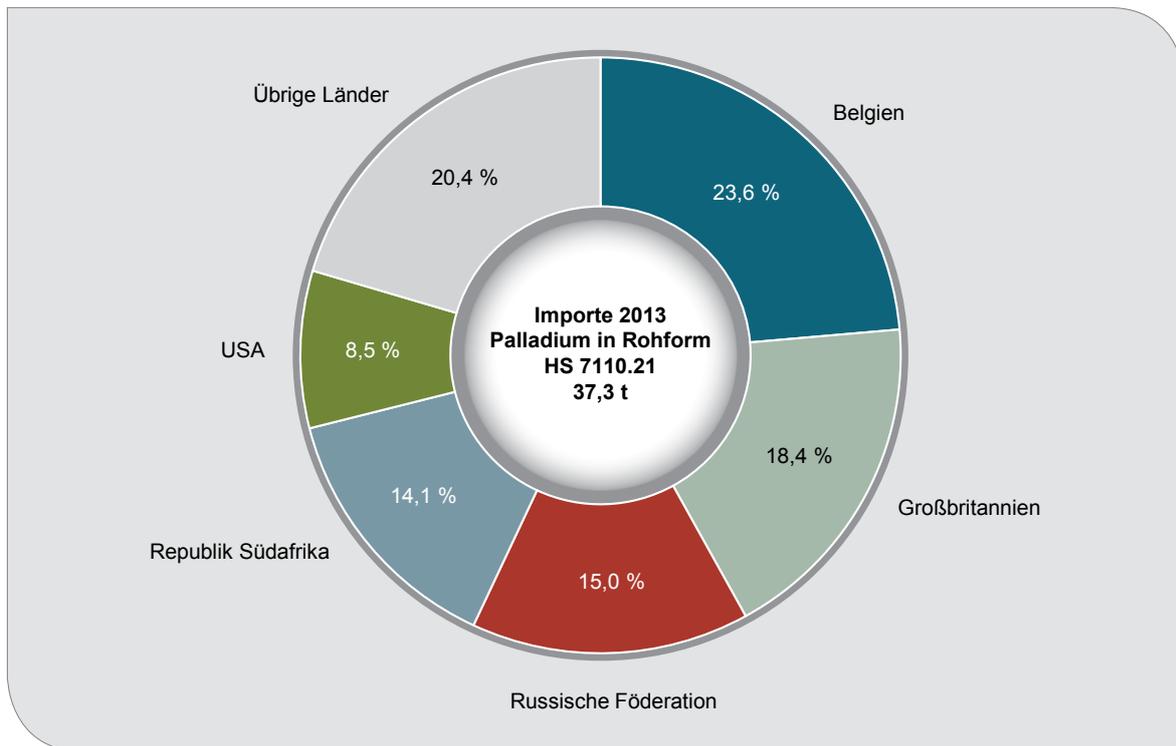


Abb. 50: Herkunft der deutschen Importe von Palladium in Rohform im Jahr 2013 (Datenquelle: DESTATIS 2015).

Föderation in der Primärförderung tätig. Die Importe Deutschlands sind entsprechend gut diversifiziert, was sich in einem relativ niedrigen HHI von 1.459 widerspiegelt. Dieser liegt jedoch im Übergangsbereich zum mäßig bedenklichen Bereich (Schwellenwert: HHI 1.500). Weiterhin ist zu bedenken, dass viele nach Deutschland exportierende Länder ihrerseits Palladium aus der Russischen Föderation bzw. der Republik Südafrika beziehen. Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von 0,85 als unbedenklich zu bewerten. Von den zehn wichtigsten Lieferländern wird lediglich die Russische Föderation mit einem Wert von -0,71 als risikoreiches Land eingestuft.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Palladium als unbedenklich zu bewerten, obgleich darauf hinzuweisen ist, dass viele nach Deutschland exportierende Länder ihrerseits auf Importe aus den wenigen Primärförderländern angewiesen sind. Deutschland bezieht jedoch auch Palladium aus Ländern, in denen es eine entsprechende Sekundärproduktion gibt (z. B. Belgien).

Rhodium (HS-Position 7110.31)

Die Importe Deutschlands von Rhodium in Rohform oder als Pulver betragen 2013 nur etwa 4 t und entsprachen einem Wert von ca. 104,7 Mio. € (DESTATIS 2015). Der Anteil Deutschlands an den globalen Gesamtimporten von ca. 31 t lag bei etwa 12,9 %. Damit war Deutschland viertgrößter Importeur von Rhodium nach den USA, China und Japan. Der mit Abstand wichtigste Lieferant war Belgien (ca. 1,6 t, 41,8 %), gefolgt von der Republik Südafrika (ca. 1,4 t, 33,7 %), der Russischen Föderation (292 kg, 7,3 %), Großbritannien (ca. 280 kg, 7,0 %) und den USA (ca. 278 kg, 6,9 %). Der Anteil der drei größten Lieferländer lag 2013 bei knapp 83 %. Weitere Lieferländer mit Mengen unter 100 kg waren z. B. Norwegen, Italien, die Republik Korea, Japan und die Schweiz.

Aufgrund der relativ geringen Diversifizierung liegt der HHI mit einem Wert von 3.034 im bedenklichen Bereich, das ermittelte Länderrisiko mit einem Wert von 0,81 hingegen im unbedenklichen Bereich. Hauptverantwortlich hierfür zeichnen die hohen Liefermengen aus Belgien verbunden mit einer positiven Länderrisikobewertung des Lan-

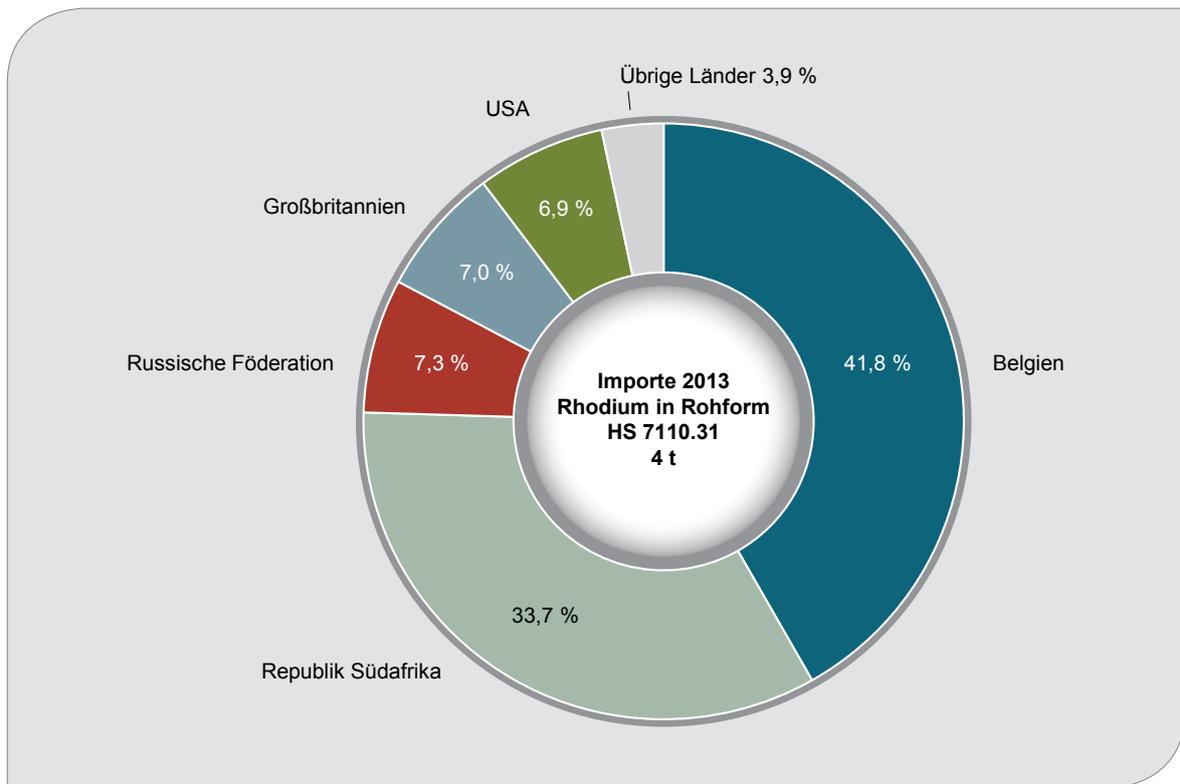


Abb. 51: Herkunft der deutschen Importe von Rhodium in Rohform im Jahr 2013
(Datenquelle: DESTATIS 2015).

des von 1,37. Anzumerken ist, dass Belgien kein Primärproduzent ist.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Rhodium in Rohform basierend auf dem berechnetem HHI und GLR daher als mäßig bedenklich zu bewerten.

Iridium, Osmium, Ruthenium (HS-Position 7110.41)

Die Importe Deutschlands dieser drei Platingruppenmetalle betragen 2013 in Summe etwa 11,4 t und entsprachen einem Wert von ca. 41,1 Mio. € (DESTATIS 2015). Damit lag der Anteil Deutschlands an den globalen Gesamtimporten von ca. 98 t bei etwa 11,6 %. Deutschland war damit weltweit sechstgrößter Importeur dieser Metalle hinter den USA, Singapur, Japan, Indonesien und Hongkong.

Wichtigste Lieferländer waren Belgien (ca. 6,4 t, 56,2 %), gefolgt von der Republik Südafrika (ca. 1,8 t, 15,8 %), Großbritannien (ca. 1,4 t, 12,1 %) und Japan (1 t, 9,1 %) (Abb. 52). Weitere Lieferlän-

der mit Mengen kleiner als 0,5 t waren z. B. die USA (455 kg, 4,0 %) und Singapur (300 kg, 2,6 %). Insgesamt bezog Deutschland 2013 aus etwa zwölf Ländern die Metalle Iridium, Osmium und Ruthenium. Eine Aufschlüsselung nach einzelnen Metallen ist aufgrund der geringen Mengen nicht möglich.

Etwa 84 % der deutschen Importe stammten aus lediglich drei Lieferländern. Von diesen drei Ländern weist nur die Republik Südafrika eine Primärförderung auf. Die Importe Deutschlands sind entsprechend gering diversifiziert, was sich in einem relativ hohen HHI von 3.662 widerspiegelt.

Das gewichtete Länderrisiko ist mit einem Wert von 1,185 als unbedenklich zu bewerten. Keines der Lieferländer weist eine negative Länderrisikobewertung auf.

Insgesamt ist die Importabhängigkeit Deutschlands für Iridium, Osmium und Ruthenium in Rohform basierend auf dem berechnetem HHI und GLR daher als mäßig bedenklich zu bewerten.

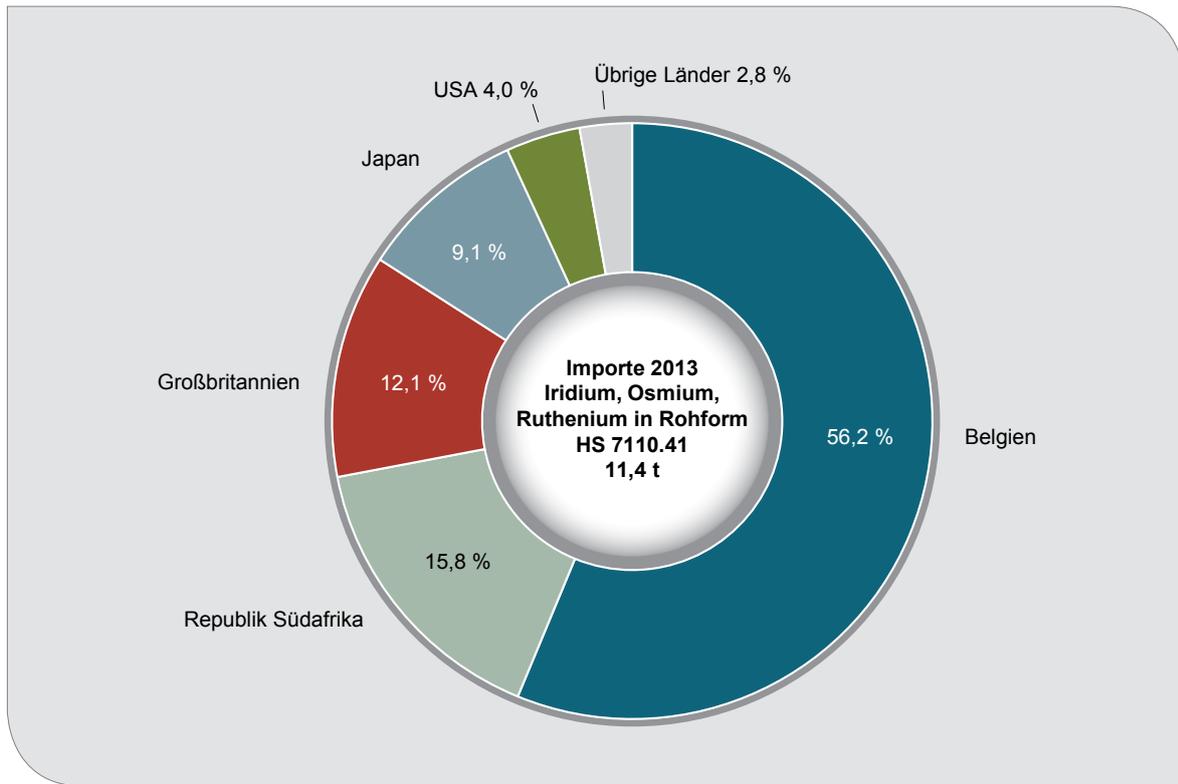


Abb. 52: Herkunft der deutschen Importe von Iridium, Osmium und Ruthenium in Rohform im Jahr 2013 (Datenquelle: DESTATIS 2015).

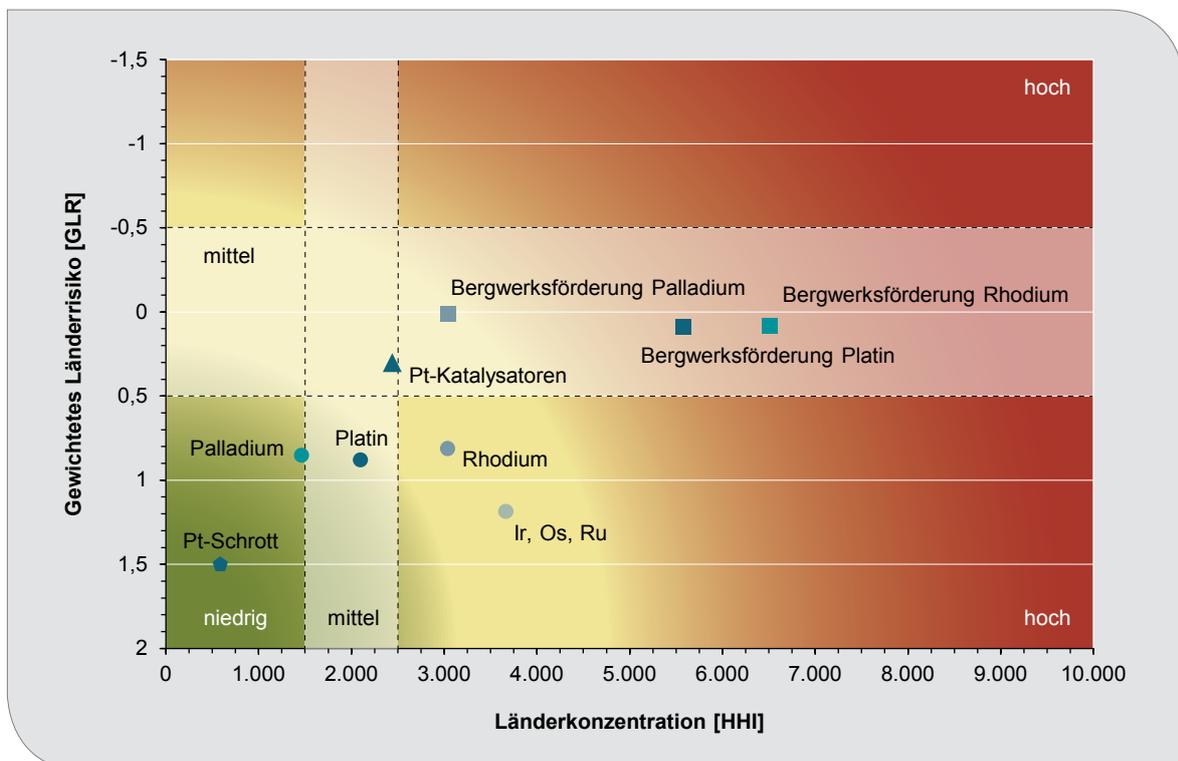


Abb. 53: Gewichtetes Länderrisiko und Diversifizierung der deutschen Importe im Vergleich zur Bergwerksförderung (Datenquelle: BGR 2014, GTI 2015).

2.4.2 Firmenkonzentration

Die Bergwerksförderung von Platingruppenmetallen ist auf wenige Länder sowie relativ wenige Bergbauunternehmen beschränkt. Einige der südafrikanischen Bergwerke stellen zudem Joint Ventures international agierender Bergbaukonzerne dar. Dies wurde in der Berechnung der Firmenkonzentration berücksichtigt und entsprechend kenntlich gemacht. Große im Bergbau tätige Unternehmen wie z. B. Anglo Platinum Ltd. (Amplats) oder Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. sind darüber hinaus vertikal integriert.

Platin

In Tabelle 21 ist die unternehmerische Konzentration der Weltplatinförderung für das Jahr 2013 vergleichend dargestellt. Anhand der ermittelten Produktionszahlen können ca. 98,4 % (ca. 185 t Platin) der globalen Förderung (ca. 187,9 t Platin) einzelnen Bergbauunternehmen zugeordnet werden. Allein auf die fünf größten Platinproduzenten entfielen 2013 zusammen etwa 76,5 % der Weltplatinförderung, und etwa 21,9 % der Förderung auf weitere 15 Unternehmen. Die übrigen 1,6 % können keinen Unternehmen zugeordnet werden.

Tab. 21: Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Platin
(Datenquelle: BGR 2014, RMG 2014).

Unternehmen	Firmensitz	Abbauland	2013 [t Pt-Inh.]	Anteil [%]
Anglo American plc	Großbritannien	Südafrika, Simbabwe	~ 59,1	31,4
Impala Platinum Holdings Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 35,1	18,7
Lonmin plc	Großbritannien	Südafrika	~ 22,4	11,9
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.	Russische Föderation	Russische Föderation Südafrika, Botswana	~ 21,1	11,2
Northam Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 6,1	3,2
Aquarius Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 5,7	3,1
African Rainbow Minerals Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 5,2	2,8
Glencore plc	Schweiz	Südafrika, Kanada	~ 4,9	2,6
Sedibelo Platinum Mines Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 4,6	2,5
Vale SA	Brasilien	Kanada	~ 4,5	2,4
Russian Platinum	Russische Föderation	Russische Föderation	~ 4,0	2,1
Royal Bafokeng Nation	Südafrika	Südafrika	~ 3,8	2,0
Stillwater Mining Co.	USA	USA	~ 3,7	2,0
Atlatsa Resources Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 1,9	1,0
First Quantum Minerals Ltd.	Kanada	Finnland	~ 0,9	0,5
Kagiso Tiso Holdings Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 0,5	< 0,3
KGHM Polska Miedz SA	Polen	Kanada	~ 0,5	< 0,3
Eastern Platinum Ltd.	Kanada	Südafrika	~ 0,4	< 0,3
North American Palladium Ltd.	Kanada	Kanada	~ 0,3	< 0,2
Bapo Ba Mogale Mining Co.	Südafrika	Südafrika	~ 0,1	< 0,1
Summe:			~ 185²⁾	98,4²⁾
HHI:			1.659²⁾	
Weitere Firmen & Länder ¹⁾			2,9 ²⁾	1,6 ²⁾
Weltbergwerksförderung:			~ 187,9²⁾	

¹⁾ Nicht bekannt bzw. keiner Firma zuzuordnen. ²⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

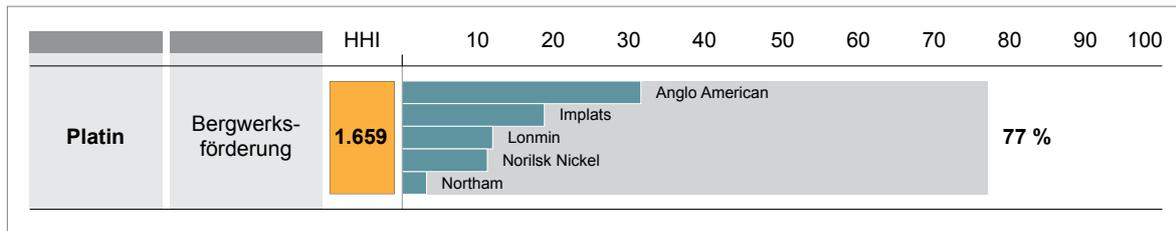


Abb. 54: Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Platin für das Jahr 2013.

Die Ausübung von Marktmacht durch weltweite Firmenkonzentration bei den Bergbauunternehmen wird, basierend auf einem berechneten HHI von ca. 1.659, als mäßig bedenklich bewertet (Abb. 54). Gegenüber dem Jahr 2003 hat sich der Konzentrationsgrad verringert (2003 à Top 5: 87,1 %, HHI: 2.250).

Anglo Platinum Ltd. (Amplats): Größter Platinproduzent ist das Bergbauunternehmen Anglo Platinum Ltd., ein Tochterunternehmen des Bergbaukonzerns Anglo American plc. Die Firma mit Hauptsitz in London (Großbritannien) förderte 2013 etwa 59,1 t Platin.

Das Unternehmen besitzt zehn eigene Bergwerke. Über das 100%ige Tochterunternehmen Potgietersrust Platinum Ltd. wird das größte Bergwerk im Verbund, Mogalakwena (Limpopo Provinz, RSA), betrieben. Dieses befindet sich im Northern Limb (Platreef) des Bushveld-Komplexes. Der Anteil von Mogalakwena an der Gesamtförderung des Unternehmens lag 2013 bei 10,6 t Platin (18 % Firmenanteil).

Alle übrigen südafrikanischen PGM-Bergwerke werden über das 100%ige Tochterunternehmen Rustenburg Platinum Mines Ltd. betrieben. Dies sind die Bergwerke der „Amandebult Section“ Dishaba und Tumela (beide Provinz Limpopo) und die in der Rustenberg Section (North West Province) zusammengefassten Bergwerke Bathopele, Khomanani, Khusuleka, Siphumelele, Thembelani, sowie Twickenham (Limpopo Provinz). Das Bergwerk Unki in Simbabwe wird ebenfalls durch Rustenburg Platinum Mines Ltd. betrieben (RMG 2014).

Darüber hinaus ist das Unternehmen direkt oder über das Tochterunternehmen Rustenburg Platinum Mines Ltd. an den Bergwerken Union Section (Provinz Limpopo), Kroondal, Marikana, Modikwa,

Mototolo Pandora, Bafokeng Styldrift, Bafokeng Rasimone und Bokoni (Lebowa) als Joint-Venture-Partner beteiligt (RMG 2014). Die Bergwerke Kroondal und Marikana werden als Joint Venture zwischen der Rustenburg Platinum Mines Ltd. (50 %) und Aquarius Platinum Ltd. (50 %) betrieben, wobei Marikana aktuell nicht fördert (Status: Wartung & Instandhaltung) (ANGLO PLATINUM LTD. 2014). Das Bergwerk Modikwa wird als Joint Venture zwischen Rustenburg Platinum Mines Ltd. (50 %) und African Rainbow Minerals Ltd. (50 %) betrieben (AFRICAN RAINBOW MINERALS LTD. 2014). Das Bergwerk Mototolo stellt einen Joint Venture zwischen Rustenburg Platinum Mines Ltd. (50 %), Xstrata Kagiso Platinum Partnership (37 %) und Kagiso Tiso (13 %) dar (RMG 2015).

Das Bergwerk Pandora ist ein Joint Venture zwischen Rustenburg Platinum Mines Ltd. (42,5 %), Eastern Platinum Ltd. (Tochterunternehmen von Lonmin plc) (42,5 %) und Mvelaphanda Resources Ltd. (Tochterunternehmen von Northam Platinum Ltd.) (7,5 %) sowie Bapo Ba Mogale Mining Co. (7,5 %) (NORTHAM 2014).

Bokoni Platinum Holdings ist ein Joint Venture zwischen Anglo Platinum Ltd. (49 %) und Atlatsa Resources Inc. (51 %). Darüber hinaus hält Anglo Platinum Ltd. 22,5 % an Atlatsa Resources (ATLATSA RESOURCES LTD. 2014). An der Förderung von Bafokeng Styldrift und Bafokeng Rasimone ist Anglo Platinum Ltd. über die Rustenburg Platinum Mines Ltd. mit 33 % beteiligt. Die übrigen 67 % der Anteile liegen bei Royal Bafokeng Platinum Ltd.

Weiterhin besitzt das Unternehmen die Rustenberg Section PGM Tailings Operation und Western Limb PGM Tailings Operation, in der Haldenmaterial aufgearbeitet wird. Zusätzlich betreibt Anglo Platinum Ltd. über die Rustenburg Base Metals Refiners (Pty) Ltd. drei Schmelzen (Waterval,

Mortimer, Polokwane), eine Raffinerie für Basismetalle sowie die Rustenberg PGM Refinery.

Impala Platinum Holdings Ltd. (Implats): Das zweitgrößte Unternehmen im Platinbergbau ist die Impala Platinum Ltd., Südafrika. Im Jahr 2013 wurden in fünf Bergwerken insgesamt 35,1 t Platin gefördert.

In der Republik Südafrika betreibt das Unternehmen das eigene Bergwerk Impala (Schächte: Bafokeng North, Bafokeng South, Merensky Reef, Wildebeestfontein North, Wildebeestfontein South). Mit rund 22 t Platin lag der Anteil der Impala-Mine an der Gesamtförderung des Unternehmens bei etwa 63 %.

Die beiden Bergwerke Marula und Two Rivers werden als Joint Venture betrieben. An Marula ist Impala Platinum Holdings Ltd. mit 73 % über die Firma Marula Platinum Pty Ltd. beteiligt (RMG 2014). Weitere Joint-Venture-Partner sind Tubatse Platinum Pty Ltd. (9 %), Marula Community Trust (9 %) und Mmakau Mining Pty Ltd. (9 %). Die Kontrolle liegt nach Firmenangaben vollständig bei Impala Platinum. Das Bergwerk Two Rivers wird als Joint Venture zwischen Impala Platinum Holdings Ltd. (45 %) und African Rainbow Mineral Ltd. (55 %) betrieben (ARM 2014).

In Simbabwe ist Impala als Joint-Venture-Partner an den Bergwerken Mimosa und Ngezi beteiligt. Der Joint-Venture-Anteil an Mimosa bzw. der Firma Mimosa Investment Ltd. beträgt 50 %. Diese betreibt das Bergwerk über Mimosa Holdings Ltd. Die übrigen 50 % der Joint-Venture-Anteile an Mimosa sind im Besitz von Aquarius Platinum Ltd.

Impala Platinum Holdings Ltd. besitzt in Simbabwe das Tochterunternehmen Impala Platinum Zimbabwe Pty Ltd., welches ihrerseits 86,8 % an Zimplats Holdings Ltd. hält. Die übrigen 13 % werden u. a. von HSBC Custody Nominees (Australia) Ltd. (4 %) und Citicorp Nominees Pty Ltd (3 %) gehalten. Zimplats betreibt über Zimbabwe Platinum Mines die Bergwerke Ngezi und Hartley (Status: Wartung & Instandhaltung) sowie den Selous Metallurgical Complex (SMC) (Hütte und Raffinerie).

Lonmin plc: Mit einer Jahresförderung von ca. 22,4 t Platin war Lonmin plc mit Sitz in London (Großbritannien) drittgrößter Produzent im Jahr

2013. Das Unternehmen hat drei Tochterunternehmen. An Eastern Platinum Ltd. und Western Platinum Ltd. hält Lonmin je 82 % der Anteile. Die übrigen 18 % werden vom BEE-Partner Incwala Platinum (Pty) Ltd. gehalten, einer 100%igen Tochter von Incwala Resources (Pty) Ltd. An Akanani Mining hält Lonmin plc einen Anteil von 72 %. Die übrigen 28 % werden von Incwala Resources (Pty) Ltd. gehalten. Größter Anteilseigner von Lonmin plc war im November 2014 mit 24,63 % Glencore plc (RMG 2014).

Das wichtigste Bergwerk im Unternehmen, Marikana (100 %) (Schächte: Karee, Westerns, Middeldkraal & Easterns) lieferte 2013 etwa 98 % (21,9 t Platin) der Gesamtproduktion.

Über Eastern Platinum Ltd. ist Lonmin plc an dem Joint Venture Pandora mit 42,5 % beteiligt. Die übrigen Anteile liegen bei Anglo Platinum Ltd., der Bapo Ba Mogale Mining Co. und der Mvelaphanda Resources Ltd. (Tochterunternehmen von Northam Platinum Ltd.). Das zu 100 % Lonmin plc gehörende Bergwerk Limpopo liegt im nordöstlichen Bereich des Bushveld-Komplexes wird durch Eastern Platinum Ltd. betrieben, fördert aktuell aber nicht (Status: Wartung & Instandhaltung). Das Bergwerk Dwaalkop wird über die Tochter Western Platinum Ltd. als 50%iges Joint Venture mit Northam Platinum Ltd. betrieben, fördert aktuell aber auch nicht (Status: Wartung & Instandhaltung).

Über das Tochterunternehmen Western Platinum Ltd. wird die Western Platinum Base Metal Refinery (Marikana) und die Western Platinum PGM Refinery (Brakpan) betrieben.

Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.:

Das Unternehmen mit Sitz in Moskau (Russische Föderation) gewinnt PGM-Metalle als Beiprodukte der Nickelförderung. Dies erfolgt in der firmeneigenen Polar-Division bestehend aus den Bergwerken Taimyr, Oktyabrsky, Komsomolsky und Zapolyarny sowie der Kola-Division bestehend aus den Bergwerken Severny, Tzentrally und Kaula-Kotselvaara in der Russischen Föderation (Region Norilsk-Talnakh, Sibirien) (NORILSK NICKEL 2014).

In beiden Regionen betreibt das Unternehmen Hütten und Raffinerien (z. B. Pechengarnickel Mining & Metallurgical Complex, Murmansk,

Severonickel Mining and Metallurgical Complex, Nadezhda-Copper-/Nickel-Hütte, Norilsk Nickel/ Copper-Raffinerie). Die älteste Nickelhütte im Firmenverbund (Norilsk, Baujahr 1942) soll bis zum Jahr 2016 geschlossen werden. Hierfür wird die Kapazität der 1981 gebauten Nadezha-Hütte erhöht (NORILSK NICKEL 2014).

Die beiden Geschäftsbereiche (Kola, Polar) machten 2013 zusammen etwa 96 % der Gesamtproduktion aus. 2007 erwarb Norilsk Nickel das Bergbauunternehmen Tati Nickel Mining Co. (TNMC) von Lion Ore Mining Int. Ltd. Etwa 15 % der Firmenanteile werden von der Regierung Botswanas gehalten. TNMC baut Nickelminerale in zwei Minen ab (Phoenix, Selkirk), welche durch BCL Mining & Smelting Ltd. (Botswana) zu High-Grade-Matte verarbeitet werden. Dieses Produkt wird dann in Norilsk (s. o.) oder Harjavalta Oy (Norilsk Nickel, Finnland) weiterverarbeitet bzw. an Dritte verkauft.

Weiterhin betreibt das Unternehmen ein Joint Venture mit der African Rainbow Minerals Ltd. (je 50 %) in der Republik Südafrika (Nkomati).

Die in Nkomati abgebauten und aufbereiteten Erze (Konzentrate) werden in Finnland durch die firmeneigene Hütte (Harjavalta Oy Nickel Refinery) weiterverarbeitet. Harjavalta verarbeitet neben den Konzentraten aus Botswana und der Republik Südafrika auch zugekaufte Basismetallerze bzw. -konzentrate aus dem Bergwerk Talvivaara (Finnland) sowie nicht näher spezifizierte nickelhaltige Zwischenprodukte anderer Firmen (NORILSK NICKEL 2013). An Talvivaara hält Norilsk Nickel (4,5 %) (RMG 2014).

Northam Platinum Ltd.: Der fünftgrößte Platinproduzent mit Sitz in der Republik Südafrika förderte im Jahr 2013 etwa 6,1 t Platin. Hiervon stammten rund 6 t (98 %) aus dem firmeneigenen Bergwerk Zondereinde (Provinz Limpopo). Das

zweite Bergwerk der Firma, Booyensdal, trägt aktuell noch nicht zur Produktion bei, soll aber ab 2016 in Betrieb gehen (NORTHAM PLATINUM LTD. 2014). An dem Bergwerk Pandora ist Northam Platinum Ltd. mit 7,5 % beteiligt (RMG 2015). Die Firma Northam Chrome Producers wurde ebenfalls von Northam Platinum Ltd. übernommen.

Weiterhin besitzt das Unternehmen eine Hütte sowie eine Anlage zur Gewinnung von Nickel und Kupfer (Base Metal Remover Plant) unweit von Zondereinde. Die Platingruppenmetalle werden von der Heraeus GmbH in Port Elizabeth (Republik Südafrika) und Hanau (Deutschland) aus den gelieferten Konzentraten gewonnen.

Palladium

In Tabelle 22 ist die unternehmerische Konzentration der Palladiumförderung für das Jahr 2013 dargestellt. Anhand der ermittelten Produktionszahlen können ca. 96,1 % (ca. 198,7 t Palladium) der globalen Palladiumförderung von etwa 206,7 t einzelnen Bergbauunternehmen zugeordnet werden.

Allein auf die fünf größten Bergbauunternehmen entfielen 2013 zusammen etwa 79,2 % der Förderung, und etwa 16,9 % der Förderung auf weitere 14 Unternehmen. Die übrigen 3,9 % können keinen Unternehmen direkt zugeordnet werden.

Die Firmenkonzentration wird, basierend auf einem ermittelten Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) von 2.198, als mäßig bedenklich mit Übergang in den bedenklichen Bereich bewertet (Abb. 55). Gegenüber dem Jahr 2003 hat sich der Konzentrationsgrad deutlich verringert (2003 à Top 5: 90 %, HHI: 3.070).

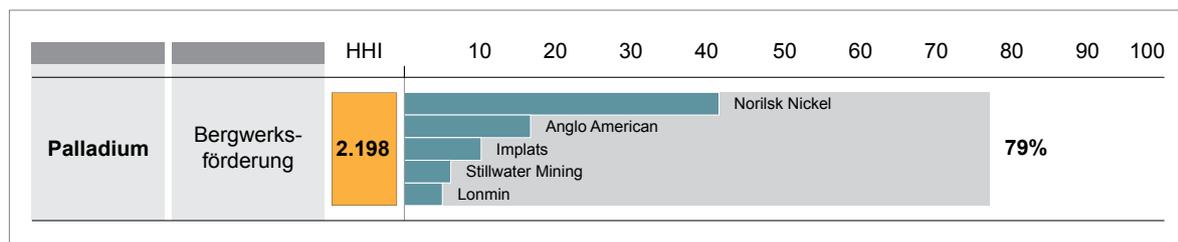


Abb. 55: Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Palladium für das Jahr 2013.

Wichtigster Palladiumproduzent war mit Abstand das russische Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. mit einer Jahresproduktion von ca. 85,6 t Palladium (Weltanteil: 41,4 %). Die Gewinnung erfolgte in den bereits oben (s. Platin) genannten Bergwerken und Hütten.

Es folgt das Unternehmen Anglo Platinum plc mit einer Palladiumförderung von etwa 34,2 t (16,6 %) aus den unter Platin (s. o.) aufgeführten Bergwerken in der Republik Südafrika und Simbabwe. Analog zu Platin stammte der überwiegende Anteil der Förderung aus dem größten Bergwerk Mogalakwena. Hier wurden 2013 etwa 10,8 t (Firmenanteil: 32 %) gefördert. Impala Platinum Ltd. (s. o.) förderte als drittgrößter Produzent 2013 etwa 20,9 t Palladium (Weltanteil: 10,1 %).

Das Unternehmen Stillwater Mining Co. mit Sitz in Stillwater, USA förderte 2013 ca. 12,6 t Palladium (6,1 %) in den beiden Bergwerken Stillwater und East Boulder (Montana). Weiterhin verfügt das Unternehmen über Aufbereitungsanlagen, eine Hütte sowie eine Anlage zur Gewinnung von Nickel und Kupfer (Base Metal Recovery Plant, BMR). Das PGM-reiche Konzentrat wird nach Firmenangaben direkt an Johnson Matthey zur Verarbeitung verkauft (STILLWATER MINING 2015). Das Unternehmen ist weiterhin im Bereich des PGM-Recyclings tätig. Hier werden Autoabgaskatalysatoren zusammen mit den Konzentraten in der firmeneigenen Schmelze zu Konvertermatte verarbeitet.

Das fünftgrößte Unternehmen in der Palladiumförderung war 2013 Lonmin plc mit den Bergwerken Marikana und Pandora (10,3 t, 5 %).

Tab. 22: Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Palladium
(Datenquelle: BGR 2014, RMG 2014).

Unternehmen	Firmensitz	Abbauland	2013 [t Pd-Inh.]	Anteil [%]
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.	Russische Föderation	Russische Föderation, Südafrika, Botswana	~ 85,6	41,4
Anglo American plc	Großbritannien	Südafrika, Simbabwe	~ 34,2	16,6
Impala Platinum Holdings Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 20,9	10,1
Stillwater Mining Co.	USA	USA	~ 12,6	6,1
Lonmin plc	Großbritannien	Südafrika	~ 10,3	5,0
Vale SA	Brasilien	Kanada	~ 10,9	5,3
African Rainbow Minerals Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 5	2,4
North American Palladium Ltd.	Kanada	Kanada	~ 4,2	2,0
Aquarius Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 3,3	1,6
Northam Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 3,2	1,6
Glencore plc	Schweiz	Südafrika, Kanada	~ 3,5	1,7
Royal Bafokeng Nation	Südafrika	Südafrika	~ 1,3	0,7
Atlatsa Resources Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 1,2	0,6
KGHM Polska Miedz SA	Polen	Kanada	~ 1,1	0,5
First Quantum Minerals Ltd.	Kanada	Finnland	~ 0,8	< 0,4
Kagiso Tiso Holdings	Südafrika	Südafrika	~ 0,3	< 0,2
Eastern Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 0,2	< 0,2
Bapo Ba Mogale Mining Co.	Südafrika	Südafrika	~ 0,04	< 0,1
		Summe:	~ 198,7²⁾	96,1²⁾
		HHI:	2.198²⁾	
Weitere Firmen & Länder ¹⁾			8,0 ²⁾	3,9 ²⁾
Weltbergwerksförderung:			~ 206,7²⁾	

¹⁾ Nicht bekannt bzw. keiner Firma zuzuordnen. ²⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

Rhodium

Rhodium wird als Koppelprodukt bei der Förderung von Platin bzw. Palladium gewonnen. Im Jahr 2013 wurden rund 22,1 t Rhodium gefördert. Etwa 84 % der Fördermenge entfallen auf die fünf größten Bergbauunternehmen (Tab. 23).

Mit einem HHI von 1.943 ist die Firmenkonzentration, analog zu Platin, als mäßig bedenklich zu bewerten (Abb. 56). Gegenüber dem Jahr 2003 hat sich der Konzentrationsgrad nur gering-

fügig verändert (2003 à Top 5: 88 %, HHI: 2.135) (RMG 2014).

Analog zur Platinförderung war das größte Unternehmen Anglo Platinum plc mit einem Anteil von ca. 33 % (7,3 t Rhodium) an der globalen Förderung. Die größten Rhodiummengen wurden in den Bergwerken Tumela (1,07 t, 14,7 %) und Union Section (0,91 t, 12,5 %) gewonnen. Obwohl das Bergwerk Mogalakwena das größte Platinbergwerk ist, folgt es bei der Rhodiumförderung mit rund 0,63 t (9,3 %) nur an dritter Stelle. Ursache

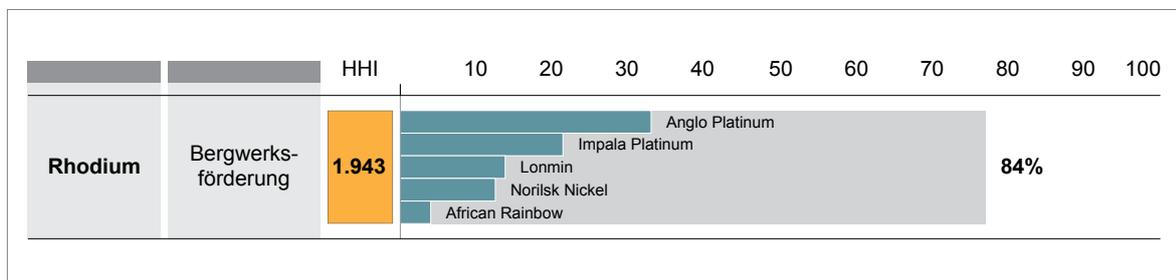


Abb. 56: Firmenkonzentration der Bergwerksförderung von Rhodium für das Jahr 2013.

Tab. 23: Anteile der wichtigsten Unternehmen an der Bergwerksförderung von Rhodium (Datenquelle: BGR 2014, RMD 2014).

Unternehmen	Firmensitz	Abbauland	2013 [t Rh-Inh.]	Anteil [%]
Anglo American plc	Großbritannien	Südafrika, Simbabwe	~ 7,3	33,0
Impala Platinum Holdings Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 4,7	21,2
Lonmin plc	Großbritannien	Südafrika	~ 3,0	13,8
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.	Russische Föderation	Russische Föderation, Südafrika, Botswana	~ 2,8	12,5
African Rainbow Minerals Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 0,9	4,0
Aquarius Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika, Simbabwe	~ 0,8	3,7
Northam Platinum Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 0,7	3,2
Vale SA	Brasilien	Kanada	~ 0,7	3,2
Glencore plc	Schweiz	Südafrika, Kanada	~ 0,4	1,7
Atlatsa Resources Ltd.	Südafrika	Südafrika	~ 0,3	0,5
Royal Bafokeng Nation	Südafrika	Südafrika	~ 0,3	1,5
Stillwater Mining Co.	USA	USA	~ 0,09	< 0,5
Kagiso Tiso Holdings	Südafrika	Südafrika	~ 0,08	< 0,4
Bapo Ba Mogale Mining Co.	Südafrika	Südafrika	~ 0,02	< 0,1
Summe:			~ 22,1¹⁾	100¹⁾
HHI:			1.943¹⁾	
Weltbergwerksförderung:			~ 22,1¹⁾	

¹⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

hierfür ist, dass die Erzkörper UG2 bzw. das Merensky Reef, die in Tumela und Union Section abgebaut werden, mehr Rhodium enthalten als das in Mogalakwena abgebaute Platereef.

Impala Platinum Holdings Ltd. lag mit einer Gesamtförderung von rund 4,7 t an zweiter Stelle im Jahr 2013 (Weltanteil: 21,2 %). Lonmin plc als drittgrößter Produzent förderte 2013 etwa 3 t Rhodium. Dies entspricht einem Weltanteil von ca. 13,8 %. Viertgrößter Produzent war die Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. Die Förderung lag bei etwa 2,8 t (12,5 %).

Firmenkonzentration Weiterverarbeitung Platingruppenmetalle (Primärgewinnung)

Die Weiterverarbeitung PGM-haltiger Erze erfolgt zum Großteil in den Ländern, in denen sie primär gefördert werden. Die Anzahl der Unternehmen, die PGM-Konzentrate zu PGM-Metallen verarbeiten, ist im Vergleich zu den am Bergbau beteiligten Unternehmen deutlich geringer.

Neben Erzen bzw. Konzentraten aus eigenen Bergwerken verarbeiten daher vertikal integrierte Unternehmen wie Anglo Platinum Ltd., Impala Platinum Holdings Ltd., Lonmin plc oder Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. auch Konzentrate anderer Bergbauunternehmen (Lohnschmelzen bzw. „toll refining“).

In der Republik Südafrika werden PGM-haltige Konzentrate aktuell in sechs Hütten zu Konvertermatte verarbeitet (Tab. 24) (JONES 2005). Daraus werden dann an vier Standorten in der Republik Südafrika (s. u.) Platingruppenmetalle sowie Gold gewonnen.

In Simbabwe werden Konzentrate zu Konvertermatte verarbeitet (Tab. 24) und in die Republik Südafrika exportiert. Die Gewinnung der PGM-Metalle erfolgt dann am Standort in Springs (Impala Refining Service Refinery).

In der Russischen Föderation betreibt das Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. insgesamt vier Hüttenbetriebe, drei Raffinerien

Tab. 24: Weiterverarbeiter (Hüttenbetriebe) von PGM-haltigen Erzen im Jahr 2013.

Unternehmen	Land	Ort	Verarbeitungsanlage (Hütten)
Anglo Platinum Ltd. ¹⁾	Republik Südafrika	Rustenburg	Waterval
		Swartklip	Mortimer
		Polokwane	Polokwane
Impala Platinum Holdings Ltd. ¹⁾		Rustenburg	Impala Metallurgical Division
		Mooinooi	Lonmin Smelter & Base Metal Refinery
Lonmin plc ¹⁾			
Northam Platinum Ltd. ¹⁾		Northam, Zondereinde	Northam Smelter & BMR
Zimplats Holdings Ltd. ¹⁾	Simbabwe	Selous	Selous Metallurgical Complex (SMC)
Stillwater Mining Co. ¹⁾	USA	Columbus (Montana)	Stillwater
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. ²⁾	Russische Föderation	Taimir-Halbinsel	Nadezha
		Taimir-Halbinsel	Nickelhütte (Norilsk) ³⁾
		Taimir-Halbinsel	Kupferhütte
		Kola-Halbinsel	Nickelhütte
	Finnland	Suurteollisuuspuisto	Harjavalta Oy
Vale Inco. ²⁾	Kanada	Copper Cliff	Copper Cliff
Glencore plc ²⁾	Kanada	Sudbury	Sudbury Integrated Nickel Operations

¹⁾ Verarbeitung PGM-dominierte Erze. ²⁾ Verarbeitung Ni-Cu-dominierte Erze.

³⁾ Schließung bis 2016 (NORILSK NICKEL 2014).

zur Basismetallgewinnung sowie eine Raffinerie für Edelmetalle (Gold). Diese Anlagen produzieren PGM-reiche Konzentrate, die zur Gewinnung der PGM nach Krasnojarsk zum Unternehmen JSC Krastsvetmet transportiert werden (NORILSK NICKEL 2013). In Finnland betreibt das Unternehmen eine weitere Nickelhütte (Harjavalta Oy). In dieser Anlage werden Nickel-Kupfer-Erze aus Australien, Botswana und Südafrika (Nkomati) verarbeitet. Das dort hergestellte PGM-haltige Produkt (Copper Cake) wird ebenfalls bei JSC Krastsvetmet in Krasnojarsk verarbeitet.

In Kanada werden PGM-haltige Nickel-Kupfer-Erze durch Unternehmen wie Vale Inco. oder Glencore plc gefördert und verarbeitet (Tab. 24). Die von Glencore plc in Kanada produzierte Konvertermatte wird nach Norwegen (Kristiansand, Nikkelverk) zur Gewinnung der PGM exportiert (GLENCORE plc 2015).

In den USA verfügt das Unternehmen Stillwater Mining Co. ebenfalls über eine Hütte zur Produktion von Konvertermatte. Diese wird zur Gewinnung der Edelmetalle direkt an Johnson Matthey verkauft (STILLWATER MINING CO. 2014).

Die Gewinnung der Platingruppenmetalle aus Konvertermatte bzw. daraus hergestellten PGM-Konzentraten erfolgt zum überwiegenden Anteil in den sechs nachfolgend genannten Produktionsanlagen (Raffinerien):

- Anglo Rustenberg Base and Precious Metals Refineries (Rustenberg, Republik Südafrika)
- Lonmin Precious Metal Refinery (Brakpan, Republik Südafrika)
- Impala Refining Service Refinery (Springs, Republik Südafrika)
- Heraeus Raffinerien (Hanau, Deutschland; Port Elizabeth, Republik Südafrika)
- JSC Krastsvetmet – Precious Metal Refinery (Krasnojarsk, Russische Föderation)
- Glencore Nikkelverk AS (Kristiansand, Norwegen)

Da zu den einzelnen Anlagen (Hütten, Raffinerien) nur lückenhafte und zum Teil stark variierende Angaben zur Jahresproduktion bzw. Jahreskapazität vorliegen, ist die Berechnung des Konzentrationsgrades der Weiterverarbeitung mithilfe des

HHI nicht sinnvoll. Es erfolgt daher eine qualitative Bewertung.

Aufgrund der aufgeführten Anzahl der wichtigsten Verarbeitungsanlagen (Hütten, Raffinerien) kann unter qualitativen Gesichtspunkten von einer hohen bzw. bedenklichen Firmenkonzentration der Weiterverarbeitung ausgegangen werden. Aussagen zur weiteren Wertschöpfung der Platingruppenmetalle sind aufgrund fehlender Daten nicht möglich.

2.5 Angebots- und Nachfragetrends

2.5.1 Vorräte

Die weltweiten Reserven von Platingruppenmetallen werden vom USGS (2015) mit 66.100 t angegeben (Abb. 57). Hierbei handelt es sich um Angaben zur gesamten Gruppe der Platingruppenmetalle. Diese Daten werden seit 2012 in unveränderter Form publiziert.

Der Großteil der Reserven konzentriert sich laut USGS in der Republik Südafrika (63.000 t PGM-Inh., 95,3 %). Weitere Reserven befinden sich in der Russischen Föderation (1.100 t PGM-Inh., 1,7 %), den USA (900 t PGM-Inh., 1,4 %), Kanada (310 t PGM-Inh., 0,5 %). Weitere 800 t (1,2 %) entfallen auf die Kategorie „Übrige Länder“ (inkl. Simbabwe).

Im Jahr 2003 lagen die weltweiten Reserven von Platingruppenmetallen bei etwa 71.000 t PGM-Inh. (USGS 2004). Der Anteil der Republik Südafrika lag analog zu 2013 bei etwa 63.000 t PGM-Inh. (Weltanteil 88,7 %). Der Unterschied zu 2013 basiert laut USGS ausschließlich auf Vorratsänderungen der Russischen Föderation. Hier nahmen die Reserven um etwa 5.100 t PGM-Inh. ab.

Neben den Angaben des USGS zu Reserven und Ressourcen wurden zusätzlich die Reserven (sicher, wahrscheinlich) der wichtigsten und aktuell global tätigen Bergbauunternehmen anhand von Geschäftsberichten ermittelt. Dabei wurde einerseits nach Ländern und andererseits, soweit nachvollziehbar, nach den Joint-Venture-Anteilen unterschieden (Tab. 25). Die dargestellten Daten beziehen sich ausschließlich auf aktuell produzierende bzw. temporär nicht fördernde Bergwerke.

Tab. 25: PGM-Reserven (sicher, wahrscheinlich) der wichtigsten Unternehmen 2013 im Vergleich zu Daten des USGS (Datenquellen: RMG 2014, SNL 2015, Unternehmensangaben, USGS 2015).

Unternehmen	Erzreserven [Mio. t]	PGM-Inhalt [t 4E ¹⁾]	USGS [t 4E]
Republik Südafrika			
Anglo Platinum Ltd. ²⁾	2.115,3	6.435	
Lonmin plc ³⁾	360	1.332 (Pt: 796)	
Impala Platinum Holdings Ltd. ⁴⁾	287	1.138 (Pt: 678)	
Northam Platinum Ltd. ⁵⁾	129,1	471	
African Rainbow Minerals Ltd. ⁶⁾	103,3 ⁷⁾	250	
Royal Bafokeng Platinum ⁸⁾	54	222	
Aquarius Platinum Ltd.	65,4	182	
Sedibelo Platinum Mines Ltd. ⁹⁾	61,9	120,3 (Pt: 76; Pd: 35)	
Xtrata plc ¹⁰⁾	18,4	56	
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. ¹¹⁾	57	53	
Übrige Firmen ¹²⁾	55,8	497,5	
Summe	3.307,2	10.774,8	63.000
Simbabwe			
Zimplats Holdings Ltd. ¹³⁾	237,5	790 (Pt: 389; Pd: 3 ¹⁴⁾)	
Anglo Platinum Ltd.	50,7	187	
Impala Platinum Holdings Ltd. ¹⁴⁾	13,5	47 (Pt: 22)	
Aquarius Platinum Ltd. ¹⁴⁾	13,5	47 (Pt: 22)	
Summe	315,2	1.071	800¹⁵⁾
Russische Föderation			
Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.	873	4.009 (PT: 809; Pd: 3.022)	
Summe	873	4.009	1.100
USA			
Stillwater Mining Co.	46,1 ¹⁶⁾	660 (Pt:83 ; Pd: 300)	
Summe	46,1	660	900
Finnland			
First Quantum Minerals Ltd. ¹⁷⁾	157	84,8 (Pt: 37,7; Pd: 28,3)	
Summe	157	84,8	
Kanada			
Vale Inco Ltd.	101,4	203 ¹⁸⁾ (Pt: 91; Pd: 112)	
Xtrata plc ¹⁹⁾	24,2	57 ¹⁸⁾ (Pt: 23,2; Pd: 33,6)	
NA Palladium Ltd. ²⁰⁾	20,3	42,7 ²¹⁾	
Summe	145,9	302,7	310
Gesamt	4.782,5	16.902,3	66.000

¹⁾ PGM-Inhalt in 4E (Platin, Palladium, Rhodium + Gold). ²⁾ Unter Berücksichtigung aller Joint-Venture-Anteile (z. B.: Modikwa, Krondal, Pandora, Marikana, Mototolo & Bafokeng Rasimone). ³⁾ Unter Berücksichtigung der Joint-Venture-Anteile der Reserven (42,5 % Pandora). ⁴⁾ Abzüglich Firmenanteile Zimplats (Simbabwe) & Mimosa (Simbabwe). ⁵⁾ Beinhaltet auch Reserven der 100%igen Tochter Mvelaphanda Resources Ltd., welche 7,5 % an Pandora hält. ⁶⁾ Unter Berücksichtigung der Joint-Venture-Anteile der Reserven (50 % Modikwa, 55 % Two Rivers, 50 % Nkomati). ⁷⁾ Angaben beziehen sich auf 4E (Modikwa und Nkomati) bzw. 6E (Two Rivers). ⁸⁾ Unter Berücksichtigung des Joint-Venture-Anteils von (67 % Bafokeng Rasimone), Datenstand 09/2013. ⁹⁾ Datenstand: 12/2010. ¹⁰⁾ Unter Berücksichtigung der Joint-Venture-Anteile der Reserven (37% Motolo, 74% Elandsfontein), ¹¹⁾ Unter Berücksichtigung der Joint-Venture-Anteile von 50 % an Nkomati (Rep. Südafrika). ¹²⁾ Beinhaltet Kagiso Tiso Holdings (13 % Anteil Mototolo), Ngazana Consortium (26 % Anteil Elandsfontein), Bapo-Ba-Mogale Mining Company (7,5 % Anteil Pandora), Tubatse Platinum Ltd. (9 % Anteil Marula), Marula Community Trust (9 % Anteil Marula), Mmakau Mining (9 % Anteil Marula), Atlatsa Resources Ltd (51 % Anteil Bokoni), Bakgatla Ba Kgafela Community (15 % Anteil Union Mines). ¹³⁾ 87 % der Unternehmensanteile von Zimplats gehören Impala Platinum Ltd. ¹⁴⁾ Unter Berücksichtigung der Joint-Venture-Anteile von 50 % (Mimosa). ¹⁵⁾ Angabe entspricht der Kategorie „Übrige Länder“, inkl. Simbabwe. ¹⁶⁾ Datenstand: 12/2012. ¹⁷⁾ Datenstand: 12/2012. ¹⁸⁾ Angabe bezieht sich auf 2E (Platin, Palladium). ¹⁹⁾ Basismetallerze (PGM als Koprodukte). ²⁰⁾ Datenstand: 03/2015. ²¹⁾ Nur Daten für Palladium verfügbar.

Sie beinhalten keine Angaben zu etwaigen Projekten. Hieraus erklären sich auch die teils großen Unterschiede zu den Angaben des USGS (Tab. 25). Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die angegebenen PGM-Inhalte auf Platin, Palladium, Rhodium und Gold (4E). In Klammern werden, falls vorhanden, getrennt Angaben zu Platin und Palladium aufgeführt.

Die ermittelten Reserven der Bergbauunternehmen belaufen sich für das Jahr 2013 auf rund 16.900 t PGM (Tab. 25). Der Großteil dieser

Reserven befindet sich in der Republik Südafrika (ca. 10.775 t PGM-Inh., 63,7 %) (Abb. 58). Es folgen die Russische Föderation (4.009 t PGM-Inh., 23,7 %), die USA (660 t, 3,9 %) und Kanada (303 t PGM-Inh., 1,8 %).

Auf Unternehmensebene besitzen Anglo Platinum Ltd. (6.622 t PGM, 39,2 %) und Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. (4.062 t PGM, 24,1 %) die größten Reserven, nämlich zusammen etwa 63,3 % der ermittelten Reserven.

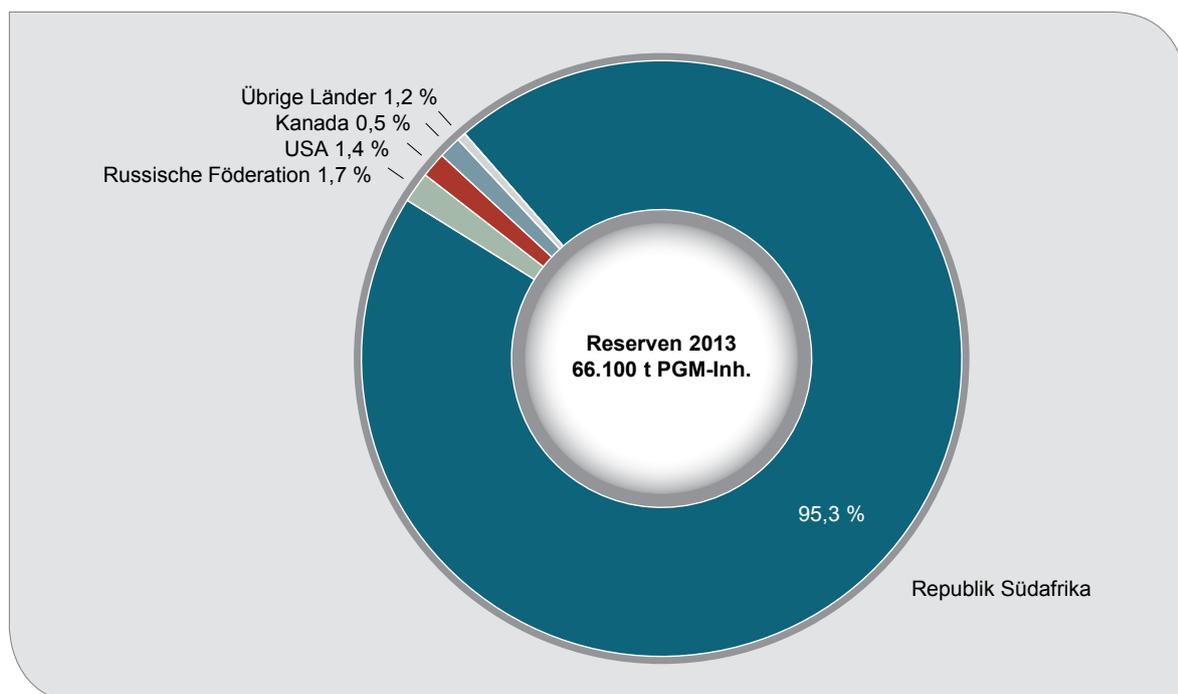


Abb. 57: Prozentuale Verteilung der weltweiten PGM-Reserven für das Jahr 2013 (Datenquelle: USGS 2015).

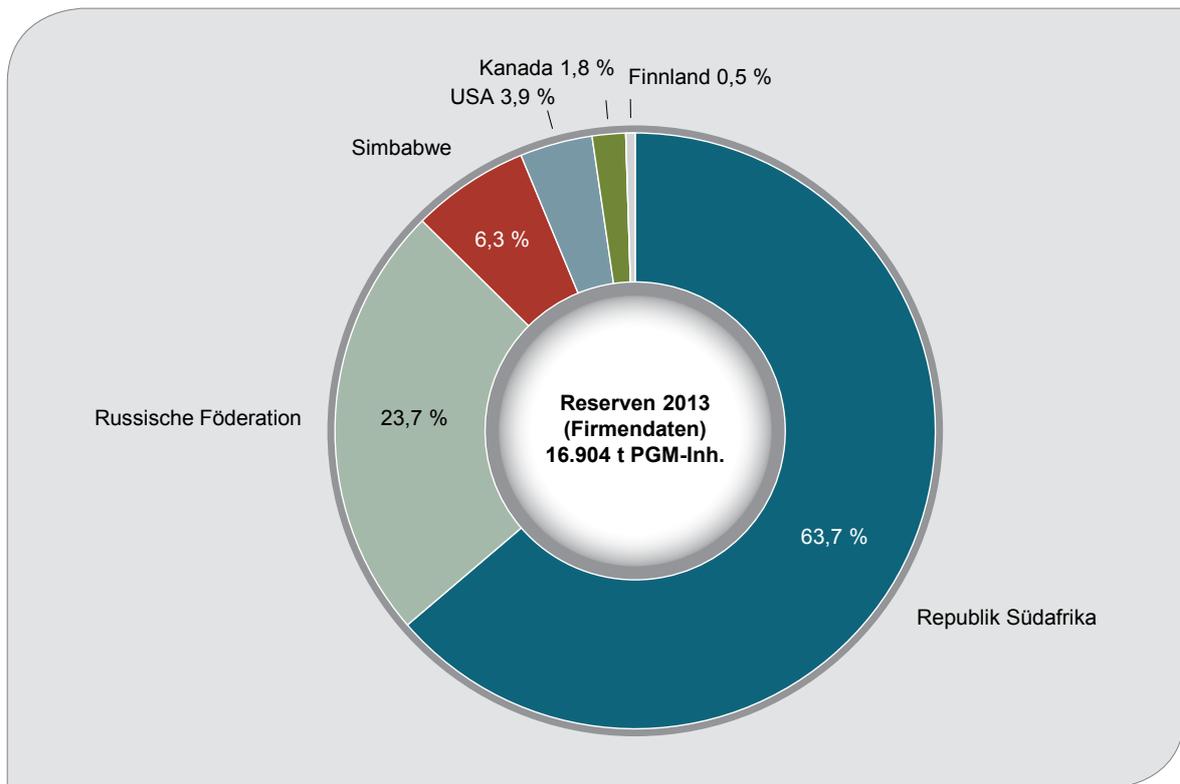


Abb. 58: Prozentuale Verteilung der weltweiten PGM-Reserven für das Jahr 2013 auf Unternehmensebene (Datenquelle: BGR 2014, RMG 2014, SNL 2015).

Lebensdauer kennziffer und Explorationsgrad

Die Lebensdauer kennziffer (s. Glossar im Anhang) errechnet sich aus dem Verhältnis der weltweiten Reserven zur weltweiten Bergwerksförderung eines Jahres. Die Ziffer gibt einen Hinweis auf den Stand der Exploration.

Ausgehend von der aktuellen Bergwerksförderung der Platingruppenmetalle Platin, Palladium und Rhodium von summiert rund 417 t PGM-Inh. sowie den ermittelten Reserven auf Unternehmensbasis (Tab. 25) liegt die berechnete statische Reichweite bei etwa 41 Jahren und damit im mäßig bedenklichen Bereich. Legt man die Angaben des USGS (2015) zu den Reserven (66.100 t PGM-Inh.) der Berechnung zugrunde, ergibt sich eine statische Reichweite von mehr als 160 Jahren. Diese liegt damit wiederum im unbedenklichen Bereich. Gegenüber den Daten von 2003 mit einer statischen Reichweite von 168 Jahren sind, basierend auf Daten des USGS, keine signifikanten Veränderungen erkennbar.

Die Reichweite der Reserven ist unkritisch, sofern ausreichend hohe Explorationsbudgets bei den Firmen vorhanden sind, laufend Investitionen in Betriebserweiterungen getätigt oder neue Bergwerke gebaut werden. Aus diesem Grund wird aus der Lebensdauer kennziffer und dem Explorationsbudget der Explorationsgrad ermittelt. Eine bedenkliche Situation wäre dann erreicht, wenn die Lebensdauer kennziffer stark sinken würde, gleichzeitig wenig Geld in die Exploration fließt und Aussicht auf steigende Nachfrage besteht.

Zwischen 2003 und 2008 stiegen die Explorationsausgaben, bezogen auf 1 oz PGM, deutlich an und markierten 2008 mit ca. 26 US\$/oz einen absoluten Höchststand. Durch die Finanzmarktkrise lagen die Ausgaben 2009 bei unter 15 US\$/oz PGM. Ab 2010 stiegen die Explorationsausgaben erneut an und lagen 2012 bei ca. 24 US\$/oz und damit nur knapp unter dem Höchststand aus dem Jahr 2008. Das Jahr 2013 markiert mit Explorationsausgaben von etwa 9 US\$/oz (Abb. 59) einen Tiefstand. Die Ausgaben lagen etwa 41 % unter dem Durchschnitt der letzten zehn Jahre ($\bar{\sigma} = 15,1$ US\$/oz) und 39 % unter dem Durch-

schnitt der letzten fünf Jahre ($\bar{\varnothing} = 14,8$ US\$/oz). Legt man die geschätzte Produktionsmenge des Jahres 2014 von rund 381 t PGM-Inh. zugrunde, ergeben sich für das Jahr 2014 Explorationsausgaben von 14,6 US\$/oz. Dies entspricht einer Steigerung von 63 % gegenüber 2013.

Länderkonzentration und Länderrisiko der Reserven

Etwa 93,2 % der bekannten Unternehmensreserven von Platingruppenmetallen konzentrieren sich auf lediglich drei Länder (Tab. 25). Der HHI ist mit einem Wert von 4.699 sehr hoch, wobei in dieser Berechnung nur die Reserven aktuell im Bergbau tätiger Unternehmen berücksichtigt sind. Die Länderkonzentration der Reserven ist somit als bedenklich einzustufen (s. Anhang). Das gewichtete Länderrisiko der Reserven liegt mit einem Wert von $-0,02$ ebenfalls im bedenklichen Bereich (s. Anhang). Basierend auf den Daten des USGS ergeben sich ein HHI im bedenklichen Bereich von 9.087 sowie ein mäßig bedenkliches gewichtetes Länderrisiko von 0,23.

2.5.2 PGM-Potenziale in der Republik Südafrika

Neben den in Kapitel 2.5.1 aufgeführten Angaben zu den PGM-Reserven gibt es vor allem in Südafrika und Simbabwe weitere Potenziale zur Gewinnung von Platingruppenmetallen. Diese liegen in PGM- und Chromithalden sowie oxidierten Bereichen von Primärlagerstätten vor. Detaillierte Untersuchungen und Ergebnisse hierzu liegen bei der DERA vor („Investor’s and Procurement Guide South Africa“, im Druck 2015).

Haldenpotenziale

Seit Jahrzehnten fällt im Platin- und Chromitbergbau in Südafrika PGM-haltiges Haldenmaterial an (Abb. 60). Derzeit gewinnen z. B die Unternehmen Sylvania Platinum Ltd. und Pan African Resources plc geringe Mengen an Platingruppenmetalle aus Aufbereitungsabgängen von Chromitbergwerken.

Nach Ergebnissen der DERA liegen die Ressourcen bei rund 2,1 Mrd. t Aufbereitungsrückständen

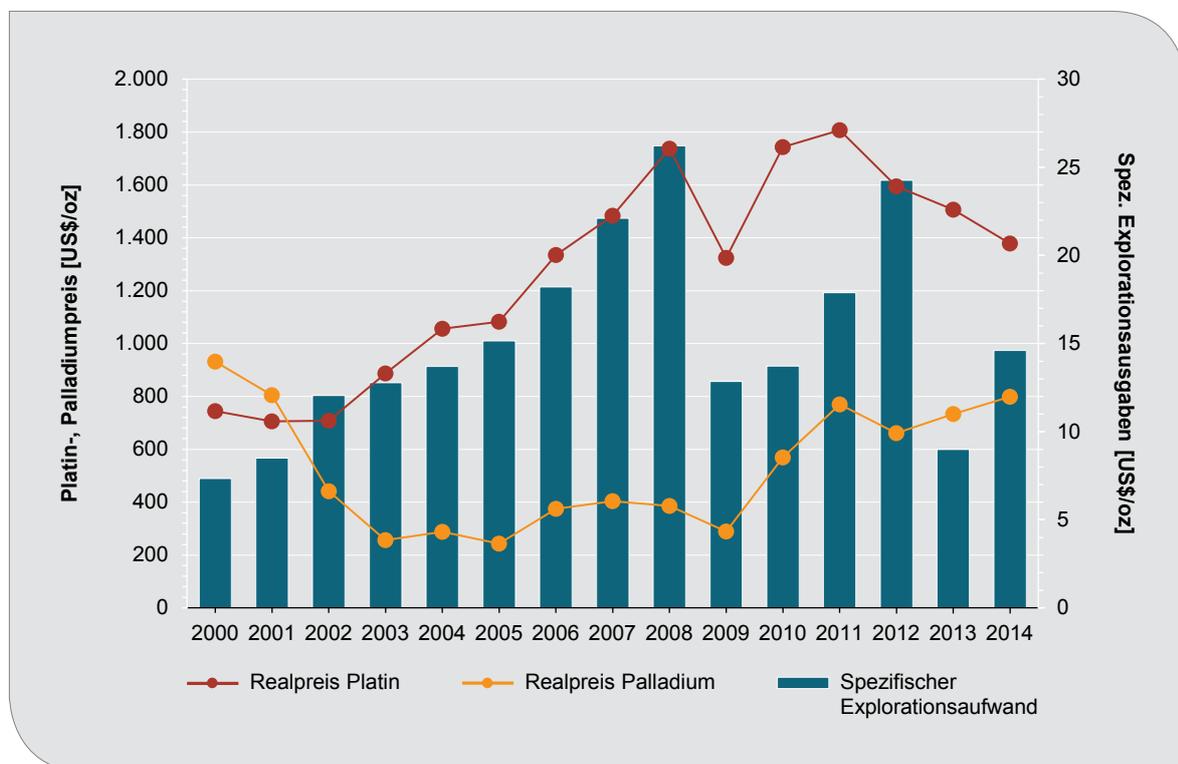


Abb. 59: Entwicklung von Explorationsausgaben, Pt- und Pd-Preis sowie spezifischem Explorationsaufwand (Datenquelle: BGR 2014, SNL 2015). Daten sind mit CPI ($\bar{\varnothing} 2014 = 100$) deflationiert.



Abb. 60: Halde der Firma Impala Platinum Ltd. (ca. 220 Mio. t @ 0,7 g/t PGM 4E) (BGR 2008).

mit PGM-Gehalten von 0,65 g/t (PGM-Halden) bis 2,225 g/t (Chromithalden) (Tab. 26). Die Gesamtmenge an PGM in diesen Haldenrückständen beläuft sich auf etwa 1.300 t PGM-Inh.. Durch neue Aufbereitungsverfahren könnten hieraus etwa 40 bis 50 % extrahiert werden.

Oxidierete PGM-Erze

Im Bushveld-Komplex liegen zusätzlich erhebliche Mengen an oxidierten PGM-haltigen Erzen vor. Es handelt sich hierbei um durch meteorische

Wässer oxidierte Erzhorizonte bis in eine Tiefe von etwa 40 m (Abb. 61). Diese Erze zeichnen sich durch eine im Vergleich zu Primärerzen veränderte und damit deutlich kompliziertere Mineralogie aus. Mit konventionellen Aufbereitungsprozessen können bei oxidierten Erzen z. B. nur etwa 30 % der enthaltenen PGM ausgebracht werden (OBERTHÜR et al. 2013). Da eine wirtschaftliche Aufbereitungsmethode bisher fehlt werden diese Erze nicht genutzt.

Das Volumen dieser oxidierten Erze wird in Südafrika auf etwa 330 Mio. t mit PGM-Gehalten (4E)

Tab. 26: Potenziale aus Haldenmaterial in der Republik Südafrika (Datenquelle: DERA 2015).

Halden	Gehalte [Ø]		Inhalt [Mio. t]	PGM [t 4E ¹⁾]	Cr ₂ O ₃ [Mio. t]
	PGM [g/t 4E ¹⁾]	Cr ₂ O ₃ [%]			
PGM-Bergwerke	0,65	5 – 10	2.089	1.213	177
Chromitbergwerke	2,25	20	43,5	87	8,7
Summe			2.132,5	1.300	185,7

¹⁾ PGM-Inhalt in 4E (Platin, Palladium, Rhodium und Gold).



Abb. 61: Oxidierte Bereiche des Platreef, Bergwerk Mogalakwena (BGR 2013).

von durchschnittlich 3–5 g/t geschätzt (DERA, im Druck 2015). Der überwiegende Teil dieser Erze befindet sich im nördlichen Bushveld-Komplex (ca. 210 Mio. t). Auf den östlichen Bereich des Bushveld-Komplexes entfallen etwa 74 Mio. t und auf den westlichen Bereich des Bushveld-Komplexes etwa 47 Mio. t. In Simbabwe (Great Dyke) wird das Potenzial auf etwa 160 bis 250 Mio. t geschätzt (OBERTHÜR et al. 2013).

Die BGR untersucht derzeit die mineralogischen und chemischen Charakteristika dieser speziellen Erze, um effiziente und kostengünstige Aufbereitungstechnologien zu entwickeln. Diese könnten die konventionelle PGM-Produktion ergänzen und entsprechend zur Rohstoffsicherung für die deutsche Industrie beitragen.

2.5.3 Zukünftiges Angebot

Die Abschätzung des künftigen Angebots basiert auf geplanten Betriebserweiterungen und Bergwerksprojekten, deren Jahresförderkapazitäten und dem geplanten Produktionsbeginn. Bei den

Daten der Kapazitäten aus neuen Bergbauprojekten und Betriebserweiterungen handelt es sich um Planzahlen der Bergbau- und Explorationsunternehmen.

Aufgrund der aktuellen wirtschaftspolitischen Situation in der Republik Südafrika sowie niedriger Platinpreise wurden viele Explorationsprojekte zurückgestellt. Einige der aktuell im Bau befindlichen Bergwerke werden zudem aufgrund von finanziellen Rückstellungen verzögert fertiggestellt. Zusätzlich wurde die Förderung in einigen Bergwerken der Republik Südafrika aufgrund einer zu geringen Rentabilität ausgesetzt. Diese Bergwerke befinden sich im Status der „Wartung und Instandhaltung“.

Da Platin, Palladium sowie Rhodium zusammen gewonnen werden, erfolgt die Betrachtung der möglichen Bergbauprojekte im Folgenden gemeinsam für alle drei Rohstoffe. Im Rahmen dieser Studie werden nur Angebotsszenarien bis zum Jahr 2018 für Platin und Palladium erstellt.

Betriebsaufnahme nach 2013/ Betriebsenerweiterungen

Informationen zu geplanten Betriebsenerweiterungen liegen aktuell von vier Firmen vor. Von diesen vier Erweiterungen sind drei für die Angebotsszenarien bis 2018 von Relevanz.

Ngezi: Das Unternehmen Zimplats Holdings Ltd. (87 % Firmenanteil Impala Platinum Ltd.) setzt aktuell das Phase-II-Projekt in Ngezi (Great Dyke, Simbabwe) um. Dabei handelt es sich um einen zusätzlichen Schacht (Portal 3, Mupfuti) des Bergwerks Ngezi. Das Projekt beinhaltet neben dem Schacht eine zweite Aufbereitungs- und Flotationsanlage (Ngezi 2 Concentrator) (ZIMPLATS 2015). Dieser wurde bereits Ende 2013 in Betrieb genommen. Das Unternehmen arbeitet gerade daran, die Kapazität von Portal 3 auf die geplante Menge von 2 Mio. t Erz pro Jahr zu erhöhen und liegt dabei nach Firmenangaben im Zeitplan. Durch diese Erweiterung könnte Ngezi zusätzlich ab 2015 pro Jahr schätzungsweise etwa 3,1 t Platin und 2,2 t Palladium produzieren.

Komsomolsky: Das russische Unternehmen Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. plant einen weiteren Schacht im Bergwerk Komsomolsky (Norilsk). Dieses Projekt soll ab Ende 2014 bis 2024 für rund 2 Mrd. US\$ umgesetzt werden. Dadurch könnten zusätzlich etwa 2,4 Mio. t Erz über einen Zeitraum von etwa 30 Jahren gewonnen werden (NORILSK NICKEL 2013), was einer Fördermenge von etwa 4 t Platin bzw. ca. 19 t Palladium pro Jahr entspricht. Ein genauer Förderbeginn für die Erweiterung wird nicht genannt. In den Angebotsszenarien bis 2018 wird diese Erweiterung anteilig anhand von Schätzungen (mit 50 %) berücksichtigt.

Blitz/Graham Creek: Das amerikanische Unternehmen Stillwater Mining Co. betreibt in Montana (USA) die beiden Bergwerke East Boulder und Stillwater. Aktuell wird das bereits 2010 geplante Projekt Blitz als Erweiterung des Stillwater-Bergwerks umgesetzt. Das Vorkommen soll über die bereits bestehende Infrastruktur dieses Bergwerks untertägig abgebaut werden. Hierzu wird ein weiterer Zugangstunnel gebohrt. Die Förderung soll Ende 2018 beginnen (STILLWATER MINING 2015). Weiterhin hat das Unternehmen das Erweiterungsprojekt Graham Creek ab 2010 in unmittelbarer Nähe des East-Boulder-Bergwerks beendet. Die Bauarbeiten

sind bereits abgeschlossen und die Förderung begann Mitte 2014. Durch diese beiden Erweiterungen soll die Produktion um schätzungsweise ca. 0,75 t PGM-Inh. (ca. 0,23 t Platin und 0,52 t Palladium) pro Jahr gesteigert werden.

Impala: Betriebsenerweiterungen werden ebenfalls von der Impala Platinum Ltd. für das größte Bergwerk angegeben. Hierbei sollen drei weitere Schächte abgeteuft werden, um weitere Ressourcen erschließen zu können. Die Bauarbeiten am Schacht Nr. 16 begannen 2013. Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Situation verzögern sich die Bauarbeiten, und der Beginn der geplanten Produktion (5,8 t Platin/a) wird nicht vor Ende 2019 erwartet (IMPALA PLATINUM 2015). Die Bauarbeiten an Schacht Nr. 17 und Schacht Nr. 20 wurden ebenfalls maßgeblich durch die Streiks in der Platinindustrie der Republik Südafrika beeinflusst. Der Produktionsbeginn wird auch hier nicht vor 2020 erwartet (Schacht Nr. 17: 5,6 t Platin/a, Schacht Nr. 20: 3,9 t Platin/a). Durch diese drei Erweiterungen sollen sinkende Produktionsmengen bestehender Schächte des Impala-Bergwerks ausgeglichen und die Gesamtförderung leicht gesteigert werden. Aufgrund ihrer zeitlichen Umsetzung sind diese Erweiterungen für die Berechnung der Angebotsszenarien bis 2018 nicht relevant.

Aus den Betriebsenerweiterungen bestehender Bergwerke könnten dem Markt im Jahr 2018 demnach ca. 5,3 t Platin und 12,2 t Palladium zusätzlich zur Verfügung stehen.

Bergwerke in Bau/Wiederaufnahme

Es befinden sich momentan sieben Bergwerke im Bau (Stand Januar 2015, Tab. 27). Bis auf das Bergwerk Broken Hammer (Kanada) befinden sich diese in der Republik Südafrika. Von den sieben Bergwerken sind jedoch aufgrund ihrer zeitlichen Umsetzung bzw. kurzen Lebensdauer (z. B. Broken Hammer) nur drei für die Angebotsszenarien bis 2018 relevant (Kap. 2.5.5).

Produktionsbeginn vor 2018

Western Bushveld JV: Das Western-Bushveld-Joint-Venture-Projekt ist das größte Projekt des Unternehmens Platinum Group Metals Ltd.

Es wurde 2004 übernommen und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt. Der Joint-Venture-Anteil des Unternehmens beträgt aktuell 83 %. Weiterer Partner ist das Unternehmen Jinchuan Group Co. Ltd. Im Jahr 2008 bzw. 2009 erreichte das Projekt den Feasibility-Status. Der Bau des Bergwerks begann im Jahr 2011 und die Investitionen belaufen sich aktuell auf ca. 300 Mio. US\$. Insgesamt sind Investitionen in Projekt I von rund 500 Mio. US\$ geplant. Eine Bergbaulizenz erhielt das Unternehmen im Jahr 2012. Insgesamt besteht das Joint Venture aus drei Projektteilen, von denen laut Unternehmen Teil I am weitesten entwickelt ist. Das Projekt befindet sich im westlichen Teil (Western Limb) des Bushveld-Komplexes, etwa 35 km nördlich von Rustenburg und südwestlich des Projektes Styldrift I. Über eine Laufzeit von rund 20 Jahren sollen dort Platingruppenmetalle sowie Nickel und Kupfer als Beiprodukte aus dem Merensky Reef und dem UG2 untertägig gewonnen werden.

Die Gesamtreserven des Projektes betragen ca. 146 t PGM 4E (94 t Pt, 39 t Pd, 7,3 t Rh). Die Ressourcen liegen bei ca. 255 t PGM 4E (ca. 171 t Pt, 69 t Pd, 13 t Rh) (Platinum Group Metals Ltd. 2015). Die Förderung soll Ende 2015 beginnen. Unter voller Auslastung (2016) sollen pro Jahr etwa 8,6 t PGM 4E produziert werden, davon 5,5 t Pt, 2,3 t Pd und 0,4 t Rh.

Booyensdal: Das Projekt gehört zu 100 % dem Unternehmen Northam Platinum Ltd. und befindet sich südwestlich von Mashishing (Lydenburg) im östlichen Teil (Eastern Limb) des Bushveld-Komplexes. Weitere PGM-Bergwerke in der näheren Umgebung sind Everest im Westen (Status: Wartung und Instandhaltung) und Two Rivers im Norden.

Das Projekt besteht laut Unternehmen aus insgesamt vier Teilen, von denen Teil I (UG2 North) im Jahr 2013 fertiggestellt wurde. Hier begann die untertägige Förderung (UG2) in kleinem Maßstab Ende 2013. Die volle Produktionskapazität von knapp 5 t PGM 4E (ca. 2,8 t Pt, 1,6 t Pd, 0,3 t Rh) pro Jahr ist für Ende 2015 avisiert (NORTHAM PLATINUM LTD. 2014). Die Lebensdauer des geplanten Bergwerks beträgt 50 Jahre. Das Teilprojekt UG2 North besteht aus vier Schächten, drei davon führen direkt in das UG2. Weiterhin existiert eine Brech- und Flotationsanlage mit einer Kapazität von etwa 185.500 t Erz pro Jahr. Nach Abtren-

nung der Chromitfraktion soll das Konzentrat in der firmeneigenen Schmelze in Zondereinde zu Konvertermatte verarbeitet werden.

Styldrift I: Das Projekt wird von dem Unternehmen Royal Bafokeng Platinum Ltd. umgesetzt. Die Planungen für das Untertagebergwerk begannen bereits 2009. Der Hauptschacht wurde zwischen 2011 und 2014 abgeteuft. Erste Explorations-tätigkeiten fanden in den 1970er-Jahren durch Johannesburg Consolidate Investments Co. Ltd. statt. Das Projekt befindet sich im westlichen Teil (Western Limb) des Bushveld-Komplexes zwischen dem Pilanesberg-Komplex und der Impala-Mine (Impala Platinum Holdings Ltd), etwa 5 km nördlich des North Shafts des Royal-Bafokeng-Rasimone-Bergwerks (BRPM). Die potenziellen PGM-Ressourcen befinden sich hier im Merensky Reef und im UG2 des Bushveld-Komplexes.

Angaben zu Reserven und Ressourcen des Einzelprojektes Styldrift I liegen nicht vor, da das Unternehmen nur Gesamtangaben zu den einzelnen PGM-führenden Horizonten Merensky Reef und UG2 macht. Die Gesamtreserven des Unternehmens betragen ca. 80,5 Mio. t Erz @ 4,11 g/t 4E (ca. 331 t PGM 4E). Die Ressourcen betragen aktuell ca. 169 Mio. t Erz @ 6,16 g/t 4E (ca. 1.039 t PGM 4E) (ROYAL BAFOKENG PLATINUM 2014).

Der Produktionsbeginn für das Bergwerk ist Ende 2015 geplant. Im Zeitraum von drei Jahren soll die volle Kapazität bis Ende 2018 erreicht werden. Diese beträgt bei voller Auslastung etwa 6,8 t Pt, 3,6 t Pd und etwa 0,8 t Rh pro Jahr. Nach Unternehmensangaben liegen alle Bauarbeiten im Plan. Neben dem Bergwerk wird auch eine Brech- und Flotationsanlage gebaut. Die Bauarbeiten hierzu haben laut Unternehmen 2014 begonnen verlaufen planmäßig. Diese Verarbeitungsanlage wird eine jährliche Kapazität von ca. 2,8 Mio. t Erz aufweisen.

Twickenham: Das Bergwerk Twickenham gehört zu 100 % dem Unternehmen Anglo Platinum Ltd. Es befindet sich im nördlichen Teil des östlichen Bushveld-Komplexes (Eastern Limb), liegt nördlich des Bergwerks Marula (Impala Platinum Ltd.) und grenzt im Norden an das Projekt Ga-Phasha (Joint Venture: Anglo Platinum Ltd. & Atlatsa Resources Ltd.)

Twickenham ist ein im Bau befindliches und noch nicht vollständig fertiggestelltes Untertagebergwerk, welches 2013 bereits geringe Mengen gefördert hat (0,3 t Pt und 0,3 t Pd) (ANGLO PLATINUM 2014). Im Jahr 2014 lag die Produktion bei rund 0,9 t PGM 4E (ANGLO PLATINUM 2015a). Die aktuelle Fördermenge wird in den Szenarien unter der Förderung des Landes schon berücksichtigt und daher zur Vermeidung einer Doppeltzählung nicht als zusätzliche Kapazität betrachtet.

Nach Angaben von Anglo Platinum Ltd. ist Twickenham für das Unternehmen bedeutsam, um im östlichen Teil des Bushveld-Komplexes Platingruppenmetalle zu fördern. Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen Lage der PGM-Industrie in der Republik Südafrika wurden die notwendigen Investitionen zum Ausbau auf die angestrebte volle Förderkapazität auf unbestimmte Zeit zurückgestellt. Es erfolgen daher nur Investitionen, die das Bergwerk auf dem aktuellen Stand in Betrieb halten. So wurde z. B. das Abteufen eines weiteren Schachtes auf unbestimmte Zeit verschoben. Somit wird die maximale Förderkapazität von rund 3 Mio. t PGM-reicher Erze aus dem UG2 und dem Merensky Reef frühestens 2024 erreicht.

Die geförderten Erze werden aktuell und auch künftig per Lkw zum südlich gelegenen Bergwerk Modikwa (Joint Venture: Anglo Platinum Ltd. & Northam Platinum Ltd.) transportiert. Hier erfolgt die Verarbeitung zu Konzentraten, welche dann nach Polokwane (Polokwane-Hütte, Anglo Platinum Ltd.) transportiert und dort weiterverarbeitet werden. Die Weiterverarbeitung der Konvertermatte erfolgt schließlich in der firmeneigenen Raffinerie (Rustenberg Base & Precious Metals Refinery) (ANGLO PLATINUM LTD. 2015b).

Die Gesamtreserven (sicher, wahrscheinlich) des UG2 des Bergwerks Twickenham betragen ca. 26,9 Mio. t Erz @ 5,43 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 146 t PGM 4E. Die Gesamtressourcen (Measured, Indicated, Inferred) aus dem UG2 liegen bei ca. 184 Mio. t Erz @ 5,88 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 1.080 t PGM 4E. Die Gesamtressourcen (Measured, Indicated, Inferred) aus dem Merensky Reef liegen bei ca. 163 Mio. t Erz @ 4,66 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 752 t PGM 4E (ANGLO PLATINUM 2014).

Broken Hammer: Das kleine Projekt Broken Hammer des Unternehmens Wallbridge Mining Co. Ltd.

befindet sich in Ontario, Kanada (nahe Sudbury). Das Projekt wurde im Jahr 2003 entdeckt und zu einem kleinen Tagebau entwickelt. Nach Firmenangaben wurde die Infrastruktur Mitte 2014 fertiggestellt. Die Förderung von rund 800 t Erz pro Tag begann im August 2014. Das geförderte Erz wird per Lkw nach Timmins (Redstone Mill, Northern Sun Mining Co.) gebracht und dort zu zwei unterschiedlichen Konzentraten verarbeitet. Ein PGM-reiches Konzentrat wird an eine europäische Hütte verkauft, wohingegen ein kupferreiches Konzentrat an eine lokale Hütte verkauft wird.

Basierend auf den Angaben zu Reserven und aktuellen Fördermengen des Unternehmens wird die Förderung in Broken Hammer nur etwa ein Jahr bis Ende 2015 andauern. Da das Vorkommen aber laut Unternehmen in die Tiefe und nach Norden offen ist, könnte der Abbau schätzungsweise bis Ende 2016 andauern. Für die zusätzlichen Angebotsmengen 2018 ist das Vorkommen daher nicht relevant.

Die aktuellen Reserven des Unternehmens betragen ca. 194.000 t Erz @ 2,16 g/t Pt (0,4 t Pt-Inh.) und 1,96 g/t Pd (0,38 t Pd-Inh.) (Wallbridge Mining 06/2014). Angaben zu Ressourcen liegen nicht vor. Nach Unternehmensangaben wurden bis Februar 2015 ca. 164.000 t Erz abgebaut. Etwa 76.000 t des abgebauten Erzes stammten dabei aus Bereichen, die außerhalb der eigentlichen Ressource liegen (WALLBRIDGE MINING CO. LTD. 2015).

Aus den drei genannten Bergwerken im Bau (Western Bushveld JV, Boysendal und Styldrift I) könnten dem Markt 2018 demnach ca. 15 t Platin und 7,5 t Palladium zusätzlich zur Verfügung stehen.

Produktionsbeginn nach 2018

Bakubung: Das Bergwerk Bakubung (ehem. Frischgwaagd-Ledig-Projekt) gehört zu 100 % dem Unternehmen Wesizwe Platinum Ltd. Etwa 45 % der Anteile an Wesizwe werden von einem Konsortium, bestehend aus Jinchuan & China-Africa Development Fund (CADFund), gehalten. Die übrigen 55 % entfallen auf BEE, Micawber und Anglo Platinum Ltd. (WESIZWE PLATINUM LTD. 2013).

Das Bergwerk befindet sich im westlichen Teil (Western Limb) des Bushveld-Komplexes westlich der Stadt Ledig und nordwestlich des geplanten

Bergwerks Styldrift I bzw. nördlich des geplanten Bergwerks WBJV.

Im Jahr 2009 erreichte das Projekt den Feasibility-Status. Die Bauarbeiten des Hauptschachtes begannen Mitte 2012 und die Inbetriebnahme ist aktuell für Ende 2018 bzw. Anfang 2019 geplant. Insgesamt sollen über einen Zeitraum von etwa 30 Jahren, jedoch frühestens ab 2021, ca. 13 t PGM 4E (ca. 8,2 t Pt, 3,7 t Pd und 1 t Rh) untertägig gewonnen werden (WESIZWE PLATINUM 2015). Die anfängliche Produktion (ab 2019) wird vermutlich bei etwa 6,2 t PGM 4E (ca. 3,9 t Pt, 1,8 t Pd und 0,4 t Rh) liegen. Die Kosten für die Umsetzung des Projektes belaufen sich auf knapp 1 Mrd. US\$.

Die Gesamtressourcen betragen aktuell ca. 79 Mio. t Erz @ 5,22 g/t 4E (412 t PGM 4E) (WESIZWE 2015, NORTHAM PLATINUM LTD. 2014). Angaben zu Reserven werden vom Unternehmen nicht gemacht. Aufgrund der geplanten zeitlichen Umsetzung ist das Bergwerk Bakubung für die Berechnung der Angebotsszenarien bis 2018 nicht relevant, könnte jedoch, bei erfolgreicher Umsetzung, für die Folgejahre eine wichtige Rolle spielen.

Platreef: Das Platreef-Projekt der Firma Ivanhoe Mines Ltd. befindet sich im nördlichen Teil (Northern Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt südöstlich des Bergwerks Mogalakwena des Unternehmens Anglo Platinum Ltd. und nordwestlich der Stadt Mokopane in der Limpopo-Provinz. Das Projekt gehört zu 64 % der Ivanhoe Mines Ltd. und zu 26 % den B-BBEE-Partnern (broad-based, black economic empowerment). Die übrigen 10 % der Anteile werden von einem japanischen Konsortium gehalten. Partner sind hierbei Itochu Co., ITC Platinum, Japan Oil/Gas & Metals National Co. und die Japan Gas Co. Im März kaufte die Zijin Mining Co. etwa 9,9 % des Unternehmens (IVANHOE MINES LTD. 2015).

Das Projekt beinhaltet die drei Farmen Turfspruit, Macalcaskop und Rietfontein. Die Farm Turfspruit grenzt dabei direkt an Mogalakwena an. Seit Explorationsbeginn im Jahr 2007 hat das Unternehmen nach eigenen Angaben signifikante PGM-Ressourcen in Turfspruit und Macalcaskop nachgewiesen. Diese befinden sich im sogenannten Flatreef, welches sölilig in einer Tiefe von 700 m bis 1.100 m liegt. Das Unternehmen plant

die Umsetzung des Projektes in drei Phasen. In Phase eins sollen pro Jahr etwa 4 Mio. t Erz verarbeitet werden. In Phase zwei soll die Kapazität auf 8 Mio. t Erz pro Jahr erweitert werden. Phase drei stellt eine zusätzliche Erweiterung auf 12 Mio. t Erz pro Jahr dar. Weiterhin gibt es Überlegungen, eine eigene Hütte und Raffinerie zur Gewinnung von Basismetallen zu bauen.

Baubeginn der ersten Phase war im Jahr 2014. Es wurde mit dem Bau einer Rampe begonnen, um dann Schacht Nr. 1 abteufen zu können. Weiterhin wurde mit dem Bau einer Erzförderanlage begonnen. Im Jahr 2017 soll dann eine erste Probeförderung über Schacht Nr. 1 beginnen. Der Hauptförderschacht (Schacht Nr. 2) soll ab Ende 2015 gebaut werden. Dies hängt laut Unternehmen jedoch maßgeblich von der Erteilung ausstehender Genehmigungen sowie der Finanzierung ab. Die erste Förderung (Phase 1) aus Schacht Nr. 2 ist für das Jahr 2020 geplant (IVANHOE MINES LTD. 2015b). Die Phasen zwei und drei sind ursprünglich für 2024 bzw. 2028 geplant.

Die Gesamtressourcen (Indicated) liegen bei ca. 214 Mio. t Erz @ 4,1 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 877 t PGM 4E. Die Gesamtressourcen (Inferred) liegen bei ca. 415 Mio. t Erz @ 3,5 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 1.453 t PGM 4E (IVANHOE MINES LTD. 2015b). Angaben zu Reserven werden von dem Unternehmen nicht gemacht.

Aufgrund der geplanten zeitlichen Umsetzung wird das Projekt Platreef für die Berechnung der Angebotsszenarien bis 2018 nicht berücksichtigt. Bei erfolgreicher Umsetzung könnte es aber in den Folgejahren die Fördermengen der Republik Südafrika erhöhen.

Bergwerke (Wartung und Instandhaltung)

Nach aktuellem Stand (02/2015) sind in der Republik Südafrika mehrere Bergwerke aufgrund der wirtschaftlichen Situation sowie niedriger PGM-Preise nicht in Betrieb (Status: Wartung & Instandhaltung) (Tab. 27). Eine Wiederaufnahme der Förderung ist in diesen Bergwerken prinzipiell möglich. Das Bergwerk Crocodile River war beispielsweise im Jahr 2008/2009 nur kurzzeitig nicht in Betrieb. Im Jahr 2010 wurde die Förderung wieder aufgenommen.

Insgesamt könnten diese Bergwerke durch eine Wiederaufnahme der Förderung, basierend auf historischen Produktionsdaten, relativ kurzfristig Platingruppenmetalle bereitstellen. In den Angebotsszenarien bis 2018 werden für Platin ca. 5 t und für Palladium 3,1 t als mögliche Fördermengen angenommen.

Bergbauprojekte

Neben den aktuell im Bau befindlichen Bergwerken (s. o.) gibt es eine Vielzahl weiterer fortgeschrittener PGM-Projekte. Der überwiegende Teil davon liegt im Bushveld-Komplex der Republik Südafrika (Tab. 27). Weitere, kleinere Projekte befinden sich zudem z. B. in Kanada oder Australien.

Von den im Folgenden ausgewählten und beschriebenen Projekten (Feasibility- und Prefeasibility-Status) sind nur das Bergbauprojekt NorthMet (PolyMet Mining Ltd., USA) sowie die beiden Haldenprojekte des Unternehmens Jubilee Platinum Ltd. aufgrund ihrer geplanten zeitlichen Umsetzung für die Angebotsszenarien bis 2018 von Relevanz.

Die übrigen Projekte können in den Angebotsszenarien bis 2018 nicht berücksichtigt werden, da laut den Unternehmen, selbst unter sehr optimistischen Annahmen, nicht mit einer Förderung vor dem Jahr 2019 gerechnet werden kann. Gleichwohl erfolgt hier eine Beschreibung, da die Autoren der Studie davon ausgehen, dass die genannten Projekte bei positiver Marktentwicklung das Potenzial bergen, nach ihrer Fertigstellung substantiell zur Bergwerksförderung der Platingruppenmetalle beizutragen.

Produktionsbeginn vor 2018

NorthMet: Das NorthMet-Projekt der Firma PolyMet Mining Ltd. ist primär ein Nickel-Kupfer-Projekt. Die Platingruppenmetalle Platin und Palladium sowie Gold sollen als Koppelprodukte gewonnen werden. Das Projekt befindet sich im Bundesstaat Minnesota, etwa 110 km nördlich von Duluth und 10 km südlich von Babbitt. Das Projekt befindet sich im Duluth-Komplex, einer Layered-Intrusion. Das Vorkommen ist eines von insgesamt elf bekannten Vorkommen auf der Westseite dieses Komplexes.

Insgesamt besteht das Projekt aus zwei Teilen, dem eigentlichen NorthMet-Vorkommen sowie der bereits vorhandenen Aufbereitungsanlage Erie Plant. Eine DFS (Definite Feasibility Study) aus dem Jahr 2007 sowie ein Update des letzten Technical Report (NI-43-101), durchgeführt durch AGP Mining Consultants Inc. aus dem Jahr 2012, liegen vor (POLYMET MINING Co. 2015).

Es ist geplant, insgesamt drei Tagebaue zu errichten (West Pit, Central Pit, East Pit). Das geförderte Erz soll dann per Zug zur Aufbereitung Erie Plant gebracht werden. Diese wurde 2005 von NorthMet gekauft und produzierte ursprünglich Taconite-Pellets (Eisen) (POLYMET MINING 2015). Nach Unternehmensangaben wird mit den finalen Genehmigungen zum Bau und zum Betrieb des Bergwerks Ende 2015 gerechnet. Voraussetzung hierfür ist, dass PolyMet nicht nur die Rechte am Erzkörper besitzt, sondern auch die Landrechte. Diese liegen aktuell noch beim United States Forest Service (USFS) (DNR 2014).

Es wurde daher ein Grundstücktausch vorgeschlagen. Dieser Prozess wird gerade bearbeitet und kann nach Aussagen des Minnesota Department of Natural Resources bis zu zwölf Monate dauern. Falls dieser Landtausch nach dem gesetzten Zeitplan realisiert werden kann, soll Ende 2016 die Förderung beginnen. Nach etwa sechs Monaten könnte demnach die volle Förderkapazität erreicht werden. Hierbei sollen pro Jahr etwa 3,3 t PGM 4E (ca. 0,8 t Pt und ca. 2,1 t Pd) produziert werden (POLYMET MINING 2015).

Das Unternehmen gibt Reserven (proven) von rund 275 Mio. t Erz @ 0,075 g/t Pt (20,6 t Pt) und 0,26 g/t Pd (71,4 t Pd) an. (POLYMET MINING Co. 2012). Die Ressourcen (Measured, Indicated, Inferred) belaufen sich auf 1,1 Mrd. t Erz @ 0,29 g/t PGM 4E. Dies entspricht in etwa 310 t PGM 4E.

Haldenprojekte Jubilee Platinum Ltd.: Das Unternehmen Jubilee Platinum Ltd. entwickelt durch ein Tochterunternehmen (Pollux Investments (Pty) Ltd. aktuell zwei Haldenprojekte an bestehenden Bergwerken in der Republik Südafrika. Das erste der beiden Projekte umfasst die exklusive Aufarbeitung der Halden des Unternehmens ASA Metals (Pty) Ltd. (Dilokong

Tab. 27: Übersicht der aktuell bekannten und wichtigsten PGM-Projekte im Prefeasibility- und Feasibility-Status sowie Bergwerke im Status von Wartung und Instandhaltung.

Projektname	Land	Firma	Status	Erwartete zusätzliche Jahreskapazität [t PGM-Inh. 4E] (Jahr)	Erwarteter Produktionsbeginn	Reserven/ Ressourcen [t PGM-Inh. 4E]
Ngezi	Simbabwe	Zimplats Holdings Ltd.	Erweiterung	7 ¹⁾ (2015)	Q4/2013	790 ²⁾ /7.017 ²⁾
Komsomolsky (Skalystaya)	Russische Föderation	Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co.	Erweiterung	23 ³⁾ (2018)	2017	k. A./684 ⁴⁾
Blitz & Graham Creek	USA	Stillwater Mining Co.	Erweiterung	0,7 ³⁾ (2016)	2018 (Blitz), 2014 (G. Creek)	686 ²⁾ /k. A.
Impala (Schacht Nr. 16, 17, 20)	Republik Südafrika	Impala Platinum Ltd.	Erweiterung	15 ⁵⁾	2019/2020	2.948 ⁶⁾ /1.043 ⁶⁾
WBJV JV	Republik Südafrika	Platinum Group Metals Ltd.	Im Bau	8,6 ⁷⁾ (2016)	Q4/2015	146/255
Booyendal	Republik Südafrika	Northam Platinum Ltd.	Im Bau	5 (Q1/2016)	Q3/2013	98,6/3.210
Styldrift I	Republik Südafrika	Royal Bafokeng Platinum Ltd., Anglo Platinum Ltd.	Im Bau	12,5 (Q4/2018)	Q4/2015	331/1.039
Twickenham	Republik Südafrika	Anglo Platinum Ltd.	In Betrieb	11 – 13 ⁴⁾ (k. A.)	2012 ⁸⁾	146/1.842
Broken Hammer	Kanada	Wallbridge Mining Co. Ltd.	In Betrieb	1,5 ⁹⁾	2014 ⁹⁾	2,5 ⁹⁾
Bakubung	Republik Südafrika	Wesizwe Platinum Ltd.	Im Bau	13 (2021)	2019	k. A./412
Platreef	Republik Südafrika	Ivanhoe Mines Ltd.	Im Bau	15 ³⁾ (Q4/2028)	2020	k. A./2.330
NortMet	USA	PolyMet Mining Ltd.	Geplant	3,3 (2016)	2016	92/310
Haldenprojekt	Republik Südafrika	Jubilee Platinum Ltd.	Geplant	1,3 ¹⁰⁾ (2017)	2016	7/(k. A.)
Waterberg	Republik Südafrika	Platinum Group Metals Ltd.	Geplant	19 (Q4/2020)	2019	(k. A.)/693 ¹¹⁾
Leeuwkop	Republik Südafrika	Impala Platinum Holdings Ltd. & weitere	Im Bau (on hold)	4,3 – 5 (k. A.) ⁵⁾	2021	k. A./985
Garatau	Republik Südafrika	NKWE Platinum Ltd.	Geplant	k. A (k. A.)	k. A.	k. A./677
Lesego	Republik Südafrika	Village Main Reef Ltd.	Geplant	k. A (k. A.)	k. A.	k. A./83 ¹²⁾
Mareesburg	Republik Südafrika	Eastern Platinum Ltd.	Im Bau (on hold)	5 (k. A.)	k. A.	k. A./2.322 ¹³⁾
Tjate	Republik Südafrika	Jubilee Platinum Ltd.	Geplant	k. A (k. A.)	k. A.	k. A./696

Projektname	Land	Firma	Status	Erwartete zusätzliche Jahreskapazität [t PGM-Inh. 4E] (Jahr)	Erwarteter Produktionsbeginn	Reserven/ Ressourcen [t PGM-Inh. 4E]
Volspruit	Republik Südafrika	Sylvania Platinum Ltd.	Geplant	k. A. (k. A.)	k. A.	k. A./109
Kalplats	Republik Südafrika	African Rainbow Platinum Ltd.	Geplant	2,9 (k. A.)	k. A.	k. A./210
Bokai	Simbabwe	Todal Mining Ltd.	Geplant	11 (k. A.)	k. A.	189/350
Panton	Kanada	Panoramic Resources Ltd.	Geplant	2,6 ⁴⁾ (k. A.)	k. A.	k. A./65 ³⁾
Crocodile River	Republik Südafrika	Eastern Platinum Ltd.	W & I ¹⁹⁾	1,73 ¹⁴⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	98/587
Marikana	Republik Südafrika	Anglo Platinum Ltd., Aquarius Platinum Ltd.		1,2 ¹⁵⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	97/154
Everest	Republik Südafrika	Aquarius Platinum Ltd.		2,7 ¹⁵⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	34/97
Blue Ridge	Republik Südafrika	Aquarius Platinum Ltd.		2,9 ¹⁴⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	84/256
Smokey Hills	Republik Südafrika	Platinum Australia Ltd.		3 ¹⁵⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	18/31
Lonmin (Messina)	Republik Südafrika	Lonmin plc		0,7 ¹⁶⁾ (2018)	2016 ¹⁷⁾	161/700

¹⁾ 6E. ²⁾ Angaben für das Gesamtunternehmen. ³⁾ Nur Platin und Palladium. ⁴⁾ Geschätzt. ⁵⁾ Nur Platin. ⁶⁾ Angaben für das gesamte Bergwerk Impala. ⁷⁾ Nur Platin, Palladium und Rhodium. ⁸⁾ Geringe Fördermenge von < 1 t PGM-Inh. 4E. ⁹⁾ Broken Hammer hat nur eine Lebensdauer von ca. 2 Jahren bei aktuellen Reserven. ¹⁰⁾ Enthält nur das Teilprojekt der Hercul Halden. ¹¹⁾ Enthält Angaben zum Teilprojekt Waterberg-Extension (212 t PGM-Inh. 4E). ¹²⁾ Angaben sind aktualisierte Daten; Ressourcen laut DFS (2013) 1.214 t PGM-Inh. 4E. ¹³⁾ Enthält zusätzlich die Teilprojekte Spitzkop, Kennedy's Vale. ¹⁴⁾ Fördermenge 2011 (Status: Wartung und Instandhaltung seit 2012). ¹⁵⁾ Fördermenge 2012 (Pt) (Status: Wartung und Instandhaltung seit 2013). ¹⁶⁾ Fördermenge 2008 (Status: Wartung und Instandhaltung seit 2009). ¹⁷⁾ Diese fünf Bergwerke könnten geschätzt 2018 zusammen 5 t Pt und 3,1 t Pd zur Verfügung stellen. ¹⁸⁾ ¹⁹⁾ Status: Wartung und Instandhaltung.

Chrome Mines). Diese Halden umfassen aktuell (Stand: 11/2014) laut Unternehmen etwa 1,1 Mio. t Material. Pro Monat kommen etwa 11.500 t Material hinzu. Das zweite Projekt umfasst die Halden des Unternehmens Hercul Ferrochrome (Pty) Ltd. mit aktuell etwa 3,3 Mio. t Material. Pro Monat kommen etwa 17.000 t hinzu. Die Gesamtressourcen liegen bei etwa 7 t PGM-Inh. (4E) (JUBILEE PLATINUM LTD. 2015b). Aus beiden Haldenprojekten zusammen sollen ab etwa 2016 Platingruppenmetalle sowie Chromit gewonnen werden. Die Jahresproduktion wird laut Planung bei etwa 1,3 t PGM-Inh. liegen. Dies entspricht schätzungsweise 0,7 t Pt und 0,3 t Pd. Die Investitionskosten belaufen sich auf etwa 21 Mio. US\$.

Die Bauzeit beträgt laut Unternehmen etwa ein Jahr.

Aus diesen beiden Projekten könnten dem Markt 2018 schätzungsweise 1,5 t Pt und 2,4 t Pd zusätzlich zur Verfügung stehen.

Produktionsbeginn nach 2018

Waterberg: Das Waterberg-Projekt (PTM/JOG-MEC JV) der Firma Platinum Group Metals Ltd. (PGM) befindet sich in nördlicher Verlängerung des nördlichen Teils (Northern Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt etwa 20 km südwest-

lich der Kleinstadt Bochum. Das Unternehmen bezeichnet die Vorkommen als neuen Teil des nördlichen Bushveld-Komplexes. Das Gesamtprojekt besteht aus dem eigentlichen Waterberg-Projekt (PTM/JOGMEC JV) und der sich nördlich anschließenden Waterberg-Extension, die sich in einem sehr frühen Explorationsstadium befindet.

Das Projekt bildet ein Joint Venture zwischen Platinum Group Metals Ltd. (37 %), JOGMEC (Japan Oil, Gas and Metals National Co. (37 %) und Mnombo Wethu Consultants Pty. Ltd. (26 %). An zuletzt genannter Firma hält PGM etwa 49,9 % Anteile. Somit hält das Unternehmen Platinum Group Metals Ltd. knapp 50 % des Waterberg-Projektes.

Erste Explorationstätigkeiten begannen bereits im Jahr 2007. Ein PEA (Preliminary Economic Assessment) wurde Anfang 2014 fertiggestellt. Es folgte eine PFS (Prefeasibility Study) Ende 2014. Für Anfang 2015 wird eine Feasibility Study erwartet. In Januar 2015 wurde zusätzlich eine Bergbaulizenz für das Projekt beantragt. Zu Beginn 2016 soll dann mit dem Bau eines Untertagebergwerks begonnen werden. Die initiale Förderung ist für Ende 2018 bzw. Anfang 2019 geplant. Die volle Produktionskapazität soll unter optimalen Bedingungen gegen Ende 2020 erreicht werden (PLATINUM GROUP METALS). Abgebaut wird dann in einer Teufe von ca. 130 m bis 1.250 m.

Die Ressourcen (Inferred) des Waterberg-Projektes (PTM/JOGMEC JV) verteilen sich auf die sogenannte F-Zone und T-Zone (T1, T2) und belaufen sich aktuell auf etwa 287 Mio. t Erz @ 3,15 g/t PGM 4E bei einem angenommenen Cut-off-Gehalt von 2 g/t. Dies entspricht etwa 904 t PGM 4E bzw. 270 t Pt (0,94 g/t), 551 t Pd (1,92 g/t) und 11,5 t Rh (0,03 g/t). Weiterhin sind in der Lagerstätte etwa 280.000 t Kupfer und ca. 502.000 t Nickel enthalten (PLATINUM GROUP METALS LTD. 2014).

Die Ressourcen (Inferred) der Waterberg-Extension beinhalten aktuell nur die sogenannte F-Zone und belaufen sich auf ca. 68 Mio. t Erz @ 3,11 g/t PGM 4E bei einem angenommenen Cut-off-Gehalt von 2 g/t. Dies entspricht etwa 212 t PGM 4E bzw. 63 t Pt-Inh. (0,93 g/t), 135 t Pd-Inh. (1,98 g/t) und 3 t Rh-Inh. (0,05 g/t). Weiterhin sind etwa 73.000 t Kupfer und ca. 156.000 t Nickel enthalten (PLATINUM GROUP METALS 2014).

Unter voller Auslastung soll das geplante Bergwerk über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren etwa 7,2 Mio. t Erz pro Jahr fördern und somit etwa 6 t Pt/a und 13 t Pd/a produzieren. Für die Angebotsszenarien bis 2018 ist das Projekt aufgrund der zeitlichen Umsetzung nicht relevant, könnte jedoch nach seiner Fertigstellung substantiell zur Bergwerksförderung der Platingruppenmetalle beitragen.

Leeuwkop: Das Leeuwkop-Projekt des ehemaligen Unternehmens Afplats Pty. Ltd. befindet sich im westlichen Teil (Western Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt etwa 10 km westlich der Stadt Brits. Das Leeuwkop-Projekt grenzt im Westen und Süden an Projekte des Bergbauunternehmens Lonmin plc an.

Das Unternehmen Afplats Pty. Ltd. wurde 2007 zu 100 % von der Impala Platinum Holdings Ltd. für knapp 350 Mio. US\$ übernommen (IMPALA PLATINUM 2007). Leeuwkop ist nunmehr ein Joint Venture zwischen Impala Platinum Ltd. (74 %) und weiteren BEE-Partnern (Impala Platinum Ltd. 06/2013 b reserves report print). Im Osten schließen sich die Teilprojekte Imbasa und Inkosi an. An Imbasa hält Impala Platinum Ltd. 60 % Anteile und 49 % an Inkosi. Die übrigen Anteile entfallen auf verschiedene BEE-Partner.

Eine BFS (Bankable Feasibility Study) wurde 2006 erstellt. Im Jahr 2008 wurde dann eine Bergbaulizenz erteilt. Ursprünglich sollte im Jahr 2009 mit dem Bau des Untertagebergwerks sowie der Aufbereitungsanlage begonnen werden. Diese Investitionen wurden zurückgestellt. Im Jahr 2012 wurde dann mit Verspätung der Bau des Hauptschachtes begonnen (Impala Platinum Ltd. 06/2013 b reserves report print). Ursprünglich war der Förderbeginn für das Jahr 2010 vorgesehen, die volle Kapazität sollte Ende 2013 erreicht werden. Es steht eine Entscheidung aus, ob, und wenn ja, wie das Projekt weiterentwickelt wird. Informationen zum aktuellen Stand der Entwicklungen liegen nicht vor. Laut Impala Platinum Ltd. (2014) lässt sich ein Produktionsbeginn frühestens für das Jahr 2021 abschätzen. Somit ist auch dieses Projekt nicht für die Angebotsszenarien bis 2018 relevant.

Ursprünglich wurde Leeuwkop in sechs Phasen geplant, von denen bisher nur Phase eins durch die beteiligten Unternehmen genehmigt wurde (IMPALA PLATINUM 2013). In Phase eins war der Bau

eines Untertagebergwerks mit zwei Hauptschächten geplant. Abgebaut werden sollten PGM-haltige Erze des UG2 ab einer Teufe von rund 1.100 m bis maximal 1.500 m. Ein Abbau des Merensky Reef wurde zum Zeitpunkt der BFS im Jahr 2006 als unwirtschaftlich angesehen. Die geplante Aufbereitungsanlage sollte eine Kapazität von rund 3 Mio. t Erz pro Jahr aufweisen. Somit sollten etwa 4,3 t bis 5 t Pt pro Jahr über einen Zeitraum von ca. 22 Jahren produziert werden.

Die Ressourcen (Measured, UG2) des Leuwkop-Projektes belaufen sich auf (Stand 06/2013) 79,2 Mio. t Erz @ 5,22 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 413 t PGM 4E bzw. 252 t Pt. Die Ressourcen (Indicated, UG2) liegen bei 14,3 Mio. t Erz @ 5,05 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 72 t PGM 4E bzw. 44 t Pt. Die Ressourcen (Inferred, UG2) liegen bei ca. 99,7 Mio. t Erz @ 5,01 g/t PGM 4E, was etwa 500 t PGM 4E bzw. 305 t Pt entspricht.

Garatau: Das Garatau-Projekt der Firma NKWE Platinum Ltd. befindet sich im östlichen Teil (Eastern Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt nordwestlich des Bergwerks Modikwa (Anglo Platinum Ltd., African Rainbow Ltd.) bzw. westlich des Bergwerks Smokey Hills (Status: Wartung und Instandhaltung) und südwestlich des Bergwerks Marula (Impala Platinum Ltd.). Insgesamt besitzt das Unternehmen sieben zusammenhängende Grundstücke (Farmen) im westlichen Bushveld-Komplex. Dies sind im Einzelnen: De Kom, Garatouw, Hoogste Punt, Hoepakrantz, Souplana, Nooltverwacht und Erste Gelug. Für das Garatau-Projekt (auch Garatouw) liegt bereits eine überarbeitete und optimierte BFS durch DRA Mining aus dem Jahr 2012 vor. Diese basiert auf einer ersten BFS aus dem Jahr 2010. Bergbaulizenzen liegen dem Unternehmen bereits für De Kom, Garatouw und Hoepakrantz vor.

Das Garatau-Projekt gehört zu 100 % der NKWE Platinum Ltd. Wichtiger finanzieller Partner ist das chinesische Unternehmen Zijin Mining Group Ltd. (NKWE PLATINUM LTD. 2013). Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, ein vollständig integriertes Bergbauunternehmen unter BEE (Black Economic Empowerment)-Führung zu werden.

Basierend auf der BFS der DRA Mining aus dem Jahr 2012 sehen die Planungen ein Untertagebergwerk vor, in dem ausschließlich das Merensky Reef in einer Teufe zwischen 350 m und 680 m

abgebaut werden soll. Etwa vier Jahre nach Baubeginn soll die erste Förderung erfolgen und die volle Produktionskapazität nach weiteren drei Jahren erreicht werden. Die Kosten belaufen sich auf etwa 600 Mio. US/\$. Die Umsetzung des Projektes hat noch nicht begonnen, daher ist es für die Angebotsszenarien bis 2018 nicht relevant.

In einer zweiten Phase, die nicht Bestandteil der existierenden BFS ist, sollen dann auch Erze aus dem UG2 abgebaut werden. Hier stehen zwei Optionen zur Auswahl: entweder der Bau eines eigenen Schachtes für UG2-Erze oder die Förderung über den Schacht des Merensky Reef. Hierdurch könnte die Förderung weitere 20 Jahre aufrechterhalten werden.

Die Ressourcen des Garatau-Projektes (Merensky Reef) belaufen sich auf aktuell (Stand 11/2013) etwa 104,7 Mio. t Erz @ 3,22 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 337 t PGM 4E. Die Ressourcen des Garatau-Projektes (UG2) belaufen sich auf 64,1 Mio. t Erz @ 5,31 g/t PGM 4E (NKWE PLATINUM LTD. 2013). Dies entspricht etwa 340 t PGM 4E.

Lesego: Das Lesego-Projekt der Firma Village Main Reef Ltd. befindet sich im Nordwesten des östlichen Teils (Eastern Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt ca. 3 km nordöstlich von Ga-Mankopane und ca. 4 km nordwestlich von Matsimela. Das Projekt gehört zu 78 % der Village Main Reef Ltd. und zu 22 % der IDC (Industrial Development Co. of South Africa) (VILLAGE MAIN REEF 2013).

Das Projekt umfasst drei Grundstücke (Farmen), Lesego Farms, Eersteregt Farm und Government Ground. Erste Explorationstätigkeiten begannen im Jahr 2007. Eine DFS (Definite Feasibility Study) durch DRA Mining liegt aus dem Jahr 2013 vor, jedoch ist das Unternehmen abweichend zur DFS bestrebt, Erze aus geringeren Teufen zu gewinnen, um den ursprünglich notwendigen Finanzierungsbedarf zu reduzieren. Hierzu wurde ein PEA (Preliminary Economic Assessment) im ersten Quartal 2014 angefertigt. Die ursprünglichen Planungen der DFS der DRA Mining sahen ein Untertagebergwerk vor, in dem Erze aus dem Merensky Reef und dem UG2 in einer Teufe zwischen 350 m und 2.050 m abgebaut werden sollten. Abweichend davon sieht die derzeitige Planung nur den Abbau bis in eine Teufe von etwa 1.200 m vor (VILLAGE MAIN REEF LTD. 2015).

Laut DFS lagen die Ressourcen des Lesego-Projektes (Merensky Reef) bei ca. 80,5 Mio. t Erz @ 5,66 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 456 t PGM 4E. Die Ressourcen aus dem UG2 belaufen sich auf 123,7 Mio. t Erz @ 6,13 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 758 t PGM 4E. Hinzu kommen etwa 180.000 t Kupfer und 226.500 t Nickel.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Überlegungen und des PEA belaufen sich die kombinierten Ressourcen (Merensky Reef und UG2) auf ca. 21 Mio. t Erz @ 3,94 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 83 t PGM 4E. Diese Ressource (< 1.200 m Teufe) könnte über einen Zeitraum von 23 Jahren abgebaut werden, ohne die tiefer liegenden Vorkommen unerreichbar zu machen. Für dieses Szenario wird ein Investitionsumfang von etwa 450 Mio. US/\$ veranschlagt. Im ersten Halbjahr 2015 will das Unternehmen eine Abbaukonzession beantragen (VILLAGE MAIN REEF 2015). Weitere Informationen zu dem Projekt liegen nicht vor. Für die Angebotsszenarien bis 2018 ist das Projekt nicht relevant.

Mareesburg: Das Mareesburg-Projekt des Unternehmens Eastern Platinum Ltd. (Eastplats) befindet sich im Süden des östlichen Teils (Eastern Limb) des Bushveld-Komplexes. Es liegt etwa 50 km westlich der Stadt Lydenburg und südlich der Stadt Steelpoort in der Limpopo-Provinz. Das Projekt grenzt direkt an den Bereich des geplanten Bergwerks Der Brochen von Anglo Platinum Ltd. (Amplats).

Das Projekt wurde 2004 von Samancor Chrom Ltd. übernommen und stellt ein Joint Venture zwischen Eastern Platinum Ltd. (Anteil 50 %) und Lion's Head Platinum Pty. (BEE) (Anteil ebenfalls 50 %) dar. An der Lion's Head Platinum Pty. hält die Eastern Platinum Ltd. wiederum etwa 51 % Anteile. Somit ist die Eastern Platinum Ltd. mit knapp 87 % am Mareesburg-Projekt beteiligt.

Eine erste Explorationskampagne fand 2006/2007 statt. Eine Feasibility-Studie folgte im Jahr 2010. Aufgrund der schwierigen wirtschaftlichen Situation in der Republik Südafrika und der niedrigen PGM-Preise wird seit 2012 nicht mehr am Projekt gearbeitet (Status: Wartung und Instandhaltung). Bergbaukonzessionen liegen sowohl für das Mareesburg- als auch für das Spitzkop-Projekt vor.

Vom Unternehmen wurde ein Tagebau geplant, in dem hauptsächlich Erze aus dem UG2 abgebaut werden sollten. Das gefördertete Erz sollte dann in der eigens dafür im benachbarten Kennedy's Vale geplanten Anlage zu Konzentraten verarbeitet werden. Diese Anlage sollte eine anfängliche Kapazität von rund 1 Mio. t Erz pro Jahr aufweisen. Eine Erweiterung auf ca. 2 Mio. t Erz pro Jahr war geplant. Der Bau dieser Anlage hat begonnen, ruht aber ebenfalls seit Ende 2012.

Die Ressourcen (Measured, UG2) des Mareesburg-Projektes belaufen sich aktuell (Stand 02/2015) auf ca. 8,9 Mio. t Erz @ 5,26 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 47 t PGM 4E. Die Ressourcen (Indicated, UG2) liegen bei 6,9 Mio. t Erz @ 2,19 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 15 t PGM 4E.

Die Teilprojekte **Spitzkop-Kennedy's Vale** liegen nördlich von Mareesburg. **Spitzkop** ist ein Joint-Venture-Projekt zwischen Eastern Platinum Ltd. (Anteil 74 %) und Spitzkop Platinum PTY. Ltd. (Spitzplats) (Anteil 26 %) (EASTERN PLATINUM LTD. 2015). Eine Bergbaukonzession sowie zwei Schächte in das Merensky Reef und UG2 existieren bereits. Ein erster Probeabbau wurde Ende 2010 aufgrund sinkender PGM-Preise eingestellt (Status: Wartung und Instandhaltung). Nach Firmenangaben soll Spitzkop jedoch nach Mareesburg das zweite aktive Bergwerk des Unternehmens werden. Voraussetzung hierfür sind jedoch deutlich höhere PGM-Preise. Für diesen Fall kann die Verarbeitungsanlage in Kennedy's Vale auf die doppelte Kapazität von 2 Mio. t Erz pro Jahr ausgebaut werden.

Das Teilprojekt **Kennedy's Vale** liegt in der Verlängerung (Teufe) des Merensky Reef und des UG2, welches in Spitzkop abgebaut werden soll. Erste Explorationstätigkeiten fanden hier bereits in den 1980er-Jahren bis etwa zum Jahr 2003 statt. Die vorhandene Infrastruktur beinhaltet zwei Schächte, die in einer Teufe von etwa 900 m das UG2 erreichen. Aktuell ruhen auch hier die Aktivitäten aufgrund der niedrigen PGM-Preise. Der genaue Status des Teilprojektes ist nicht bekannt.

Die Ressourcen (Measured, UG2) des Spitzkop-Kennedy's-Vale-Projektes belaufen sich auf aktuell (Stand 02/2015) 133,6 Mio. t Erz @ 4,95 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 661 t PGM 4E. Die Ressourcen (Indicated, UG2) liegen bei 53,8 Mio. t Erz @ 4,28 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 230 t

PGM 4E. Die „Measured-Resources“ nach JORC-Code (Merensky Reef) liegen bei ca. 161 Mio. t Erz @ 2,56 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 412 t PGM 4E. Die „Indicated Resources“ (Merensky Reef) umfassen 88 Mio. t Erz @ 3,36 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 296 t PGM 4E. Informationen zu einer Wiederaufnahme der Aktivitäten in Mareesburg bzw. Spitzkop-Kennedy's Vale liegen aktuell nicht vor. Für die Angebotsszenarien bis 2018 ist das Projekt daher nicht relevant.

Tjate: Das Tjate-Projekt liegt etwa 35 km nordwestlich von Burgersfort und beinhaltet die beiden Farmen Dsjate und Fernkloof. Es grenzt im Osten an die Bergwerke Twickenham und Marula an. Das Projekt stellt ein Joint Venture zwischen Jubilee Platinum plc (Anteil 63 %) und Matuba Holdings (Anteil 27 %) dar. Die beiden erzführenden Horizonte Merensky und UG2 liegen in Teufen zwischen 600 m und 1.000 m.

Im Oktober 2013 wurde von Jubilee Platinum plc über das Tochterunternehmen Tjate Platinum Co. (Anteil 100 %) eine Bergbaulizenz beantragt. Voraussetzung für die Erteilung dieser Lizenz ist laut DMR die Bereitstellung von ca. 27 Mio. ZAR für die Deckung von Renaturierungskosten (Environmental Rehabilitation Guarantee) (JUBILEE PLATINUM 2015a).

Die Ressourcen (Indicated, Inferred) belaufen sich auf aktuell (Stand 02/2015) 132,5 Mio. t Erz @ 5,25 g/t PGM 4E. Dies entspricht etwa 696 t PGM 4E. Aufgrund des frühen Stadiums ist das Projekt für die Angebotsszenarien bis 2018 nicht relevant.

Volspruit: Das Volspruit-Projekt des Unternehmens Sylvania Platinum Ltd. befindet sich ca. 15 km südlich von Mokopane im Northern Limb des Bushveld-Komplexes und zwar im südlichen Bereich des Northern Limb. Es beinhaltet die Farmen Volspruit 326 KR und Zoetfeld 294 Kr (PTn 2). Die PGM-Vererzung befindet sich hier im sogenannten Volspruit Reef.

Eine DFS (Definite Feasibility Study) wurde im Jahr 2010 eingereicht. Diese beinhaltete den Bau zweier Tagebaue. Ursprünglich sollte das Bergwerk bereits 2012 in Betrieb gehen und nach etwa fünf Jahren seine volle Kapazität erreichen. Der ursprünglich geplante LOM betrug etwa 15 Jahre. Nach aktuellem Stand (04/2015) wurde mit dem

Bau bisher nicht begonnen. Laut Sylvania Platinum Ltd. wurde eine Bergbaulizenz beantragt.

Die Ressourcen (Measured) des Volspruit-Projektes belaufen sich aktuell (Stand 03/2015) auf ca. 34 t PGM 4E. Die Ressourcen (Indicated, Inferred) liegen bei 75 t PGM 4E (SYLVANIA PLATINUM 2015b). Informationen zu aktuellen Tätigkeiten an diesem Projekt liegen nicht vor. Für die Angebotsszenarien bis 2018 ist das Projekt daher nicht relevant.

Kalplats: Das Kalplats-Projekt befindet sich südwestlich des Bushveld-Komplexes im sogenannten Kraaipan-Greenstone-Belt. Die PGM-Mineralisationen finden sich in sieben unterschiedlichen Reefs (LG, MR1, MR2, LM, MM, UM und UUM) der Stella-Layered-Intrusion. Kalplats liegt etwa 350 km westlich von Johannesburg und ca. 25 km nördlich der Kleinstadt Stella in der Nord-West-Provinz.

Das Projekt wurde 2004 von der African Rainbow Platinum Ltd. (ARM) erworben und aktuell als Joint Venture zwischen ARM (Anteil 78 %), der Platinum Australia Ltd. (PLA) (Anteil 12 %) und der Anglo American Prospecting Services (Anteil 10 %) betrieben (AFRICAN RAINBOW MINERALS 2013).

Laut ARM liegt die Kontrolle bei der PLA. Das Kalplats-Projekt beinhaltet insgesamt die acht Teilprojekte Crater, Orion, Crux, Sirius, Mira, Vela, Serpens N und Serpens S. Erste Explorationsaktivitäten fanden bereits im Jahr 2000 statt. Eine Prefeasibility-Studie folgte 2009. Eine DFS (Definite Feasibility Study) wurde im Jahr 2010 eingereicht. Diese beinhaltete den Bau eines Tagebaus mit einer Förderkapazität von rund 1,5 Mio. t Erz pro Jahr über einen Zeitraum von rund 10 Jahren. Über diesen Zeitraum könnten etwa 29 t PGM 4E produziert werden. Für die Teilprojekte Crater, Orion, Crux und Sirius liegen Angaben zu den Ressourcen (Measured, Indicated, Inferred) vor. Für Mira, Vela und Serpens sind keine „Measured Resources“ verfügbar, sondern lediglich Informationen zu den „Indicated & Inferred Resources“. Die Gesamtreserven liegen bei 137,4 Mio. t Erz @ 1,53 g/ PGM 4E. Dies entspricht etwa 210 t PGM 4E. Hiervon entfallen etwa 14 Mio. t Erz @ 1,59 g/t PGM 4E (22 t PGM 4E) auf die Ressourcenkategorie „Measured“. Der Cut-off-Gehalt liegt bei 0,5 g/t PGM. Informationen zu aktuellen Tätigkeiten an diesem Projekt liegen nicht vor. Für die

Angebotsszenarien bis 2018 ist das Projekt daher nicht relevant.

Bokai: Das Bokai-Projekt befindet sich im Great Dyke (Simbabwe) nördlich des Bergwerks Ngezi der Firma Zimplats. Das Projekt gehört zu 100 % dem Unternehmen Todal Mining Ltd. (Todal). Diese Firma ist ein Joint Venture zwischen der Zimbabwische Mining Development Co. (ZMDC) (Anteil 40 %) und CAMEC (Anteil 60 %). Eine BFS wurde 2011 eingereicht und durch SRK Consulting Zimbabwe begutachtet (EURASIAN NATURAL 2012). Laut dieser Studie ist ein Untertagebergwerk mit einer jährlichen Förderkapazität von etwa 3,6 Mio. t Erz über einen Zeitraum von rund 20 Jahren geplant. Das Unternehmen gibt Reserven (Probable) von rund 59 Mio. t Erz @ 3,2 g/t PGM 4E an. Dies entspricht in etwa 189 t PGM 4E bzw. 88 t Pt (EURASIAN NATURAL 2012). Die Ressourcen (Indicated, Inferred) belaufen sich auf 103 Mio. t Erz @ 3,4 g/t PGM 4E. Dies entspricht in etwa 350 t PGM 4E

bzw. 175 t Pt. Nach Angaben von ENRC wurde 2011 mit dem Bau eines Schachtes begonnen. Die Arbeiten wurden jedoch eingestellt. Weiterführende Informationen zum aktuellen Stand liegen aktuell nicht vor. Aus diesem Grund ist das Projekt für die Angebotsszenarien bis 2018 nicht relevant.

Panton: Das Panton-Projekt des Unternehmens Panoramic Resources Inc. befindet sich etwa 60 km nördlich von Halls Creek im Westen Australiens. Eine BFS wurde bereits im Jahr 2003 erstellt. Diese wurde im Jahr 2012 überarbeitet. Laut dieser Studie ist ein Tagebau geplant, welcher nach etwa zwei Jahren Betrieb in einen Untertagebau übergehen soll. Jährlich sollen etwa 600.000 t Erz gefördert werden. Dies entspricht einer prognostizierten Jahresproduktion von rund 2,6 t PGM 4E. Informationen zu aktuellen Tätigkeiten an dem Projekt liegen nicht vor. Das Unternehmen gibt Ressourcen (Measured, Indicated, Inferred) von 14,3 Mio. t Erz @ 2,19 g/t Pt und 2,39 g/t Pd an.

Tab. 28: Übersicht der zusätzlich möglichen Jahresförderkapazität für Platin.

Status	Anzahl	Geplante Kapazität bis 2018 [t Pt-Inh./Jahr]	Anzahl	Geplante Kapazität nach 2018 [t Pt-Inh./Jahr]
Betriebserweiterungen	3	5,3	4	20,6
Im Bau/in Entwicklung	5 ¹⁾	15 ¹⁾	7	29,2
Wiederaufnahme (Wartung und Instandhaltung)	5	5	5	5
Projekte (FS und PFS)	2	1,5	10	10,7 ²⁾
Summe³⁾	15	26,8	26	65,8

¹⁾ Das Bergwerk Broken Hammer wird nur bis etwa 2016 fördern. ²⁾ Es liegen nur geplante Förderzahlen von zwei Projekten vor. ³⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

Tab. 29: Übersicht der zusätzlich möglichen Jahresförderkapazität für Palladium.

Status	Anzahl	Geplante Kapazität bis 2018 [t Pd-Inh./Jahr]	Anzahl	Geplante Kapazität nach 2018 [t Pd-Inh./Jahr]
Betriebserweiterungen	3	12,2	4	19
Im Bau/in Entwicklung	5 ¹⁾	7,5 ¹⁾	7	15,8
Wiederaufnahme (Wartung und Instandhaltung)	5	3,1	5	3,1
Projekte (FS und PFS)	2	2,4	10	15 ²⁾
Summe³⁾	15	25,2	26	53,2

¹⁾ Das Bergwerk Broken Hammer wird nur bis etwa 2016 fördern. ²⁾ Es liegen nur geplante Förderzahlen von zwei Projekten vor. ³⁾ Geringe Abweichung durch Rundung möglich.

Dies entspricht etwa 31 t Pt bzw. 34 t Pd. Weiterhin sind in der Lagerstätte Nickel und Kupfer enthalten (PANORAMIC RESOURCES 2015).

Neben den beschriebenen Projekten gibt es im Bushveld-Komplex eine Vielzahl weiterer Explorationsprojekte, die sich in teils sehr frühen Stadien befinden. Zu diesen Projekten gehören im westlichen Bushveld-Komplex z. B. Kruidfontein, Hoedspruit, Imbasa, Sheba's Ridge und Loskop. Im nördlichen Bushveld sind dies beispielsweise die Projekte War Springs, Akanani und Boikgantsho. Im westlichen Bushveld-Komplex sind hier die Projekte Mphalele, Zondernaam, Ga-Phasha, Tubatse, Grootboom, Tamboti und Vygenhoek beispielhaft zu nennen.

2.5.4 Zukünftige Nachfrage

Zeitreihen zur historischen Nachfrage liegen für Platin ab 1975 und für Palladium ab 1980 vor. Sie basieren auf den Daten von Johnson Matthey. Basis für die hier dargestellten Nachfrageszenarien bilden Nachfrageprognosen für das Jahr 2014 (JOHNSON MATTHEY 2014b). Detailangaben zur Nachfrage aus den einzelnen Verwendungsgebieten liegen bis einschließlich 2013 vor.

Platin

Im Jahr 2013 lag die Gesamtnachfrage nach Platin bei ca. 272,2 t. Etwa 63 t (23 %) davon wurden über den Sekundärsektor (Recycling) abgedeckt (JOHNSON MATTHEY 2014b). Für das Jahr 2014 wird weltweit eine Gesamtnachfrage von rund 264,8 t Platin prognostiziert. Etwa 71 t (26,8 %) stammen dabei aus dem Sekundärsektor.

Das jährliche Gesamtnachfragewachstum von Platin betrug zwischen 1975 und 2014 durchschnittlich 3,1 %. Zwischen 2004 und 2014 war aufgrund der in diesem Zeitraum liegenden Finanzmarktkrise (2008/2009) und dem damit verbundenen Nachfrageeinbruch eine deutlich geringere Zunahme der Nachfrage von nur etwa 1,7 % pro Jahr zu beobachten. Aufgrund der darauf folgenden Erholung und Nachfragesteigerung lag das jährliche Wachstum der Nachfrage zwischen 2009 und 2014 bei 4,6 % und damit deutlich über dem langjährigen Durchschnitt von 3,1 % pro Jahr.

Zukünftige Nachfrage wichtiger Anwendungsgebiete

Die größten Absatzgebiete nach Anwendung für Platin waren im Jahr 2013 Autoabgaskatalysatoren (35,9 %), Schmuck (34,6 %) und der Bankensektor (10 %). Die Entwicklung in diesen drei Bereichen wird daher den größten Einfluss auf die künftige Gesamtnachfrage von Platin ausüben. Auf die übrigen Anwendungsgebiete entfallen etwa 19,5 % der Nachfrage.

Abgaskatalysatoren: Bei Platin wird in den kommenden Jahren mit einem Nachfragezuwachs gerechnet, obgleich die Nachfrage zwischen 2012 und 2013 um etwa 0,7 % zurückgegangen ist. Laut WORLD PLATINUM INVESTMENT COUNCIL (WPIC 2015) nahm die Nachfrage von 2013 auf 2014 um ca. 3,3 % zu.

Gründe für eine Nachfragesteigerung nach Platin in diesem Sektor sind die aktuell hohen globalen Absatzzahlen der Automobilbranche sowie die Einführung strengerer Abgasnormen.

Weltweit stieg z. B. die globale Produktion von Fahrzeugen (Pkws, Nutzfahrzeuge) gegenüber dem Jahr 2003 (60,7 Mio. Einheiten) um 44 % auf 87,4 Mio. Einheiten im Jahr 2013 an. Im Vergleich zum Vorjahr (2012) stieg die Produktion um 3,7 %. Allein der Pkw-Markt wuchs um 3,8 % von 63,1 Mio. Einheiten auf 65,5 Mio. Einheiten (OICA 2015). In Deutschland wurden 2013 etwa 5,4 Mio. Pkws produziert und somit knapp 1 % mehr als im Vorjahr. Dem WPIC (2015) zufolge stieg die Produktion 2014 um weitere 3 % gegenüber 2013.

Ein wichtiger Wachstumsmarkt für Fahrzeuge wird weiterhin China bleiben. Lagen die Zulassungszahlen von Pkws im Jahr 2013 bei rund 17,93 Mio. Einheiten, so stiegen sie im Folgejahr (2014) um etwa 10,8 % auf etwa 19,87 Mio. Einheiten. Die Zulassungen von Nutzfahrzeugen liegen 2014 (3,96 Mio. Einheiten) in etwa auf Vorjahresniveau (4,07 Mio. Einheiten) (CAAM 2014). Es ist zu erwarten, dass der Fahrzeugmarkt in China weiterhin wachsen wird und dementsprechend auch die Nachfrage nach Platin respektive Palladium. Dem WORLD PLATINUM INVESTMENT COUNCIL (WPIC 2015) zufolge stiegen die Zulassungszahlen in Europa erstmalig seit sechs Jahren. Auch in Nordamerika stieg die Nachfrage gegenüber den Vorjahren deutlich an.

Als Beispiel für strengere Abgasvorschriften sei hier die EU-6 Norm mit Inkrafttreten zum September 2014 genannt. Durch diese strengere Norm wird z. B. bei Dieselfahrzeugen eine zusätzliche Abgasnachbehandlung (NO_x-Reduzierung) notwendig. Bei Pkws wird dies über NO_x-Speicher-Katalysatoren realisiert, welche vorrangig mit Platin arbeiten.

Generell ist anzumerken, dass Nachfragesteigerungen im Bereich der Abgaskatalysatoren aufgrund länderabhängiger Systemstandzeiten einen großen Einfluss auf das künftige Angebot aus dem Recycling von Katalysatoren ausübt. Dies gilt für alle in diesem Bereich eingesetzten Mengen an Platingruppenmetallen. Weiterhin spielt in diesem Anwendungsbereich die PGM-Beladung der Katalysatoren eine wichtige Rolle. Diese variiert je nach Region. Tendenziell sind die PGM-Gehalte in Nordamerika und Europa aufgrund einzuhalten der Abgasvorschriften deutlich höher als z. B. aktuell noch in China oder Indien.

Schmuck: Für diesen Anwendungsbereich wird in den kommenden Jahren von einer stabilen Nachfrage bzw. einer geringen Nachfragesteigerung bei Platin ausgegangen. Zwischen 2012 und 2013 stieg die Nachfrage um etwa 8,8 %. Gegenüber dem Jahr 2003 hat die Nachfrage um etwa 20 % zugenommen. Die größte Nachfrage wird in China, Japan und Nordamerika generiert. Aufgrund niedrigerer Preise bauen vor allem chinesische Händler ihre Lager auf, um bei steigenden Preisen wettbewerbsfähig zu bleiben (JOHNSON MATTHEY 2014b).

Banksektor (Investment, ETFs): Die Nachfrage nach Platin in diesem Sektor variierte in den letzten Jahren sehr stark und stieg zwischen 2012 und 2013 um knapp 94 %. Ursache hierfür war die Neugründung der beiden Platin-ETFs NewPLat (Absa Capital Corporate and Investment Bank Ltd.) und AfricanPlatinum (Standard Bank plc) in der Republik Südafrika. Sowohl JOHNSON MATTHEY (2014b) als auch der WORLD PLATINUM INVESTMENT COUNCIL (WPIC 2015) gehen jedoch nicht davon aus, dass sich eine solche Nachfrage wiederholt. Laut WPIC (2015) betrug die Nachfrage entsprechend im Jahr 2014 nur etwa 4 t Platin. Generell wird für den Bereich Investment dennoch mit einer stabilen Nachfrage in den kommenden Jahren gerechnet.

Palladium

Die Gesamtnachfrage nach Palladium betrug 2013 etwa 295,4 t. Davon wurden ca. 78,6 t (26,6 %) über den Sekundärsektor gedeckt (JOHNSON MATTHEY 2014b). Für das Jahr 2014 wird eine Gesamtnachfrage von rund 326,9 t Palladium prognostiziert. Etwa 83,6 t (25,6 %) davon stammen aus sekundären Datenquellen.

Das jährliche Gesamtnachfragewachstum von Palladium betrug zwischen 1980 und 2014 durchschnittlich 4,95 %. Zwischen 2004 und 2014 nahm die Gesamtnachfrage demgegenüber nur um knapp 4 % pro Jahr zu. Auch bei Palladium kam es während der globalen Finanzmarktkrise zu einem Nachfrageeinbruch mit darauf folgender Erholung. Das jährliche Wachstum der Nachfrage lag zwischen 2009 und 2014 entsprechend bei 6 % und damit deutlich über dem langjährigen Durchschnitt von 4,95 % pro Jahr.

Zukünftige Nachfrage wichtiger Anwendungsgebiete

Die größte Nachfrage nach Palladium bestand im Jahr 2013 im Bereich der Autoabgaskatalysatoren (73,3 %) und der Elektrotechnik (11,2 %). Des Weiteren ist der Bankensektor (ETFs) von Bedeutung.

Abgaskatalysatoren: Für den Anwendungsbereich der Autoabgaskatalysatoren wird für die kommenden Jahre analog zu Platin (s. o.) mit einer steigenden Nachfrage bei Palladium gerechnet. Prognosen hierzu liegen jedoch nicht vor. Von 2012 auf 2013 stieg die Nachfrage um etwa 4,1 %. Gegenüber dem Jahr 2003 nahm die Nachfrage um ca. 100 % zu.

Elektrotechnik: Für den Anwendungsbereich Elektrotechnik wird in den kommenden Jahren mit einer sinkenden Nachfrage gerechnet. Von 2012 auf 2013 nahm diese beispielsweise um etwa 10,8 % ab. Ursächlich für die seit Jahren sinkende Nachfrage sind eine zunehmende Substitution von Palladium durch Nickel und Silber in Keramikkondensatoren (MLLCs) sowie deren Miniaturisierung und der damit verbundene entsprechend geringere Bedarf (JOHNSON MATTHEY 2015).

Banksektor (Investment, ETFs): Die Nachfrage aus dem Bereich Investment schwankt bei Palladium analog zu Platin sehr stark. Im Jahr 2012 lag die Nachfrage beispielsweise bei etwa 14,5 t Palladium, wohingegen 2013 kein Bedarf bestand. Dies liegt an den Zu- und Abflüssen aus Palladium-ETFs. Für das Jahr 2014 wird von einer starken Nachfrage ausgegangen, da in der Republik Südafrika zwei neue ETFs gegründet wurden (NewPalladium, Absa Capital Corporate and Investment Bank Ltd.; AfricanPalladium, Standard Bank plc). Diese beiden ETFs zeichnen hauptverantwortlich für die hohe Nachfrage im Jahr 2014. Prognosen über das Jahr 2014 hinaus liegen nicht vor und sind aufgrund der jährlichen starken Nachfrageschwankungen nicht möglich.

2.5.5 Zukünftige Marktdeckung

2.5.5.1 Platin

Angebotsszenario 1

Diesem Szenario liegen die folgenden Angebotsparameter zugrunde:

- Die Bergwerksförderung der Republik Südafrika sinkt bis einschließlich 2014 auf einen Tiefstand und steigt bis 2018 auf das Niveau von 2013 (ca. 138 t Pt). Die geringe Produktion aus Halden der Unternehmen Sylvania Platinum Ltd. und Pan African Resources plc wird ebenfalls berücksichtigt.
- Es wird davon ausgegangen, dass die aktuell in der Republik Südafrika stillgelegte Bergwerke (Status: Wartung und Instandhaltung) bis zum Jahr 2018 aufgrund der aktuellen Preissituation nicht wieder eröffnet werden.
- Die Fertigstellung der im Bau befindlichen Bergwerke in der Republik Südafrika verzögert sich aufgrund der wirtschaftlichen Lage um zwei Jahre.
- Die Betriebserweiterungen des Unternehmens Norilsk Nickel Mining & Metallurgical Co. (Komsomolsky Bergwerk, Russische Föderation) werden planmäßig ab 2014 bis zum Jahr 2024 umgesetzt und die Produktion 2017 aufgenommen.
- Die Betriebserweiterungen des Unternehmens Zimplats Holdings Ltd. (Ngezi Berg-

werk, Simbabwe) werden planmäßig umgesetzt und die volle Kapazität wird erreicht.

- Das Bergwerk Broken Hammer (Kanada) des Unternehmens Wallbridge Mining Ltd. fördert bis Ende 2016.
- Die Förderung des Unternehmens North American Palladium Ltd. (Lac des Îles, Kanada) steigt um etwa 10 % gegenüber 2013.
- Die Betriebserweiterungen des Unternehmens Stillwater Mining Co. (Montana, USA) werden planmäßig umgesetzt.
- Das Projekt Northmet (PolyMet Mining Ltd., USA) verzögert sich um zwei Jahre.
- Die Förderung der übrigen Länder (z. B. Botswana, Kolumbien) verändert sich im Vergleich zu 2013 nicht.
- Das Angebot aus dem Sekundärsektor bleibt unter Berücksichtigung der Systemstandzeiten und derzeitigen Recyclingquoten weiterhin unter der maximal möglichen Menge.

Für das Jahr 2018 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2013 ein zusätzliches geschätztes Platinangebot von rund 19,2 t aus der Bergwerksförderung. Somit stünden zusätzlich zu den im Jahr 2013 geförderten rund 187,9 t Platin im Jahr 2018 insgesamt 207,1 t Platin aus der Bergwerksförderung zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 2 % und würde damit deutlich unter dem langfristigen Trend von 4,5 % pro Jahr (1960–2013), jedoch über dem mittelfristigen Trend von –0,4 % pro Jahr (2003–2013) liegen.

Für den Sekundärsektor ergibt sich gegenüber 2013 (Basis = 63,1 t Platin, JOHNSON MATTHEY 2014b) nach Schätzungen der DERA ein zusätzliches Angebot von 19,7 t Platin im Jahr 2018. Insgesamt stünden dem Markt 2018 damit etwa 82,8 t Platin aus dem Recyclingsektor zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 5,6 %. Diese liegt damit deutlich unter dem mittelfristigen Trend der letzten zehn Jahre mit 12,1 % pro Jahr (2003–2013), welcher sich aus der Nachfrageentwicklung, Systemstandzeiten sowie damit verbundenen Recyclingmengen ergibt (siehe Kap. 2.3.7).

In der Summe (Bergwerksförderung + Sekundärproduktion) stünden dem Markt im Jahr 2018 etwa 289,9 t Platin zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von

2,9 % und würde damit unterhalb des langfristigen Trends von 5 % pro Jahr (1960 – 2013), jedoch über dem mittelfristigen Trend von 1,6 % pro Jahr (2003–2013) liegen.

Zwischen 2014 und 2018 wird von einem durchschnittlichen Nachfragewachstum nach Platin (Bergwerksförderung und Sekundärgewinnung) von etwa 3,1 % jährlich ausgegangen. Dies entspricht dem Nachfragewachstum zwischen 1975 und 2014 und erscheint aufgrund der aktuell schwächeren wirtschaftlichen Entwicklung Chinas als realistisch. Der Bedarf würde demnach im Jahr 2018 bei etwa 299,2 t Pt liegen.

In diesem Szenario würde sich im Jahr 2018 ein Defizit von etwa 9,3 t Platin (Marktdeckung: –3,1 %) ergeben (Abb. 62). Die Marktlage wäre als bedenklich einzuschätzen. Bei einer höheren Nachfragesteigerung um durchschnittlich 4 % jährlich auf 309,9 t Platin würde als ebenfalls

bedenkliche Situation ein Defizit von 20 t Platin (Marktdeckung: –6,5 %) im Jahr 2018 auftreten. Sollte die Nachfrage nach Platin bis zum Jahr 2018 jedoch nur um durchschnittlich 2 % jährlich auf 286,7 t Platin zunehmen, würde dies zu einem geringen Überschuss von ca. 3,1 t Platin (Marktdeckung: +1,1 %) im Jahr 2018 führen. Die Marktsituation wäre in diesem Falle als mäßig bedenklich zu bewerten.

Die maximal mögliche Nachfragesteigerung, bei der der Markt aufgrund der Angebotsentwicklung bis 2018 noch gerade ausgeglichen wäre, liegt in Szenario 1 bei rund 2,3 %. Dieser Wert liegt unterhalb des jährlichen Durchschnitts der Jahre 1975 bis 2014 von 3,1 %.

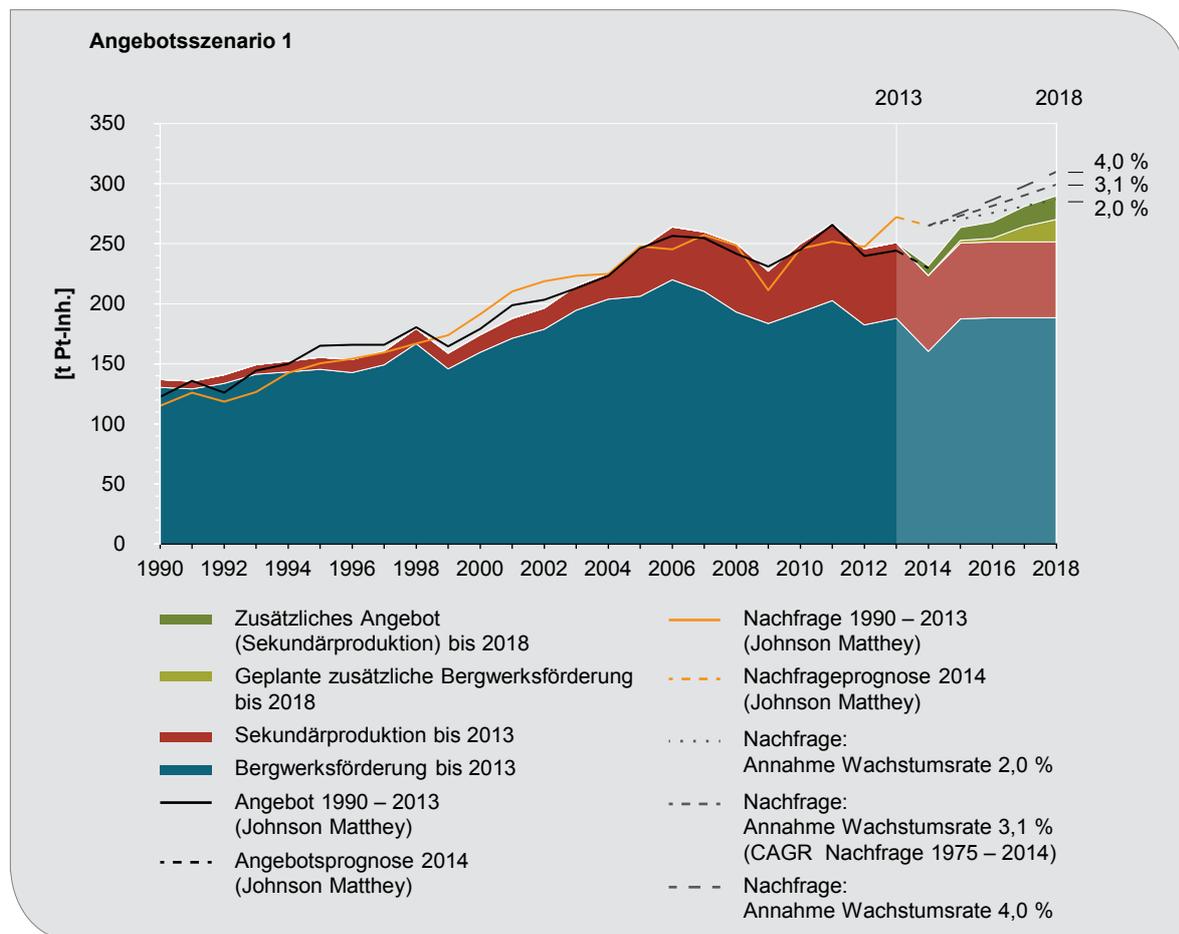


Abb. 62: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Platin bis 2018 (Angebotsszenario 1) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

Angebotsszenario 2

Diesem Szenario liegen die folgenden von Szenario 1 abweichenden Angebotsparameter zugrunde:

- Die Bergwerksförderung der Republik Südafrika sinkt bis einschließlich 2014 und steigt dann bis 2018 auf das Niveau von 2009 (ca. 140 t Pt). Die geringe Produktion aus Halden der Unternehmen Sylvania Platinum Ltd. und Pan African Resources plc wird berücksichtigt.
- Es wird davon ausgegangen, dass aktuell in der Republik Südafrika stillgelegte Bergwerke (Status: Wartung und Instandhaltung) bis 2018 wieder eröffnet werden.
- Die in der Republik Südafrika im Bau befindlichen Bergwerke werden planmäßig umgesetzt.
- Das Projekt Northmet (PolyMet Mining Ltd., USA) wird planmäßig umgesetzt.

- Das Angebot aus dem Sekundärsektor steigt unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Produkte, in denen Platin gebunden ist, und der aktuellen Recyclingquoten auf eine maximal mögliche Menge.

Für das Jahr 2018 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2013 ein zusätzliches geschätztes Platinangebot von rund 29,9 t aus der Bergwerksförderung. Somit stünden zusätzlich zu den im Jahr 2013 geförderten rund 187,9 t Platin im Jahr 2018 insgesamt 217,8 t Platin aus der Bergwerksförderung zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von knapp 3 %. Die Wachstumsrate liegt unterhalb des langfristigen Trends von 4,5 % pro Jahr (1960–2013), jedoch deutlich über dem mittelfristigen Trend von –0,4 % pro Jahr (2003–2013).

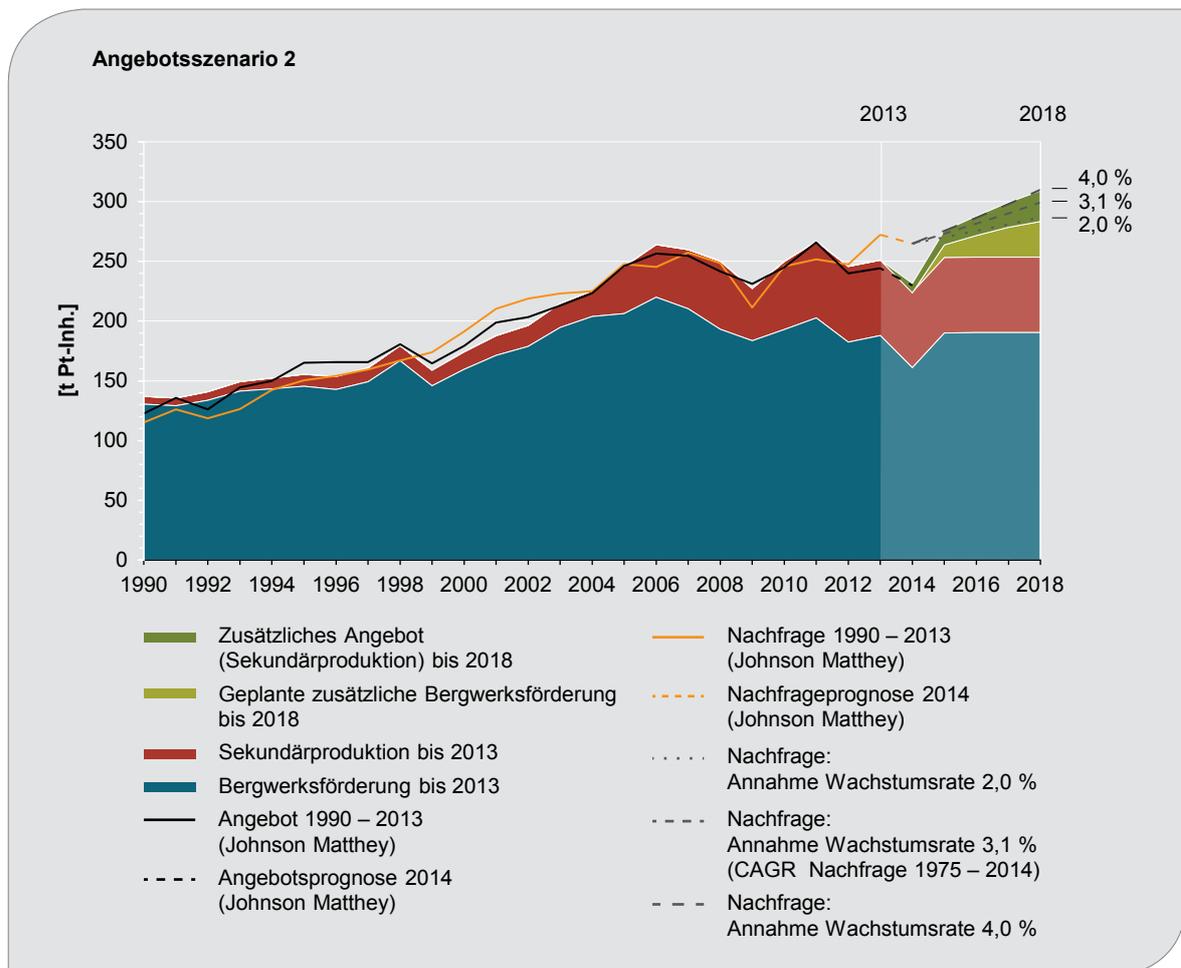


Abb. 63: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Platin bis 2018 (Angebotsszenario 2) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

Der Sekundärsektor könnte dem Platinmarkt in diesem Szenario nach Schätzungen der DERA im Jahr 2018 gegenüber dem Jahr 2013 (Basis = 63,1 t Platin, JOHNSON MATTHEY 2014b) ein zusätzliches Angebot von 25,6 t Platin zur Verfügung stellen. Insgesamt stünden dem Markt 2018 damit etwa 88,7 t Platin aus dem Sekundärsektor zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 7 %. Diese liegt damit deutlich unter dem mittelfristigen Trend der letzten zehn Jahre (2003–2013) von 12,1 % pro Jahr (s. o.).

In der Summe (Bergwerksförderung + Sekundärproduktion) stünden dem Markt im Jahr 2018 damit etwa 306,5 t Platin zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 4,1 % und würde unterhalb des langfristigen Trends von 5 % pro Jahr (1960–2013) sowie über dem mittelfristigen Trend von 1,6 % pro Jahr (2003–2013) liegen.

Zwischen 2014 und 2018 wird in diesem Szenario ebenfalls von einem durchschnittlichen Nachfragewachstum nach Platin (Bergwerksförderung und Sekundärgewinnung) von 3,1 % jährlich ausgegangen.

Damit ergibt sich für das Jahr 2018 ein geringer Überschuss von etwa 7,4 t Pt (Marktdeckung: +2,4 %) (Abb. 63). Diese Marktsituation ist als mäßig bedenklich zu bewerten. Sollte die Nachfragesteigerung 4 % jährlich betragen, so würde die Nachfrage 2018 bei ca. 309,9 t Platin liegen. Es ergäbe sich somit ein Defizit von 3,4 t Platin (Marktdeckung: –1,1 %) im Jahr 2018. Diese Situation wäre als bedenklich zu bewerten. Sollte die Nachfrage bis 2018 nur um durchschnittlich 2 % jährlich auf 286,7 t Platin steigen, so würde dies zu einem Überschuss von knapp 19,8 t Platin (Marktdeckung: +6,9 %) im Jahr 2018 führen. Diese Marktsituation ist als nur mäßig bedenklich einzustufen.

Die maximal mögliche Nachfrageteigerung, bei der aufgrund der Angebotsentwicklung im Jahr 2018 ein ausgeglichener Markt zu verzeichnen wäre, liegt in diesem Szenario bei rund 3,7 % und damit über dem jährlichen Durchschnitt der Jahre 1975 bis 2014 von 3,1 % pro Jahr.

2.5.5.2 Palladium

Angebotsszenario 1

Da Palladium und Platin zusammen gewonnen werden, liegen diesem Angebotsszenario die zu Platin aufgeführten Angebotsparameter (Szenario 1, s. o.) zugrunde. Die Bergwerksförderung der Republik Südafrika sinkt demnach bis einschließlich 2014 auf einen Tiefstand und steigt bis 2018 auf das Niveau von 2013 (ca. 75 t Pd-Inh.). Auch hier sind die geringen Produktionsmengen aus der Haldenaufbereitung der Unternehmens Sylvania Platinum Ltd. und Pan African Resources plc berücksichtigt.

Für das Jahr 2018 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2013 ein zusätzliches geschätztes Palladiumangebot von rund 19,7 t aus der Bergwerksförderung. Somit stünden zusätzlich zu den im Jahr 2013 geförderten rund 206,7 t Palladium im Jahr 2018 insgesamt 226,4 t Palladium aus der Bergwerksförderung zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 1,8 %. Diese Wachstumsrate liegt damit deutlich unterhalb des langfristigen Trends von 4,6 % pro Jahr (1960–2013) sowie deutlich über dem mittelfristigen Trend von 0 % pro Jahr (2003–2013).

Der Sekundärsektor könnte nach Schätzungen der DERA im Jahr 2018 gegenüber 2013 (Basis = 78,6 t Palladium, JOHNSON MATTHEY 2014b) ein zusätzliches Angebot von 14,8 t Palladium aufweisen. Insgesamt stünden dem Markt 2018 damit etwa 93,4 t Palladium aus dem Sekundärsektor zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 3,4 %. Diese liegt damit deutlich unter dem mittelfristigen Trend der letzten zehn Jahre von 17,9 % pro Jahr (2003–2013), welcher sich aus der Nachfrageentwicklung, Systemstandzeiten sowie damit verbundenen Recyclingmengen ergibt (siehe Kap. 2.3.7).

In der Summe (Bergwerksförderung + Sekundärproduktion) könnten dem Markt im Jahr 2018 in diesem Szenario etwa 319,8 t Palladium zur Verfügung stehen. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 2,3 %. Sie würde damit unterhalb des langfristigen Trends von 5,7 % pro Jahr (1960–2013) und unterhalb des mittelfristigen Trends von 2,7 % pro Jahr (2003–2013) liegen.

Dieses Szenario basiert auf einem durchschnittlichen Nachfragewachstum bei Palladium (Bergwerksförderung und Sekundärgewinnung) von jährlich 4,95 % zwischen 2014 und 2018. Dies entspricht dem jährlichen Nachfragewachstum zwischen 1980 und 2014. Hauptursache hierfür ist die anhaltend hohe Nachfrage aus der globalen Automobilindustrie. Der Bedarf würde entsprechend im Jahr 2018 bei etwa 396,7 t Palladium liegen. Aus diesen Annahmen für Angebot und Nachfrage ergäbe sich im Jahr 2018 ein hohes Defizit von etwa 77 t Palladium (Marktdeckung: -19,4 %) (Abb. 64). Diese Marktsituation ist als sehr bedenklich zu bewerten.

Sollte die Nachfrage nach Palladium bis zum Jahr 2018 aufgrund einer geringeren Nachfrage nur um durchschnittlich 3,5 % jährlich auf 375,2 t Palladium steigen, so würde dies zu einem Defizit von 55 t Palladium (Marktdeckung: -14,8 %) im Jahr

2018 führen. Wenn die Nachfrage nach Palladium bis zum Jahr 2018 lediglich um durchschnittlich 2 % jährlich auf 354 t Palladium zunehmen sollte, so bedeutete dies ein Defizit von 35 t Palladium (Marktdeckung: -9,7 %) im Jahr 2018. In beiden Fällen ist die Marktsituation als sehr bedenklich einzuschätzen.

Angebotsszenario 2

Diesem Szenario liegen die unter Angebotsszenario 2 bei Platin (s. o.) aufgeführten Angebotsparameter zugrunde. Die Bergwerksförderung der Republik Südafrika sinkt bis einschließlich 2014 und steigt bis 2018 auf das Niveau von 2009 (auf ca. 75 t Pd). Dieser Wert ist ähnlich dem von 2013. Hierbei wurden die geringen Produktionsmengen der Haldenaufbereitung der Unternehmen Sylvania Platinum Ltd. und Pan African Resources plc ebenfalls berücksichtigt.

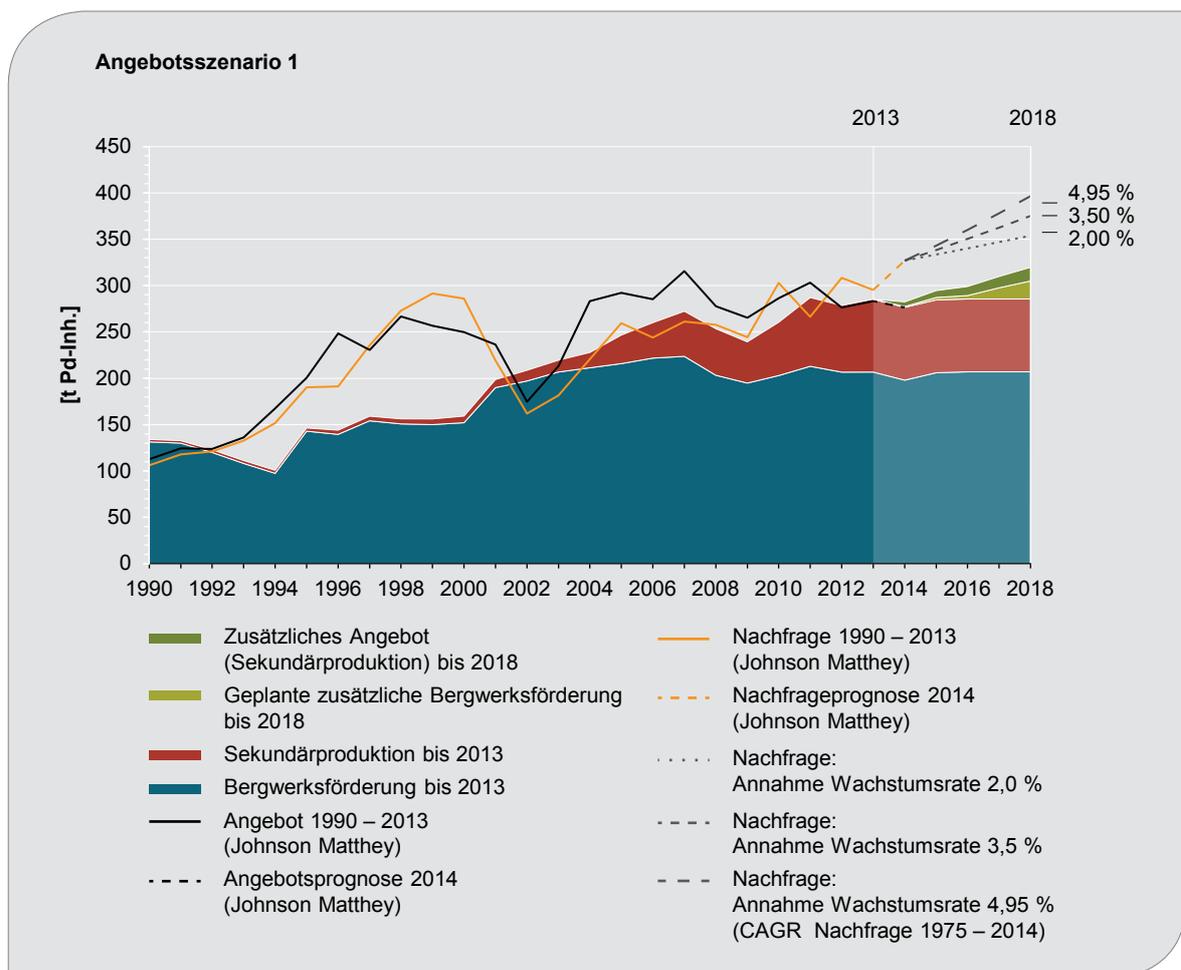


Abb. 64: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Palladium bis 2018 (Angebotsszenario 1) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b).

Für das Jahr 2018 ergibt sich in diesem Szenario gegenüber dem Jahr 2013 ein zusätzliches geschätztes Palladiumangebot von rund 25,6 t aus der Bergwerksförderung. Somit stünden zusätzlich zu den im Jahr 2013 geförderten rund 206,7 t Palladium im Jahr 2018 insgesamt 232,5 t Palladium aus der Bergwerksförderung zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 2,4 % und sie würde damit unterhalb des langfristigen Trends von 4,6 % pro Jahr (1960–2013) sowie deutlich über dem mittelfristigen Trend von 0 % pro Jahr (2003–2013) liegen.

Für den Sekundärsektor könnte sich, nach Schätzungen der DERA, im Jahr 2018 gegenüber dem Jahr 2013 (Basis = 78,6 t Palladium, JOHNSON MATTHEY 2014b) ein zusätzliches Angebot von 20 t Palladium ergeben. Insgesamt stünden dem Markt 2018 damit etwa 98,6 t Palladium aus dem

Sekundärsektor zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 4,6 %. Diese liegt damit deutlich unter dem mittelfristigen Trend der letzten zehn Jahre von 17,9 % pro Jahr (2003–2013) (s. o.).

In der Summe (Bergwerksförderung + Sekundärproduktion) stünden dem Markt im Jahr 2018 damit etwa 331,1 t Palladium zur Verfügung. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 3 %. Diese liegt unterhalb des langfristigen Trends von 5,7 % pro Jahr (1960–2013) sowie knapp über dem mittelfristigen Trend von 2,7 % pro Jahr (2003–2013).

In diesem Szenario wird analog zu Szenario 1 davon ausgegangen, dass das durchschnittliche Nachfragewachstum nach Palladium zwischen 2014 und 2018 (Bergwerksförderung und Sekundärgewinnung) jährlich 4,95 % beträgt. Der

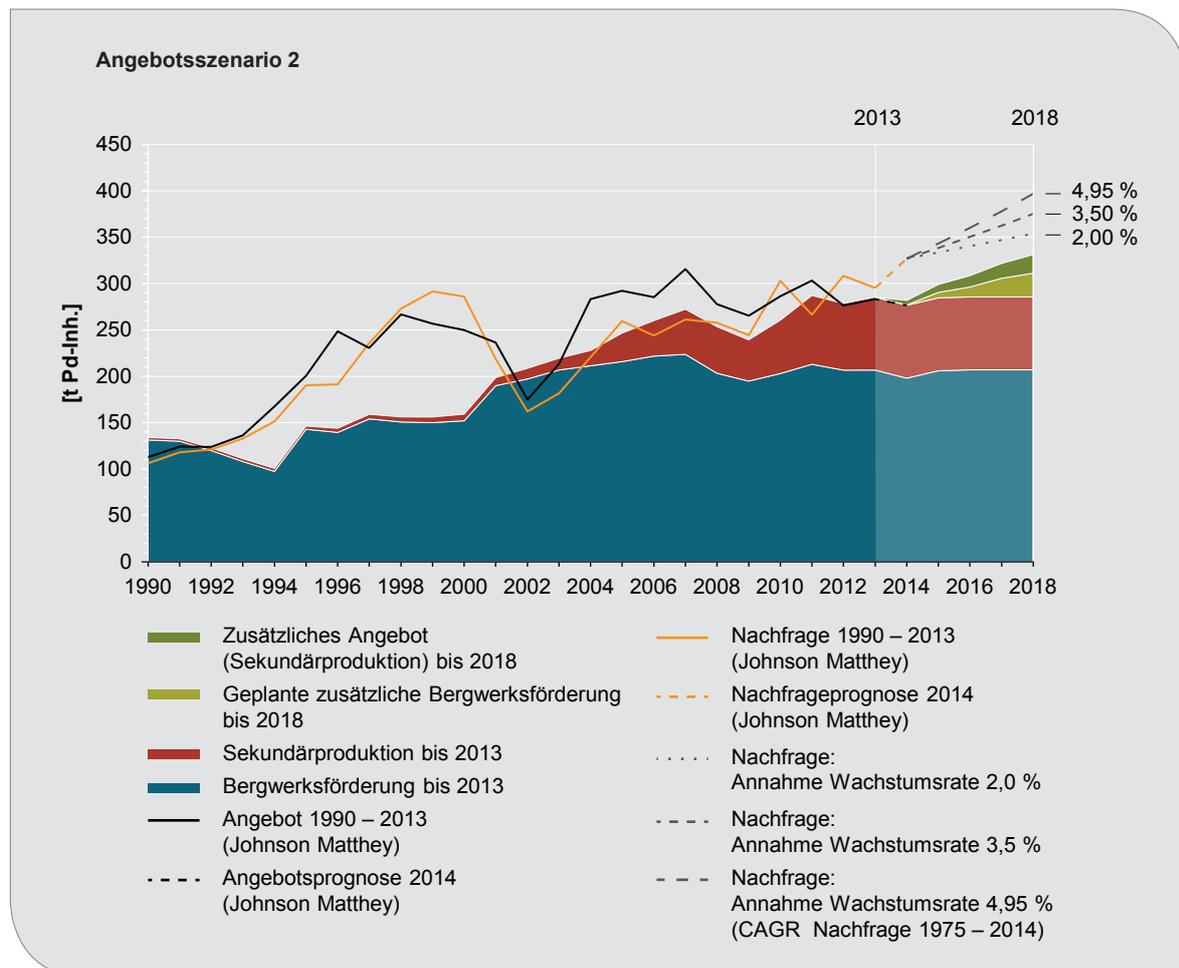


Abb. 65: Entwicklungsszenarien von Angebot und Nachfrage von Palladium bis 2018 (Angebotsszenario 2) (Datenquellen: BGR 2014, JOHNSON MATTHEY 2014a, 2014b)..

Bedarf würde demnach im Jahr 2018 bei etwa 396,7 t Palladium liegen. Somit ergibt sich in diesem Szenario im Jahr 2018 ein Defizit von etwa 65,6 t Palladium (Marktdeckung: –16,5 %). Diese Marktsituation ist als sehr bedenklich zu bewerten.

Bei einer Nachfragesteigerung nach Palladium bis zum Jahr 2018 von nur rund 3,5 % jährlich würde die Nachfrage auf 375,2 t Palladium steigen. Ein Defizit von 44 t Palladium bei einer Marktdeckung von –11,7 % im Jahr 2018 wäre die Folge.

Sollte die Nachfrage nach Palladium bis zum Jahr 2018 lediglich nur um durchschnittlich 2 % jährlich auf 354 t Palladium zunehmen, würde dies zu einem Defizit von 15,2 t Palladium (Marktdeckung: –4,4 %) im Jahr 2018 (Abb. 65) und in beiden Fällen zu einer bedenklichen Marktsituation führen.

2.5.6 Länderkonzentration und gewichtetes Länderrisiko des zukünftigen Angebots

Platin

Legt man das Angebotsszenario 1 (s. o.) zugrunde, verändert sich die Länderkonzentration der Bergwerksförderung von Platin im Jahr 2018 nur unwesentlich gegenüber dem Bezugsjahr 2013. Der HHI würde von 5.582 im Jahr 2013 auf 5.536 im Jahr 2018 sinken. Der Anteil der Republik Südafrika am weltweiten Angebot läge dann bei rund 72,8 % (2013: 73,2 %) und jener der Russischen Föderation bei rund 12,7 % (2013: 12,9 %). Das gewichtete Länderrisiko, berechnet mit den Weltbankindikatoren von 2013, würde im Jahr 2018 mit einem Wert von 0,08, ähnlich wie 2013, im mäßig bedenklichen Bereich liegen. Entwickelt sich das Angebot wie in Angebotsszenario 2 (s. o.) dargestellt, so verändert sich die Länderkonzentration der Bergwerksförderung von Platin im Jahr 2018 nur geringfügig. Der HHI würde von 5.582 im Jahr 2013 auf 5.657 im Jahr 2018 steigen. Der Anteil der Republik Südafrika am weltweiten Angebot läge dann wie 2013 bei rund 73,2 % und der Anteil der Russischen Föderation würde auf 12,1 % sinken. Das gewichtete Länderrisiko würde 2018 mit einem Wert von 0,1 wie zuvor im mäßig bedenklichen Bereich liegen.

Palladium

Auf Grundlage des Angebotsszenarios 1 (s. o.) verändert sich die Länderkonzentration der Palladiumförderung im Jahr 2018 analog zu Platin nur in geringem Maße. Der HHI würde von 3.051 im Jahr 2013 auf 3.099 im Jahr 2018 steigen. Der Anteil der Russischen Föderation am weltweiten Angebot läge dann bei rund 40,8 % (2013: 40 %) und der Anteil der Republik Südafrika wie im Jahr 2013 bei 36,1 %. Das gewichtete Länderrisiko würde im Jahr 2018 den gleichen Wert annehmen wie 2013 und im mäßig bedenklichen Bereich liegen.

Entwickelte sich das Angebot wie in Angebotsszenario 2 (s. o.) dargestellt, so veränderte sich die Länderkonzentration der Palladiumförderung im Jahr 2018 ebenfalls nur unwesentlich. Der HHI würde mit einem Wert von 3.073 im Jahr 2018 in etwa auf dem gleichen Niveau wie 2013 (3.057) liegen. Die prozentualen Anteile der Russischen Föderation und der Republik Südafrika am weltweiten Angebot würden sich zudem nur unwesentlich verändern. Das gewichtete Länderrisiko würde im Jahr 2018 analog zu Szenario 1 etwa den gleichen Wert (0) wie 2013 annehmen und wäre als mäßig bedenklich einzustufen.

3 Fazit

Die Platingruppenmetalle stellen für die deutsche Wirtschaft wichtige Rohstoffe für zahlreiche Anwendungen z. B. in der Automobilindustrie und der chemischen Industrie dar. Aus diesem Grund zählt Deutschland zu den wichtigsten Nettoimporteuren dieser Metalle weltweit. Eine Primärförderung gibt es in Deutschland nicht, jedoch eine bedeutende Sekundärproduktion.

Die beiden wichtigsten Bergbauländer für Platingruppenmetalle sind die Republik Südafrika und die Russische Föderation. Beide Länder haben aktuell erhebliche wirtschaftliche Probleme, die sich wiederum auf die dort angesiedelte PGM-Industrie auswirken können. Dies gilt gleichermaßen für die Weiterverarbeitung der Erze zu Metall.

Die zukünftige Entwicklung des Platin- und Palladiummarktes bis 2018 gemäß den wahrscheinlicheren Szenarien (Angebotsszenarien 1) weist darauf hin, dass sich für diese beiden Metalle bis 2018 unterschiedlich stark ausgeprägte Angebotsdefizite ergeben könnten. Diese würden zu erhöhten Preis- und Lieferrisiken auf dem Platin- und Palladiummarkt führen. Obwohl die Märkte für Platin und Palladium 2012 und 2013 bereits hohe Angebotsdefizite (inkl. Sekundärangebot) aufzeigten, spiegelte sich dies noch nicht in massiven Preissteigerungen wider, da diese Angebotsdefizite bislang über Lagerbestände kompensiert wurden. Diese Lagerbestände sind jedoch endlich und deren Verknappung daher absehbar.

Eine grundlegend getrennte Entwicklung der Bergwerksförderung von Platin, Palladium und Rhodium ist nicht möglich, da die PGM überwiegend zusammen gefördert werden. Nach aktuellem Stand sind keine bedeutenden Bergbauprojekte absehbar, die kurz- bis mittelfristig (bis 2018) größere Mengen Platingruppenmetalle bereitstellen könnten. Aufgrund der aktuellen Wirtschaftslage vieler Unternehmen in der Republik Südafrika werden Projekte aus Kostengründen verzögert fertiggestellt bzw. zurückgestellt. Somit sinken auch die Ausgaben für die Exploration neuer Vorkommen. Aufgrund der „Lead Time“ für neue Bergwerke werden auf den PGM-Märkten daher weiterhin Angebotsdefizite auftreten.

Mögliche Potenziale aus oxidierten PGM-Erzen in der Republik Südafrika und Simbabwe wur-

den aufgrund der aktuellen Kostensituation in der PGM-Industrie sowie momentan fehlenden wirtschaftlichen Aufbereitungstechnologien für diese komplexen Erze im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt. Sie stellen jedoch erhebliche Ressourcen dar, die durch verstärkte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten genutzt werden könnten.

Darüber hinaus bieten einzelne Explorationsprojekte in der Republik Südafrika, insbesondere im nördlichen Bushveld-Komplex (Platreef), gute Erfolgsaussichten auf eine kostengünstigere Gewinnung von PGM. Dadurch könnten sich Möglichkeiten für den Abschluss von Lieferverträgen oder Beteiligungen ergeben. Ferner liegen erhebliche PGM-Potenziale in Aufbereitungsabgängen (Halden) von Chromit- und PGM-Lagerstätten des Bushveld-Komplexes. PGM aus Chromithalden werden bereits durch einige Unternehmen wirtschaftlich gewonnen.

Die Sekundärproduktion stellt weltweit eine zunehmend wichtige Angebotsquelle für PGM dar. Vor allem in den letzten Jahren hat dieser Sektor bei Platin, Palladium und Rhodium essenziell zum Angebot beigetragen. Das Wachstum der Sekundärproduktion ist aber aufgrund der ursprünglich eingesetzten Mengen begrenzt. Daher gilt es vorhandene Recyclingpotenziale vorrangig im Bereich der Autoabgaskatalysatoren auszubauen, um Platingruppenmetalle noch effektiver zurückzugewinnen.

Auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse sollten deutsche Unternehmen, die Platingruppenmetalle verarbeiten oder auf PGM-Produkte angewiesen sind, den Markt intensiv beobachten und geeignete Ausweichstrategien (z. B. langfristige Lieferverträge, Projektbeteiligungen oder Hedging) gegen eventuelle Lieferengpässe und Preissteigerungen entwickeln.

4 Literaturverzeichnis

ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK (2014a): NewPalladium Exchange Traded Fund. – URL: <http://etfcib.absa.co.za/Fund%20Documents/NewPalladium%20Ddatasheet%20-%2031%30September%202014.pdf> [Stand: 20.03.2015].

ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK (2014b): NewPlatinum Exchange Traded Fund. – URL: <http://etfcib.absa.co.za/Fund%20Documents/NewPlat%20Ddatasheet%20-%2031%30September%202014.pdf> [Stand: 20.03.2015].

ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK (2015a): NewPalladium Exchange Traded Fund. – URL: <http://etfcib.absa.co.za/products/Exchange%20Traded%20Funds/commodities/NewPalladiumETF/Pages/default.aspx> [Stand: 27.03.2015].

ABSA CORPORATE AND INVESTMENT BANK (2015b): NewPlatinum Exchange Traded Fund. – URL: <http://etfcib.absa.co.za/products/Exchange%20Traded%20Funds/commodities/NewPlat/Pages/default.aspx> [Stand: 27.03.2015].

AFRICAN RAINBOW MINERALS LTD. (2013): 2013 Integrated Annual Report. – 276 S. – URL: <http://arm.integrated-report.com/2013/> [Stand: 27.03.2015].

AFRICAN RAINBOW MINERALS LTD. (2014): About us. – URL: http://www.arm.co.za/a/a_i.php [Stand: 27.03.2015].

ANGLO PLATINUM LTD. (2014): Integrated Report 2013: Focused on Delivery, Restructuring for Prosperity. – 152 S. – URL: <http://www.angloplatinum-results.co.za/integrated-report-2014/index.php> [Stand: 27.03.2015].

ANGLO PLATINUM LTD. (2015a): Operations Review 2014. – 88 S. – URL: <http://www.angloamerican-platinum.com/~media/Files/A/Anglo-American-Platinum/documents/operations-review-2014-040315.pdf> [Stand: 27.03.2015].

ANGLO PLATINUM LTD. (2015b): Where We Operate. – URL: <http://www.angloamericanplatinum.com/about-us/where-we-operate.aspx> [Stand: 27.03.2015].

ATLATSAS RESOURCES LTD. (2014): About us. – URL: <http://www.atlatsaresources.co.za/about-us> [Stand: 27.03.2015].

BAXTER, R. (2014): South Africa's Platinum Mining crisis. – URL: <http://www.platinumwagenegotiations.co.za/assets/downloads/resources/com-presentation-crisis-in-pgm-sector-30-01-2014.pdf> [Stand: 27.03.2015].

BECKER, J. (2013): Selbstzünder bleiben eine Randerscheinung. – Süddeutsche Zeitung. – URL: <http://www.sueddeutsche.de/auto/dieselfahrzeuge-in-den-usa-selbstzuender-bleiben-eine-randerscheinung-1.1582934> [Stand: 12.12.2014].

BGR – BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2014): Fachinformationssystem Rohstoffe. – unveröff.; Hannover. [Stand 08.01.2015].

BGS – BRITISH GEOLOGICAL SURVEY (2009): Mineral Profile Platinum. – URL: <http://www.bgs.ac.uk/mineralsUK/statistics/mineralProfiles.html> [Stand: 12.09.2014].

BRÄUNINGER, M., LESCHUS, L., ROSSEN, A. (2013): Ursachen von Preispeaks, -einbrüchen und -trends bei mineralischen Rohstoffen. – DERA-Rohstoffinformationen, 17: 125 S.; Berlin.

CAAM – CHINA ASSOCIATION OF AUTOMOBILE MANUFACTURERS (2014): Current Situation of Chinese Automotive Industry. – URL: http://www.oica.net/wp-content/uploads/CAAM_-Current-situation-of-Chinese-Automotive-Industry.pdf [Stand: 03.10.2014].

COWLEY, A. (2011): A Healthy Future: Platinum in Medical Applications. – Platinum Metals Review 55 (2): 98–107.

DE BEERS, F. (2008): Smelting Operations. – Firmenpräsentation. – URL: https://www.lonmin.com/downloads/Smelter_Visit_Presentation.pdf [Stand: 09.01.2015].

DERA – Deutsche Rohstoffagentur in der Bundesanstalt für Geowissenschaften (2015): DERA-Rohstoffliste 2014. – DERA Rohstoffinformationen 24: 112 S., Berlin.

- DESTATIS – STATISTISCHES BUNDESAMT (2015): Genesis-Online. – Online-Datenbank. – URL: <https://www.genesis.destatis.de/genesis/online> [Stand 10.02.2015].
- DNR – DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES (2014): NorthMet Mining and Land Exchange. – URL: http://www.files.dnr.state.mn.us/input/environmentalreview/polymet/sdeis/fact_sheets/exchange.pdf [Stand: 27.03.2015].
- EASTERN PLATINUM LTD. (2015): Projects – Spitzkop-Kennedy's Vale. – URL: http://www.eastplats.com/projects/spitzkop_kennedys_vale/ [Stand: 27.03.2015].
- ESKOM (2015a): 2014/15 Tariff Information. – URL: <http://www.eskom.co.za/CustomerCare/TariffsAndCharges/WhatsNew/Pages/2014Tariff-Info.aspx> [Stand: 07.02.2015].
- ESKOM (2015b): 2015/16 Tariff Information. – URL: <http://www.eskom.co.za/CustomerCare/TariffsAndCharges/WhatsNew/Pages/2015-16-Tariff-submission.aspx> [Stand: 07.02.2015].
- EURASIAN NATURAL (2012): 2012 Annual Report and Accounts. – 196 S. – URL: <http://www.enrc.com/investors/financial-operational-reports> [Stand: 27.03.2015].
- GLENCORE PLC (2015): Key Figures. – URL: <http://www.xstratanickel.no/EN/About-us/Pages/Key-Figures.aspx> [Stand: 27.03.2015].
- GTI – GLOBAL TRADE INFORMATION SERVICES INC. (2015): Global Trade Atlas. – kostenpflichtige Online-Datenbank. – URL: <https://www.gtis.com/gta/> [Stand: 02.02.2015].
- GUNN, G. (2013): Platinum-group metals. – In: Gunn, G. (Hrsg.): Critical Raw Materials Handbook: 285–309; London (Wiley-Blackwell).
- HAGELÜKEN, C., BUCHERT, M., CHAKRABORTY, S., NOLL, T., SCHMIED, M., SCHMITT, B., STAHL, H. (2004): Stoffströme der Platingruppenmetalle: Systemanalyse und Maßnahmen für eine nachhaltige Optimierung der Stoffströme der Platingruppenmetalle. – 233 S.; Hanau.
- HOCHFELD, C. (1997): Bilanzierung der Umweltauswirkungen bei der Gewinnung von Platingruppen-Metallen für PKW-Abgaskatalysatoren. – Werkstattreihe des Öko-Instituts 101: 106 S.; Freiburg.
- HUNDERMARK, R., J., MNCWANGO, S., B., DE VILLIERS, L., P., vS. DE, NELSON, L., R. (2011): The smelting operations of Anglo American's platinum business: an update. – Southern African Pyrometallurgy 2011: 295–308; Johannesburg.
- IMPALA PLATINUM HOLDINGS LTD. (2007): Annual Report 2007. – 235 S. – URL: http://www.implats.co.za/implats/downloads/2007/annual_report/default.htm [Stand: 27.03.2015].
- IMPALA PLATINUM HOLDINGS LTD. (2013): Integrated Annual Report 2013. – 164 S. – URL: http://www.implats.co.za/implats/implats_reports_2013/downloads/Implats_integrated_annual_report_%202013.pdf [Stand: 20.02.2015].
- IMPALA PLATINUM HOLDINGS LTD. (2014): Mineral resource and mineral reserve statement 2014. – URL: http://www.implats.co.za/implats/downloads/2014/Implats_mineral_resource-and_reserve_2014_Hi-Res.pdf [Stand: 27.03.2015].
- IMPALA PLATINUM HOLDINGS LTD. (2015): Our business. – URL: <http://www.implats.co.za/implats/Impala-platinum.aspx><https://www.gtis.com/gta/> [Stand: 07.03.2015].
- IPA – INTERNATIONAL PLATINUM ASSOCIATION (2015): Worldwide Production of Autocatalysts and Chemical Catalysts. – Fact Sheet. – pers. Mitt [05.02.2015].
- IVANHOE MINES LTD. (2015a): China-based Zijin Mining Group to acquire a 9.9% stake in Ivanhoe Mines. – Pressemitteilung 23.03.2015. – URL: http://www.ivanhoemines.com/i/pdf/2015-03-23_NR_V9txAh.pdf [Stand: 27.03.2015].
- IVANHOE MINES LTD. (2015b): Over 20 Years in Africa. – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.ivanhoemines.com/i/pdf/ppt/IVN-presentation-April-14-2015.pdf> [Stand: 20.04.2015].

- JACOBS, M. (2006): Process description and Abbreviated History of Anglo Platinum's Waterval Smelter. – Southern African Pyrometallurgy 2006: 17–28; Johannesburg.
- JONES, T., R. (2002): ConRoast:- DC arc smelting of dead-roasted sulphide concentrates. – 3rd International Sulfide Smelting Symposium (Sulfide Smelting '02), Seattle, USA: 22 S.
- JONES, T. R. (2005): An overview of South African PGM smelting. Nickel and Cobalt 2005: Challenges in Extraction and Production. – 44th Annual Conference of Metallurgists, Calgary, Canada: S.147–178.
- JOHNSON MATTHEY (2000): Platinum 2000. – 56 S.; London. – URL: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/market-review-archive/platinum-2000> [Stand: 09.02.2015].
- JOHNSON MATTHEY (2003): Platinum 2003. – 52 S.; London. – URL: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/market-review-archive/platinum-2003> [Stand: 17.01.2015].
- JOHNSON MATTHEY (2014a): Market data tables platinum, palladium & rhodium. – URL: <http://www.platinum.matthey.com/services/market-research/market-data-tables> [Stand: 01.02.2015].
- JOHNSON MATTHEY (2014b): PGM Market Report November 2014. – Forecast of Platinum Supply & Demand in 2014. 32 S.; London.
- JOHNSON MATTHEY (2015): PGM Applications. – URL: <http://www.platinum.matthey.com/about-pgm/applications> [Stand: 14.03.2015].
- JSC KRASVETMET (2015): Refinery. – URL: <http://www.krastsvetmet.com/refinery.html> [Stand: 22.03.2015].
- JUBILEE PLATINUM LTD. (2015a): – URL: <http://www.jubileeplatinum.com/investors-and-media/announcements/2015/11-feb-2015.php> [Stand: 11.02.2015].
- JUBILEE PLATINUM PLC – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.jubileeplatinum.com/investors-and-media/presentations> [Stand: 21.03.2015].
- JUBILEE PLATINUM LTD. (2015b): Jubilee Platinum plc – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.jubileeplatinum.com/investors-and-media/presentations> [Stand: 21.03.2015].
- KBA – KRAFTFAHRT BUNDESAMT (2015): Löschungen in den Jahren 1955 bis 2006 und Außerbetriebsetzungen in den Jahren 2007 bis 2014 nach Fahrzeugklassen. – URL: http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Ausserbetriebsetzungen/FahrzeugklassenAufbauarten/a_fzkl_zeitreihe.html?nn=664274 [Stand: 07.02.2015].
- LME – LONDON METALS EXCHANGE (2015): LBMA Platinum Price and LBMA Palladium Price. – URL: <https://www.lme.com/~media/Files/Metals/Precious%20Metals/LBMA%20Platinum%20and%20Palladium%20Prices%20from%20the%20LME.pdf> [Stand: 08.11.2014].
- MATERIAL ARCHIV (2015): Platinlegierungen. – URL: <http://www.materialarchiv.ch/#/detail/426/platinlegierungen> [Stand: 12.11.2014].
- MEG – METALS ECONOMIC GROUP (2010): Production Costs: Platinum Group Metals. – Strategic Report January/February 2010: 28–31.
- NKWE PLATINUM LTD. (2013): NKWE Platinum. – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.nkweplatinum.com/investor-presentations.asp> [Stand: 12.12.2014].
- NORILSK NICKEL (2013): MMC Norilsk Nickel Annual Report 2013. – URL: <http://www.nornik.ru/en/investor-relations/annual-reports/annual-reports> [Stand: 07.03.2015].
- NORILSK NICKEL (2014): Investor Presentation. – Präsentation auf der Konferenz: VTB Capital Investment Forum, 01-02.10.2014, Moskau, Russische Föderation.– URL: <http://www.nornik.ru/en/investor-relations/presentations> [Stand: 01.02.2015].
- NORTHAM PLATINUM LTD. (2015): Metallurgical Operations. – URL: <http://www.northam.co.za/about-northam/metallurgical-operations> [Stand: 7.02.2015].

OBERTHÜR, T., MELCHER, F., BUCHHOLZ, P., LOC-MELIS, M. (2013): The oxidised ores of the Main Sulphide Zone, Great Dyke, Zimbabwe: turning resources into minable reserves – mineralogy is the key. – Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy 2013: 191 - 201; Johannesburg.

OICA – INTERNATIONAL ORGANISATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS (2015): 2013 Production Statistics. – URL: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2013-statistics/> [Stand: 1.03.2015].

PANORAMIC RESOURCES LTD. (2015): Significant leverage to Exploration success, Cashflow from nickel operations, Gold and PGM assets. – Firmenpräsentation. – URL: <http://panoramic-resources.com/wp-content/uploads/2015/03/150312-Euroz-Conference-PAN.pdf> [Stand: 14.04.2015].

PLATINUM GROUP METALS LTD. (2014): Emerging Production. A New Generation of Platinum and Palladium Mines. – URL: http://www.platinum-groupmetals.net/files/doc_presentations/2015/Platinum-Group-Metals-Corporate-Presentation-April-13-2015.pdf [Stand: 20.04.2014].

PLATINUM GROUP METALS (2015): Development. – URL: <http://www.platinumgroupmetals.net/development/default.aspx> [Stand: 01.03.2015].

POLYMET MINING LTD. (2012): Updated NI 43-101 Technical report on the NorthMet Deposit. – 1.072 S. – URL: <http://www.polymetmining.com/wp-content/uploads/2013/02/2013-Updated-43-101.pdf> [Stand: 02.04.2015].

POLYMET MINING LTD. (2015): A modern, safe mine. – URL: <http://www.polymetmining.com/northmet-project/overview/> [Stand: 05.01.2015].

PWN – PLATINUM WAGE NEGOTIATIONS (2014a): Platinum's contribution to South Africa. – URL: <http://www.platinumwagene negotiations.co.za/assets/downloads/fact-and-figures/platinums-contribution-to-south-africa.pdf> [Stand: 07.01.2015].

PWN – PLATINUM WAGE NEGOTIATIONS (2014b): Producers reach agreement with AMCU. – Pressemitteilung. – URL: <http://www.platinumwagene negotiations.co.za/assets/downloads/latest-news/2014/2014-06-24-plat-agreement-reached.pdf> [Stand: 07.01.2015].

PWN – PLATINUM WAGE NEGOTIATIONS (2014c): What the offer means for you in real money. – Pressemitteilung. – URL: <http://www.platinumwagene negotiations.co.za/assets/downloads/faq/amplats-offer-in-real-money-15-05-14.pdf> [Stand: 07.01.2015].

PWN – PLATINUM WAGE NEGOTIATIONS (2014d): What the offer means for you in real money. – Pressemitteilung. – URL: <http://www.platinumwagene negotiations.co.za/assets/downloads/faq/implats-latest-offer-in-real-money.pdf> [Stand: 07.01.2015].

PWN – PLATINUM WAGE NEGOTIATIONS (2014e): What the offer means for you in real money. – Pressemitteilung. – URL: <http://www.platinumwagene negotiations.co.za/assets/downloads/faq/lonmin-offer-in-real-money.pdf?25042014> [Stand: 07.01.2015].

RMG – RAW MATERIALS GROUP (2015): Raw Materials Data. – kostenpflichtige Online-Datenbank; Stockholm [Stand 01.04.2015].

ROSKILL INFORMATION SERVICES LTD. (2014): Roskill Monthly Newsletter. – Roskill's Letter from Japan. RLJ 454: 24 – 27.

SARS – SOUTH AFRICAN REVENUE SERVICE (2014): Merchandise Trade statistics. – URL: <http://www.sars.gov.za/ClientSegments/Customs-Excise/Trade-Statistics/Pages/default.aspx> [Stand: 17.01.2015].

SCOTIA MOCATTA (2013): Precious Metals 2014 Forecast. – 16 S. – URL: <http://www.scotiamocatta.com/scpt/scotiamocatta/prec/PGMForecast2014.pdf> [Stand: 02.03.2015].

SFA-OXFORD (2015): Processing. – URL: <http://www.sfa-oxford.com/SFA-bushveld-processing.asp> [Stand: 02.02.2015].

- SNL METALS ECONOMICS GROUP (2014): Production Costs: Platinum Group Metals. – Strategic Report January/February 2014: 28–31.
- SNL (2015): Metals & Mining – kostenpflichtige Online-Datenbank; Charlottesville. [Stand: 01.02.2015].
- STANDARD BANK PLC (2015): Exchange traded funds. – URL: <http://corporateandinvestment.standardbank.co.za/cib/products/global-markets/Exchange-traded-funds> [Stand: 27.03.2015].
- STATSA – STATISTICS SOUTH AFRICA (2015): Top 10 Commodities (Including BLNS). – URL: http://www.statssa.gov.za/?page_id=1879 [Stand: 06.01.2015].
- STILLWATER MINING CO. (2007): 2007 Annual Report. – 111 S. – URL: <http://investorrelations.stillwatermining.com/phoenix.zhtml?c=99837&p=irol-reportsannual> [Stand: 02.01.2015].
- STILLWATER MINING CO. (2014): Stillwater Mining Company September 2014 Investor Presentation. – URL: <http://investorrelations.stillwatermining.com/phoenix.zhtml?c=99837&p=irol-presentations> [Stand: 15.10.2014].
- STILLWATER MINING CO. (2015): Operations - Smelter. – URL: <http://www.stillwatermining.com/operation/smelter.html> [Stand: 22.03.2015].
- SYLVANIA PLATINUM LTD. (2015a): Investors relation Presentation. – URL: <http://www.sylvaniaplatinum.com/im/presentations.php> [Stand 18.03.2015].
- SYLVANIA PLATINUM LTD. (2015b): Independent Technical Statement for the Volspruit Project. – URL: <http://www.sylvaniaplatinum.com/b/files/appendix/competent-persons-report-volspruit-complex.pdf> [Stand 03.03.2015].
- THOMSON REUTERS (2014): GFMS Platinum & Palladium Survey 2014. – 83 S. – URL: <https://www.moro.si/wp-content/uploads/2014/09/PLATINUM-PALLADIUM-SURVEY-2014.pdf> [Stand: 13.02.2015].
- UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. – A Report of the Working Group Global Metal Flows to the International Resource Panel.
- Graedel, T.E., Allwood, J., Birat, J.-P., Reck, B.K., Sibley, S.F., Sonnemann, G., Buchert, M., Hage-lüken, C.: 44 S. – URL: <http://www.unep.org/resourcepanel/Publications/Recyclingratesof-metals/tabid/56073/> [Stand: 12.09.2014].
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (versch. Jg.): Platinum Group Metals – Minerals Commodity Summaries. – URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/platinum/> [Stand: 27.03.2015].
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (2015): Platinum Group Metals – Minerals Commodity Summaries. – URL: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/platinum/> [Stand: 07.01.2015].
- VILLAGE MAIN REEF LTD. (2013): Fact Sheet on Lesego Platinum Project, Phosiri Dome, Limpopo Province. – DERA Site Visit 2013. – 34 S. – unver-öff.
- VILLAGE MAIN REEF LTD. (2015): Firmeninformation. – URL: <http://www.villagemainreef.co.za/operations/Lesego-Platinum.htm> [Stand: 19.02.2015].
- WALLBRIDGE MINING CO. LTD. (2015): Producing and Exploring in Sudbury, Canada's Premier Mining District. – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.wallbridgeminig.com/s/presentations.asp> [Stand: 16.03.2015].
- WCO – WORLD CUSTOMS ORGANIZATION (2014): What is the Harmonized System (HS)? – URL: <http://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx> [Stand: 27.10.2014].
- WESIZWE PLATINUM LTD. (2013): Analysts tour to Bakubung Platinum Mine. – Firmenpräsentation. – URL: <http://www.wesizwe.com/cmsAdmin/uploads/analysts-tour-to-bakubung-platinum-mine-31-october-presentation.ppt> [Stand: 21.03.2015].
- WHITE, J. (2002): A Mismanaged Palladium Stockpile Was Catalyst for Ford's Write-Off. – The Wall-street Journal. – URL: <http://www.wsj.com/articles/SB1012944717336886240> [Stand: 15.04.2015].

WILLIAMSON, A. (2003): Russian PGM Stocks. – Präsentation auf der Konferenz: LBMA Precious Metals Conference, 2003, Lissabon, Spanien. – URL: http://www.lbma.org.uk/assets/5d_williamson_lbmaconf2003.pdf [Stand: 21.03.2015].

WORLD BANK GROUP (2014): Worldwide Governance Indicators. – URL: <http://info.worldbank.org/governance/wgi/resources.htm> [Stand: 02.02.2015].

WPIC – WORLD PLATINUM INVESTMENT COUNCIL (2015): Platinum Quarterly Q4 2014. – 16 S. – URL: http://www.platinuminvestment.com/files/WPIC_Platinum_Quarterly_Q4_2014.pdf [Stand: 03.04.2014].

ZIMPLATS HOLDINGS LTD. (2015): Operations. – Firmeninformation. – URL: <http://www.zimplats.com/content.php?page=2> [Stand: 01.02.2015].

5 Anhang

Indikatoren und Risikobewertung für Platin, Palladium und Rhodium	134
Glossar	148
Gehalte–Tonnage–Diagramme	150
Bergwerke, Projekte und Hüttenbetriebe im Bushveld-Komplex	152
Internationale Handelswege (Nettoexporte)	153

Indikatoren und Risikobewertung für Platin, Palladium und Rhodium

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot und Nachfrage				
Recyclingrate (EOL-RR): End-of-Life-Recyclingrate der UNEP: Quotient aus der Menge der zum Recycling eingesammelten Abfälle und der Gesamtmenge an anfallenden Abfallstoffen. <i>Bewertungsskala:</i> < 10 % = <i>bedenklich</i> 10 % – 50 % = <i>mäßig</i> > 50 % = <i>unkritisch</i>	End-of-Life-Recyclingrate: Platin & Palladium EOL-RR > 50 – 70 % Rhodium EOL-RR > 50 – 60 %	<p>0 10 % 50 %</p> <p>EOL – RR > 60 – 70 (Pt;Pd) EOL – RR > 50 – 60 (Rh)</p>		
Derzeitige Marktdeckung (Md): Quotient aus Nachfrage zu Angebot. Md gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an. <i>Bewertungsskala:</i> < 0 % = <i>bedenklich</i> 0 % – 10 % = <i>mäßig</i> > 10 % = <i>unkritisch</i>	Derzeitige Marktdeckung: Platin Md = –15,5 % Palladium Md = –9,5 % Rhodium Md = –4,9 %	<p>0 10 %</p> <p>Platin derzeitige Marktdeckung Md = – 15,5 %</p> <p>0 10 %</p> <p>Palladium derzeitige Marktdeckung Md = – 9,5 %</p> <p>0 10 %</p> <p>Rhodium derzeitige Marktdeckung Md = – 4,9 %</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Länderkonzentration der Produktion (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der Bergwerksförderung.</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der Produktion (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Bergwerksförderung multipliziert mit dem Länderrisiko.</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Platin Bergwerksförderung: HHI = 5.582</p>	<p>Platin Bergwerksförderung HHI = 5.582</p>		
	<p>Platin Bergwerksförderung: GLR = 0,09</p>	<p>Platin Bergwerksförderung GLR = 0,09</p>		
	<p>Palladium Bergwerksförderung: HHI = 3.049</p>	<p>Palladium Bergwerksförderung HHI = 3.049</p>		
	<p>Palladium Bergwerksförderung: GLR = 0,01</p>	<p>Palladium Bergwerksförderung GLR = 0,01</p>		
	<p>Rhodium Bergwerksförderung: HHI = 6.512</p>	<p>Rhodium Bergwerksförderung HHI = 6.512</p>		
	<p>Rhodium Bergwerksförderung: GLR = 0,09</p>	<p>Rhodium Bergwerksförderung GLR = 0,09</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Länderkonzentration der Weiterverarbeitung (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der Weiterverarbeitung.</p>	<p>Weiterverarbeitung: HHI = bedenklich (qualitativ)</p>	<p>Weiterverarbeitung HHI = bedenklich</p>		
<p>Gewichtetes Länderrisiko der Weiterverarbeitung (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Weiterverarbeitung multipliziert mit dem Länderrisiko.</p>	<p>Weiterverarbeitung: GLR = mäßig (qualitativ)</p>	<p>Weiterverarbeitung GLR = mäßig</p>		
<p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = bedenklich 2.500 – 1.500 = mäßig > 1.500 = unkritisch</p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = bedenklich -0,5 – 0,5 = mäßig 0,5 – 2,5 = unkritisch</p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Diversifizierung der globalen Nettoexporte (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile der Nettoexportländer.</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der globalen Nettoexporte (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Nettoexportländer.</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Platin in Rohform oder als Pulver: HHI = 2.796</p>	<p>Platin in Rohform HHI = 2.796</p>		
	<p>Platin in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,69</p>	<p>Platin in Rohform GLR = 0,69</p>		
	<p>Platinkatalysatoren (Netze und Gitter): HHI = 2.039</p>	<p>Platin Katalysatoren HHI = 2.039</p>		
	<p>Platinkatalysatoren (Netze und Gitter): GLR = 1,13</p>	<p>Platin Katalysatoren GLR = 1,13</p>		
	<p>Platinabfälle und -schrotte: HHI = 1.488</p>	<p>Platinabfälle & -schrotte HHI = 1.488</p>		
	<p>Platinabfälle und -schrotte: GLR = 0,53</p>	<p>Platinabfälle & -schrotte GLR = 0,53</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung			
		unkritisch	mäßig	bedenklich	
Geopolitische Risiken und Marktmacht					
<p>Diversifizierung der globalen Nettoexporte (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile der Nettoexportländer.</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der globalen Nettoexporte (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Nettoexporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Nettoexportländer.</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Palladium in Rohform oder als Pulver: HHI = 2.561</p>	<p>Palladium in Rohform HHI = 2.561</p>			
	<p>Palladium in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,27</p>	<p>Palladium in Rohform GLR = 0,27</p>			
	<p>Rhodium in Rohform oder als Pulver: HHI = 3.977</p>	<p>Rhodium in Rohform HHI = 3.977</p>			
	<p>Rhodium in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,36</p>	<p>Rhodium in Rohform GLR = 0,36</p>			
	<p>Indium, Osmium und Ruthenium in Rohform oder als Pulver: HHI = 5.786</p>	<p>Iridium, Osmium & Ruthenium in Rohform HHI = 5.786</p>			
	<p>Indium, Osmium und Ruthenium in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,54</p>	<p>Iridium, Osmium & Ruthenium in Rohform GLR = 0,54</p>			

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Diversifizierung der Nettoimporte Deutschlands (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile der deutschen Nettoimporte.</p>	<p>Platin in Rohform oder als Pulver: HHI = 2.096</p>	<p>Platin in Rohform HHI = 2.096</p>		
<p>Gewichtetes Länderisiko der Nettoimporte Deutschlands (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Nettoimporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Lieferländer.</p>	<p>Platin in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,89</p>	<p>Platin in Rohform GLR = 0,89</p>		
	<p>Platinkatalysatoren (Netze & Gitter): HHI = 2.439</p>	<p>Platin Katalysatoren HHI = 2.439</p>		
	<p>Platinkatalysatoren (Netze & Gitter): GLR = 0,30</p>	<p>Platin Katalysatoren GLR = 0,30</p>		
	<p>Platinabfälle und -schrotte: HHI = 590</p>	<p>Platinabfälle & -schrotte HHI = 590</p>		
	<p>Platinabfälle und -schrotte: GLR = 1,50</p>	<p>Platinabfälle & -schrotte GLR = 1,50</p>		
<p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Diversifizierung der Nettoimporte Deutschlands (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile der deutschen Nettoimporte.</p>	<p>Palladium in Rohform oder als Pulver: HHI = 1.459</p>	<p>Palladium in Rohform HHI = 1.459</p>		
<p>Gewichtetes Länderisiko der Nettoimporte Deutschlands (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der Nettoimporte multipliziert mit dem Länderrisiko der Lieferländer.</p>	<p>Palladium in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,85</p>	<p>Palladium in Rohform GLR = 0,85</p>		
	<p>Rhodium in Rohform oder als Pulver: HHI = 3.034</p>	<p>Rhodium in Rohform HHI = 3.034</p>		
	<p>Rhodium in Rohform oder als Pulver: GLR = 0,81</p>	<p>Rhodium in Rohform GLR = 0,81</p>		
	<p>Indium, Osmium und Ruthenium in Rohform oder als Pulver: HHI = 3.662</p>	<p>Indium, Osmium & Ruthenium HHI = 3.662</p>		
	<p>Indium, Osmium und Ruthenium in Rohform oder als Pulver: GLR = 1,19</p>	<p>Indium, Osmium & Ruthenium GLR = 1,19</p>		
<p>Bewertungsskala HHI: 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p>				
<p>Bewertungsskala GLR: -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Geopolitische Risiken und Marktmacht				
<p>Firmenkonzentration (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der Bergwerksförderung/Weiterverarbeitung einzelner Firmen.</p>	<p>Platin Bergbaufirmen: HHI = 1.659</p> <p>Palladium Bergbaufirmen: HHI = 2,198</p> <p>Rhodium Bergbaufirmen: HHI = 1.943</p> <p>Platin, Palladium, Rhodium Weiterverarbeitung (Metall): HHI = bedenklich (qualitativ)</p>	<p>Platin Bergbaufirmen HHI = 1.659</p> <p>Palladium Bergbaufirmen HHI = 2.198</p> <p>Rhodium Bergbaufirmen HHI = 1.943</p> <p>Weiterverarbeitung HHI = bedenklich</p>		
<p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = bedenklich 2.500 – 1.500 = mäßig > 1.500 = unkritisch</p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Explorationsgrad (E): Setzt sich zusammen aus Lebensdauer kennziffer (Lk) und Investitionen in die Exploration (IE).</p> <p>Lebensdauer kennziffer (Lk): Quotienten aus den derzeitigen Reserven und der aktuellen Weltbergwerksförderung.</p> <p><i>Bewertungsskala Lk:</i> > 25 Jahre = <i>bedenklich</i> 25 – 45 Jahre = <i>mäßig</i> < 45 Jahre = <i>unkritisch</i></p> <p>Investition in Exploration (IE): Quotienten aus den weltweiten Explorationsausgaben und der aktuellen Weltbergwerksförderung.</p>	<p>Lebensdauer kennziffer (USGS-Daten): Lk = 162 Jahre</p> <p>Lebensdauer kennziffer¹⁾ (Firmendaten): Lk = 41 Jahre</p> <p>Investitionen in die Exploration: IE = 9 US\$/oz</p>	<p>Lebensdauer kennziffer LK = 162</p> <p>Lebensdauer kennziffer LK = 41</p> <p>Investitionen in die Exploration IE = 9 US\$/oz</p>		
<p>Länderkonzentration (HHI) und gewichtetes Länderisiko (GLR) der Reserven:</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Reserven (USGS Daten): HHI = 9.087</p> <p>Reserven (USGS Daten): GLR = 0,42</p>	<p>Reserven HHI = 9.087</p> <p>Reserven GLR = 0,23</p>		

¹⁾ Beinhaltet nur Angaben zu Reserven 2013 fördernder Bergwerke.

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Länderkonzentration (HHI) und gewichtetes Länderisiko (GLR) der Reserven:</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> < 1.500 = <i>unkritisch</i></p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>	<p>Reserven¹⁾ (Firmendaten): HHI = 4.729</p> <p>Reserven¹⁾ (Firmendaten): GLR = -0,03</p>	<p>Reserven HHI = 4.729</p> <p>Reserven GLR = - 0,03</p>		

¹⁾ Beinhaltet nur Angaben zu Reserven 2013 fördernder Bergwerke.

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Länderkonzentration der zukünftigen Produktion (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der angenommenen Bergwerksförderung im Jahr 2018.</p>	<p>Platin Angebotsszenario 1: HHI = 5.536</p>	<p>Angebotsszenario 1 HHI = 5.536</p>		
<p>Gewichtetes Länderrisiko der zukünftigen Produktion (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der möglichen Bergwerksförderung 2018 multipliziert mit dem Länderrisiko von 2013.</p>	<p>Platin Angebotsszenario 1: GLR = 0,08</p>	<p>Angebotsszenario 1 GLR = 0,08</p>		
	<p>Platin Angebotsszenario 2: HHI = 5.657</p>	<p>Angebotsszenario 2 HHI = 5.657</p>		
	<p>Platin Angebotsszenario 2: GLR = 0,06</p>	<p>Angebotsszenario 2 GLR = 0,06</p>		
<p>Bewertungsskala HHI: 10.000 – 2.500 = <i>bedenklich</i> 2.500 – 1.500 = <i>mäßig</i> > 1.500 = <i>unkritisch</i></p>				
<p>Bewertungsskala GLR: -2,5 – -0,5 = <i>bedenklich</i> -0,5 – 0,5 = <i>mäßig</i> 0,5 – 2,5 = <i>unkritisch</i></p>				

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Länderkonzentration der zukünftigen Produktion (HHI):</p> <p>Summe der quadrierten Anteile an der angenommenen Bergwerksförderung im Jahr 2018.</p> <p>Gewichtetes Länderrisiko der zukünftigen Produktion (GLR):</p> <p>Summe der Anteile der möglichen Bergwerksförderung 2018 multipliziert mit dem Länderrisiko von 2013.</p> <p><i>Bewertungsskala HHI:</i> 10.000 – 2.500 = bedenklich 2.500 – 1.500 = mäßig > 1.500 = unkritisch</p> <p><i>Bewertungsskala GLR:</i> -2,5 – -0,5 = bedenklich -0,5 – 0,5 = mäßig 0,5 – 2,5 = unkritisch</p>	<p>Palladium Angebotsszenario 1: HHI = 3.098</p>	<p>Angebotsszenario 1 HHI = 3.098</p>		
	<p>Palladium Angebotsszenario 1: GLR = -0,02</p>	<p>Angebotsszenario 1 GLR = -0,02</p>		
	<p>Palladium Angebotsszenario 2: HHI = 3.073</p>	<p>Angebotsszenario 2 HHI = 3.073</p>		
	<p>Palladium Angebotsszenario 2: GLR = 0</p>	<p>Angebotsszenario 2 GLR = 0</p>		

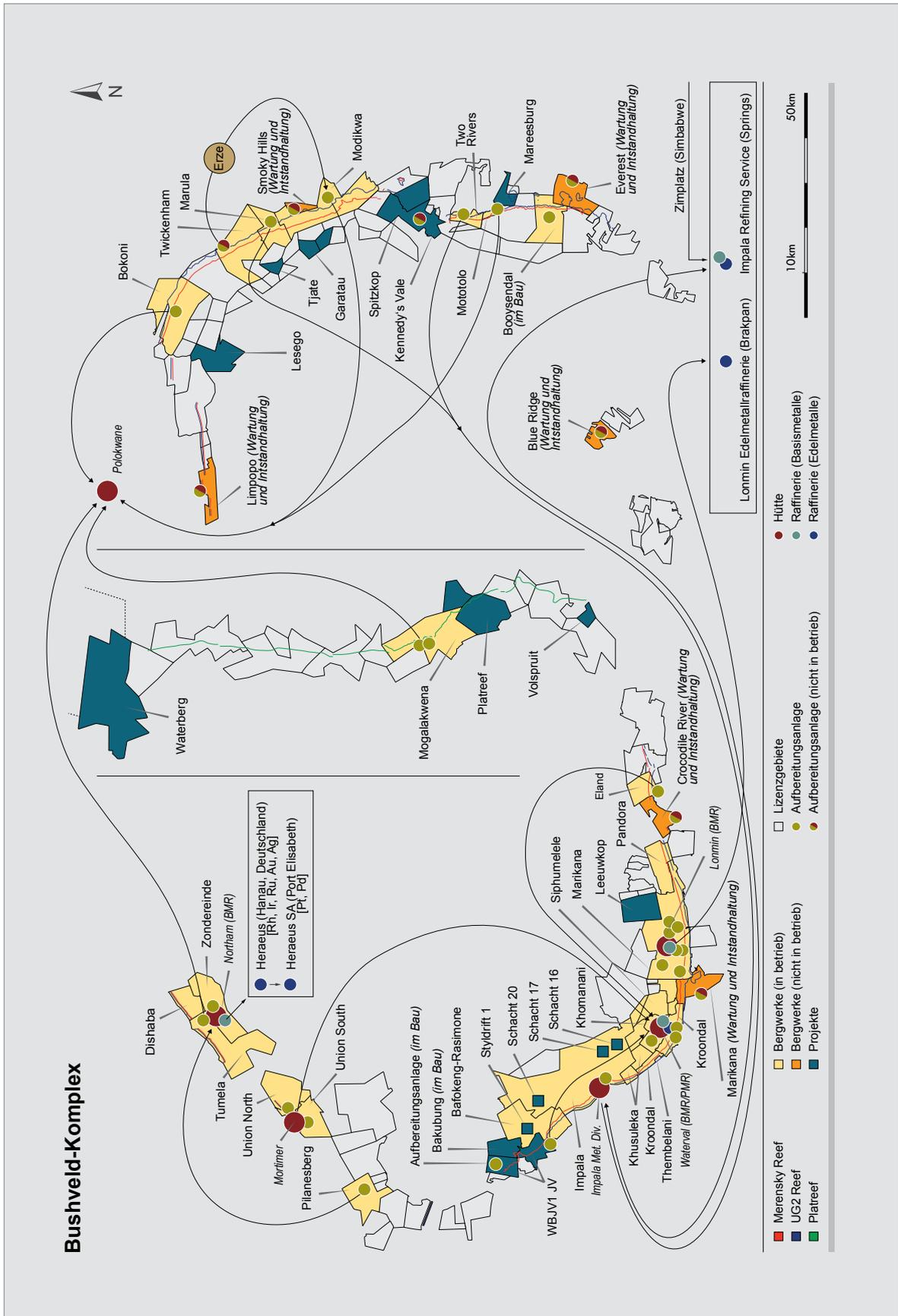
Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung		
		unkritisch	mäßig	bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends				
<p>Zukünftige Marktdeckung (Mz) bis 2018:</p> <p>Quotienten aus einer angenommenen Nachfrage zu eine angenommenen Angebot im Jahr 2018. Mz gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an.</p>	<p>Platin</p> <p>Angebotsszenario 1: Mz = -6,5 % (a) Mz = -3,1 % (b) Mz = -1,1 % (c)</p> <p>a: Nachfragewachstum 4 % pro Jahr b: Nachfragewachstum 3,1 % pro Jahr c: Nachfragewachstum 2 % pro Jahr</p> <p>Platin</p> <p>Angebotsszenario 2: Mz = -1,1 % (a) Mz = +2,4 % (b) Mz = +6,9 % (c)</p> <p>a: Nachfragewachstum 4 % pro Jahr b: Nachfragewachstum 3,1 % pro Jahr c: Nachfragewachstum 2 % pro Jahr</p>	<p>Angebotsszenario 1 Mz = -6,5 % (a)</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = -3,1 % (b)</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = 1,1 % (c)</p>		
<p>Bewertungsskala: < 0 % = <i>bedenklich</i> 0 % – 10 % = <i>mäßig</i> > 10 % = <i>unkritisch</i></p>		<p>Angebotsszenario 2 Mz = -1,1 % (a)</p> <p>Angebotsszenario 2 Mz = 2,4 % (b)</p> <p>Angebotsszenario 2 Mz = 6,9 % (c)</p>		

Indikator	Ergebnisse (Datenbasis 2013)	Bewertung unkritisch mäßig bedenklich
Angebot- und Nachfragetrends		
<p>Zukünftige Marktdeckung (Mz) bis 2018:</p> <p>Quotienten aus einer angenommenen Nachfrage zu eine angenommenen Angebot im Jahr 2018. Mz gibt den Anteil von Angebotsüberschuss oder -defizit in Prozent an.</p> <p><i>Bewertungsskala:</i> < 0 % = bedenklich 0 % – 10 % = mäßig > 10 % = unkritisch</p>	<p>Palladium</p> <p>Angebotsszenario 1: Mz = -19,4 % (a) Mz = -14,8 % (b) Mz = -9,7 % (c)</p> <p>a: Nachfragewachstum 4,95 % pro Jahr b: Nachfragewachstum 3,5 % pro Jahr c: Nachfragewachstum 2 % pro Jahr</p> <p>Palladium</p> <p>Angebotsszenario 2: Mz = -16,5 % (a) Mz = -11,7 % (b) Mz = -4,4 % (c)</p> <p>a: Nachfragewachstum 4,95 % pro Jahr b: Nachfragewachstum 3,5 % pro Jahr c: Nachfragewachstum 2 % pro Jahr</p>	<p>10 % 0</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = -9,7 % (c)</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = -14,8 % (b)</p> <p>Angebotsszenario 1 Mz = -19,4 % (a)</p> <p>10 % 0</p> <p>Angebotsszenario 2 Mz = -4,4 % (c)</p> <p>Angebotsszenario 2 Mz = -11,7 % (b)</p> <p>Angebotsszenario 2 Mz = -16,5 % (a)</p>

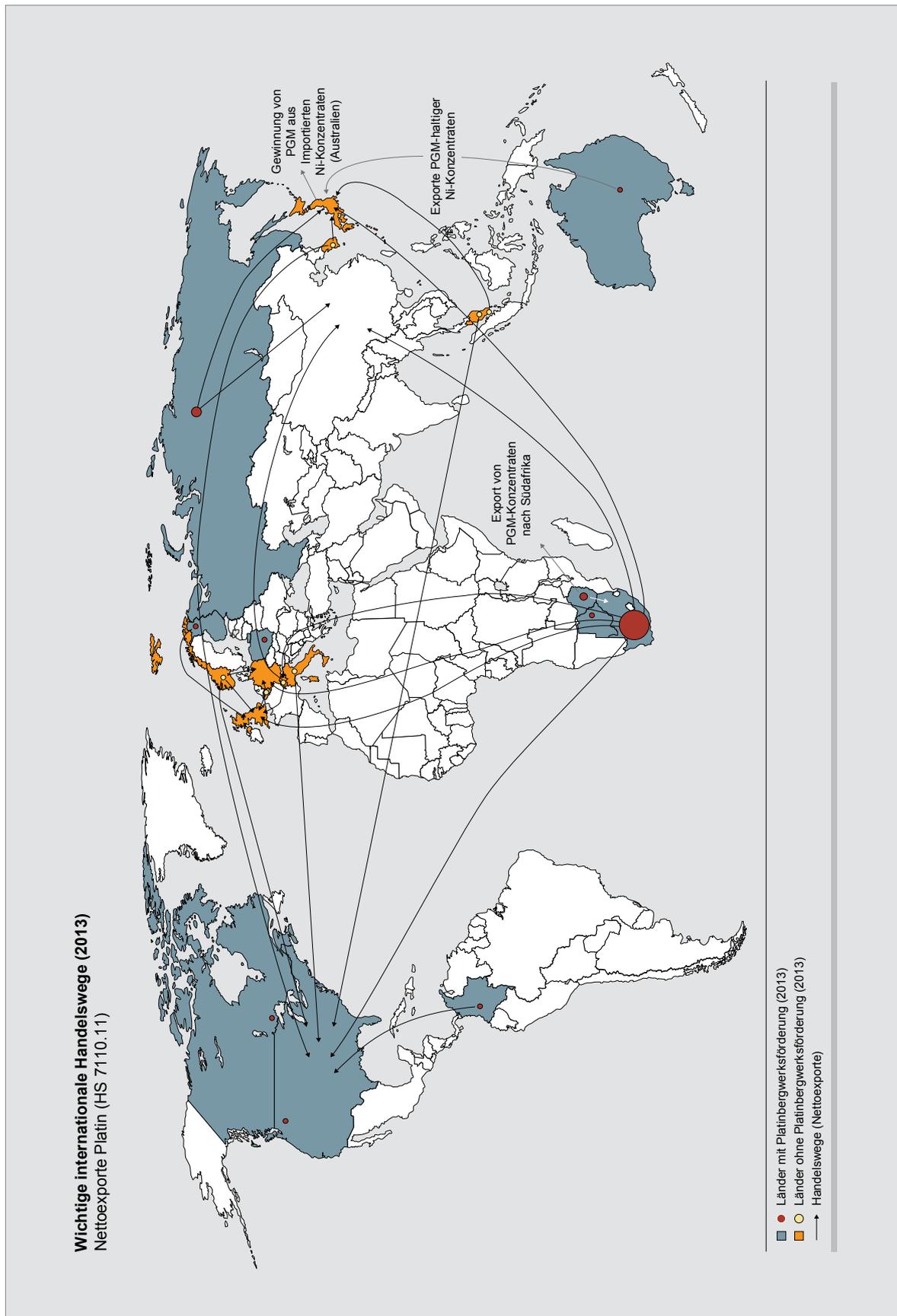
Glossar

Diversifizierung der Importe	Die Diversifizierung der Importe errechnet sich mithilfe des HHI, wobei die mengenmäßigen Anteilswerte am Import auf Länderebene herangezogen werden.
Firmenkonzentration	Die Firmenkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei Anteilswerte an der weltweiten Gesamtproduktion der Bergbaufirmen herangezogen werden.
Gewichtetes Länderrisiko	Das gewichtete Länderrisiko (GLR) errechnet sich aus der Summe der Anteilswerte der Länder an der Produktion, dem Nettoexport oder dem deutschen Import, multipliziert mit dem Länderrisiko (LR). Das gewichtete Länderrisiko liegt in einem Intervall zwischen +2,5 und –2,5. Bei Werten über 0,5 wird das Risiko als niedrig eingestuft, zwischen +0,5 und –0,5 liegt ein mäßiges Risiko vor und Werte unter –0,5 gelten als kritisch.
Herfindahl-Hirschman-Index (HHI)	Der Herfindahl-Hirschman-Index (HHI) ist eine Kennzahl, die die unternehmerische Konzentration in einem Markt angibt. Sie wird durch das Summieren der quadrierten Marktanteile aller Wettbewerber errechnet. Die Bewertungsskala für den HHI richtet sich nach den Vorgaben des U.S. Department of Justice und der Federal State Commission, die einen Markt bei einem HHI unter 1.500 als gering und zwischen 1.500 und 2.500 Punkten als mäßig konzentriert definieren. Bei einem Indexwert über 2.500 gilt ein Markt als hoch konzentriert.
Länderkonzentration	Die Länderkonzentration wird mithilfe des HHI berechnet, wobei jahresbezogene Anteilswerte der Bergwerksförderung, der Raffinadeproduktion oder der weltweiten Nettoexporte auf Länderebene herangezogen werden.
Länderrisiko	Das Länderrisiko (LR) ergibt sich aus dem Mittelwert der sechs Worldwide Governance Indicators der Weltbank, die jährlich die Regierungsführung von über 200 Staaten weltweit bewertet. Gemessen werden (1) Mitspracherecht und Rechenschaftspflicht, (2) politische Stabilität und Abwesenheit von Gewalt, (3) Leistungsfähigkeit der Regierung, (4) Regulierungsqualität, (5) Rechtsstaatlichkeit und (6) Korruptionsbekämpfung.
Lebensdauer-kennziffer	Die Lebensdauer-kennziffer ergibt sich aus dem Quotienten der derzeitigen Reserven und der aktuellen Weltbergwerksförderung. Die Lebensdauer-kennziffer (statische Reichweite) gibt einen Hinweis auf den Stand der Exploration und in welchem Maße zukünftig Explorationsaktivitäten notwendig sind. Die Kennziffer sagt nichts über den Erschöpfungszeitpunkt eines Rohstoffes aus.
Marktdeckung	Die Marktdeckung ergibt sich aus dem Quotienten der Nachfrage (Raffinadeverbrauch) und des Angebots (Raffinadeproduktion).
Nettoexporte	Unter Nettoexporten versteht man die Differenz von Exporten und Importen einer Volkswirtschaft. Nettoexporte können sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Im Rahmen der Studie wurden für die einzelnen Handelsprodukte die positiven Nettoexporte ($NX > 0$) verwendet, da der Fokus auf der Angebotsseite liegt. Negative Nettoexporteure sind hingegen Verbraucherländer (Nettoimporteure) der jeweiligen Rohstoffe. Die Summe der positiven Nettoexporte stellt dementsprechend die in den internationalen Handel gelangte Produktionsmenge dar.
Recyclingrate (EOL-RR)	Die End-of-Life-Recyclingrate (EOL-RR) ist der Quotient aus der Menge des dem Recycling zugeführten Altschrotts eines Rohstoffs und der Gesamtmenge des theoretisch in den End-of-Life-Produkten angefallenen Rohstoffs.
Reserven	Reserven sind die zu heutigen Preisen und mit heutiger Technik wirtschaftlich gewinnbaren Rohstoffmengen.

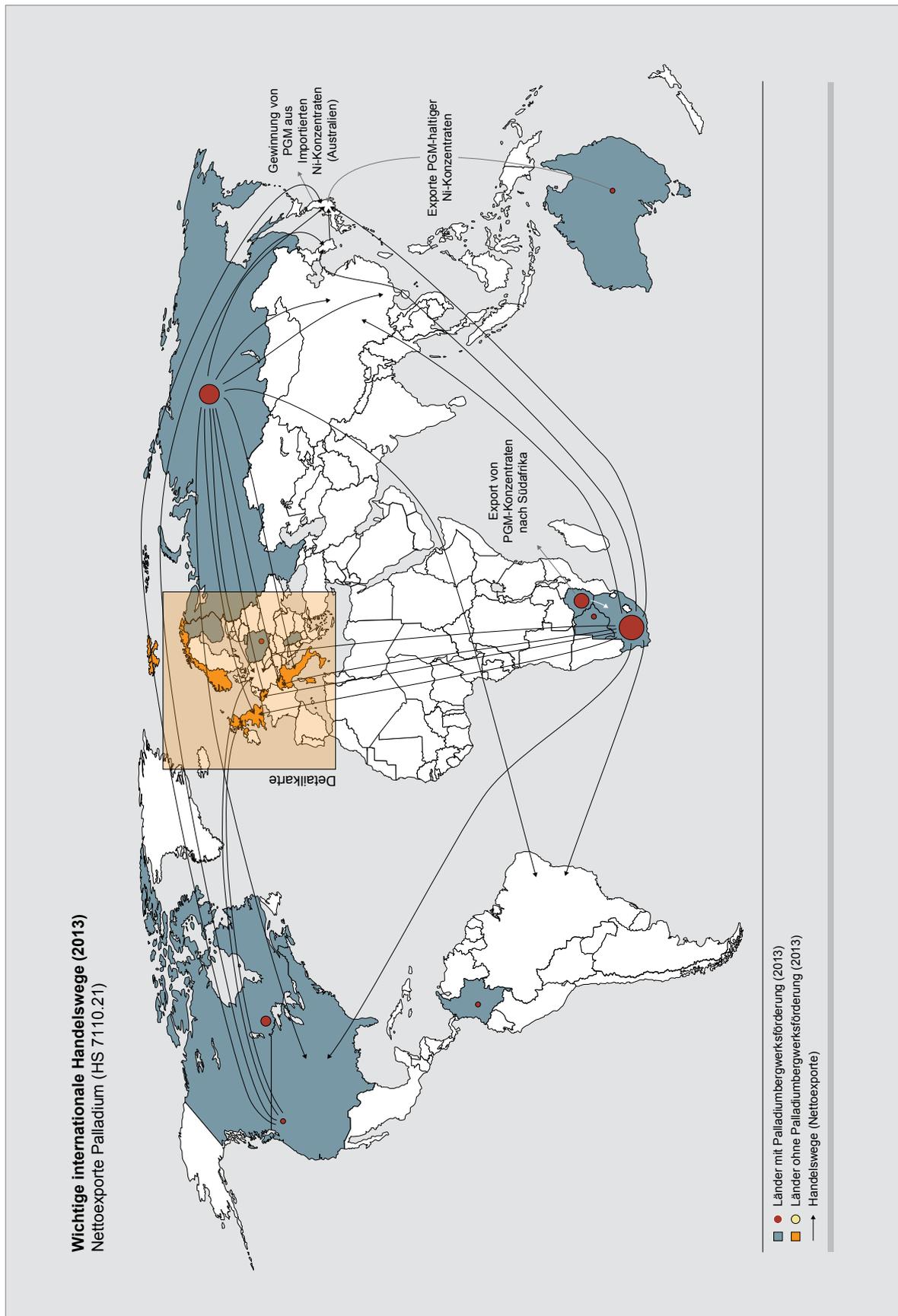
Wachstumsraten CAGR	Wachstumsraten basieren auf der jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate (engl.: Compound Annual Growth Rate, CAGR). Diese stellt den durchschnittlichen Prozentsatz dar, um den der Anfangswert einer Zeitreihe auf hypothetische Folgewerte für die Berichtsjahre wächst, bis der tatsächliche Endwert der Zeitreihe erreicht ist. Tatsächliche Ausschläge der Folgejahre in der Zwischenzeit wirken sich dabei nicht aus.
Zukünftige Marktdeckung	Die zukünftige Marktdeckung ergibt sich aus dem Quotienten der zukünftigen Nachfrage und des zukünftigen Angebots. Für das zukünftige Angebot sowie die zukünftige Nachfrage werden jeweils zwei Szenarien erstellt. Das zukünftige Angebot errechnet sich aus der Summe der derzeitigen Bergwerksförderung und einer zusätzlichen Jahresförderkapazität aus neuen Bergbauprojekten.



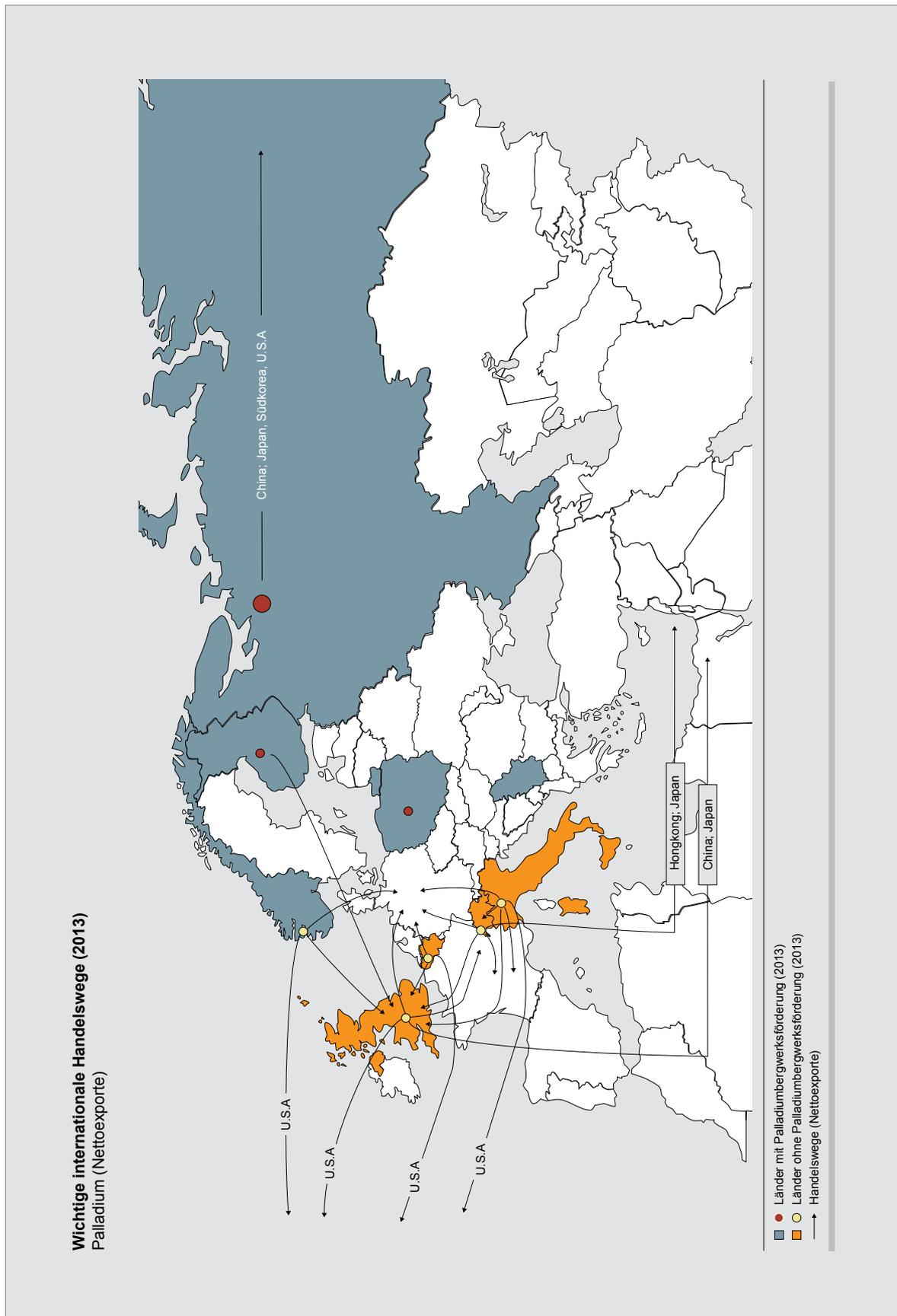
Übersichtskarte des Bushveld-Komplex (Bergwerke, Projekte, Hüttenbetriebe). (modifiziert nach SFA (OXFORD) Ltd. 2015)



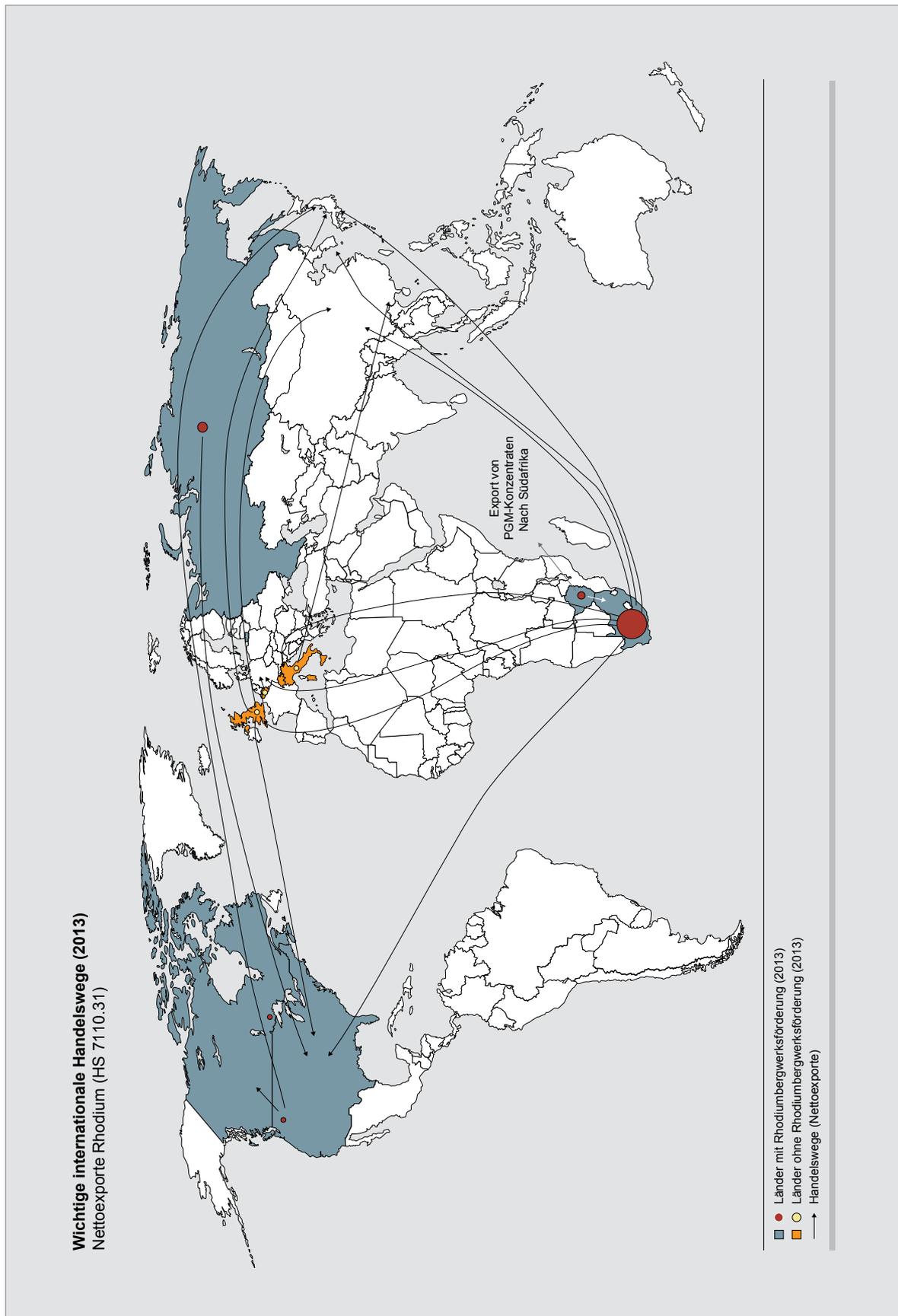
Internationale Handelswege 2013 (Nettoexporte Platin).
 (Datenquelle: GTI 2015)



Internationale Handelswege 2013 (Nettoexporte Palladium).
(Datenquelle: GTI 2015)



Internationale Handelswege 2013 (Detailkarte Nettoexporte Palladium).
(Datenquelle: GTI 2015)



Internationale Handelswege 2013 (Nettoexporte Rhodium).
(Datenquelle: GTI 2015)

**Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)**

Wilhelmstraße 25–30
13593 Berlin
Tel.: +49 30 36993 226
dera@bgr.de
www.deutsche-rohstoffagentur.de

ISBN: 978-3-943566-19-2 (Druckversion)
ISBN: 978-3-943566-20-8 (PDF)
ISSN: 2193-5319