

---

## FAKTEN ■ ANALYSEN ■ WIRTSCHAFTLICHE HINTERGRUNDINFORMATIONEN

---

### Quo vadis Kohle?

**Sandro Schmidt, Sönke Rehder & Bernhard Cramer**

Kohle ist ein endlicher Bodenschatz, der in sehr großen Mengen in den Sedimentbecken der Erdkruste vorkommt. Die Frage nach der Reichweite von Kohle kann derzeit aufgrund der immensen Vorräte und der unbekannteren Zukunft der Kohlenutzung nicht einmal annähernd beantwortet werden. Anders lautende Äußerungen über ein bevorstehendes jähes Ende oder die Unbegrenztheit der Kohle, sollten immer kritisch mit Blick auf die Datengrundlage, die verwendeten Methoden und auf mögliche Interessenlagen hinterfragt werden. Diese Ausgabe der Commodity Top News gibt Auskunft über die Erstellung von globalen Vorratsstatistiken, wie sie von dem World Energy Council und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe publiziert werden. Aus der BGR-Statistik ergibt sich, dass Kohle der nicht-erneuerbare Energierohstoff mit den weitaus größten Vorräten ist.

#### **Bedeutung der Kohle und die Frage nach dem wie viel?**

Ohne Kohle als leicht gewinnbarer Energierohstoff wäre die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert nicht möglich gewesen. Auch heute noch liefert Kohle gut 29 % der weltweiten Primärenergie (Strom-, Wärme-, Roheisenerzeugung etc.) und ist damit nach Erdöl der zweitwichtigste Energierohstoff. Der Bedarf an Kohle nahm gerade in den vergangenen Jahren insbesondere im asiatischen Raum rasant zu (Abb. 1). Bei der weltweiten Stromerzeugung war Kohle mit einem Anteil von 41 % in 2008 der wichtigste Energierohstoff (IEA 2009a).

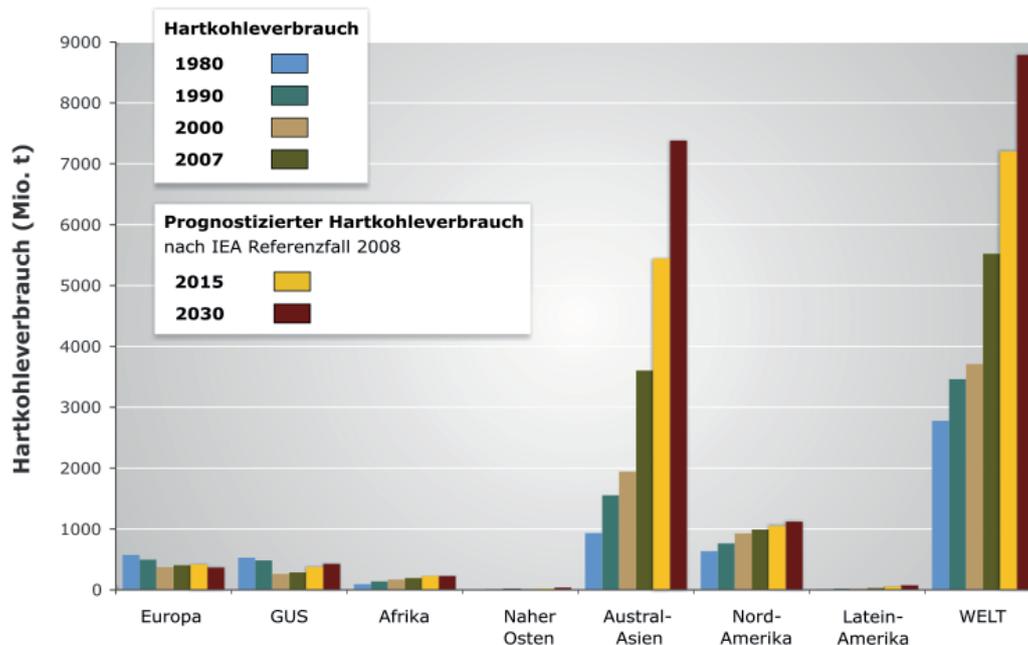
Unabhängig von seiner großen Relevanz für unsere Energieversorgung wird die Rolle der Kohle in einem zukünftigen Energiemix derzeit besonders kontrovers diskutiert. Neben Aspekten der Versorgungssicherheit

sind dabei insbesondere die hohen spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von besonderer Wichtigkeit. Damit ist die Kohle mehr als die anderen nicht-erneuerbaren Energierohstoffe Gegenstand der Klima- und Energie-debatte.

Die Vermutungen zur Reichweite der Kohle reichen je nach Datengrundlage, Modellansatz und nicht zuletzt nach individuellen Interessen von einer bevorstehenden Krise durch physische Verknappung der Kohlevorräte (Stichwort *Peak Coal*) in wenigen Jahren bis hin zur bedenkenlosen Kohleverfügbarkeit. Angesichts der Relevanz dieses Themas ist bemerkenswert, dass sich nur sehr wenige Institutionen mit der sorgfältigen Erhebung, Einordnung, Bewertung und Interpretation von Kohle-Vorratszahlen weltweit beschäftigen.

Nach einer Einführung in die Gewinnung der Kohle zeigt die vorliegende Commodity Top News-Ausgabe Vorgehensweisen und Probleme der Erhebung von Vorratszahlen für Kohle auf, beschreibt und vergleicht die entsprechenden Vorgehensweisen für die weltweiten Vorratserhebungen durch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und den World Energy Council (WEC) und gibt abschließend einen Überblick über die geologische Verfügbarkeit und aktuelle Trends. Auf andere Aspekte wie die Klimaverträglichkeit, Möglichkeiten durch Technologieentwicklung wie CCS oder die Akzeptanz der Kohle wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen.

Weiterführende Erläuterungen und aktuelle Daten auch zu den anderen nicht-erneuerbaren Energierohstoffen sind in der BGR-Studie *Energierohstoffe 2009* sowie in der jährlich erscheinenden Kurzstudie *Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen* publiziert. Sie sind als Download kostenlos auf der BGR-Internetseite erhältlich ([www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)).



**Abbildung 1:** Hartkohleverbrauch: Vergangenheit, aktuelle Situation und mögliche zukünftige Szenarien nach Regionen (nach IEA 2008a, 2008b).

## Kohlegewinnung ist Bergbau

Je nach Teufenlage der Flöze wird Kohle im Tage- oder Tiefbau gewonnen. Die Tagebauförderung ist die kostengünstigere Alternative, da hier bei Einsatz von Großgeräten mit weniger Personal eine wesentlich höhere Förderleistung erbracht werden kann (Abb. 2).

Die Gewinnung von Weichbraunkohle erfolgt, abgesehen von einigen lokalen Ausnahmen, nur im Tagebau. International werden dabei selten Abbautiefen von 200 m überschritten. Eine Ausnahme bildet Deutschland, wo durch den Einsatz von Großtagebautechnik die Förderung bis in Teufen von 400 m rentabel ist.



**Abbildung 2:** Weichbraunkohleförderung im Tagebau Welzow-Süd/Lausitz.

Mehr als die Hälfte der weltweit geförderten Hartkohle (Hartbraunkohle, Steinkohle und Anthrazit) stammt aus der Tiefbauförderung. Dies ist vor allem auf den hohen Tiefbauförderanteil an der chinesischen Hartkohleförderung von rund 95 % zurückzuführen (Schmidt 2007). Die bei der Tiefbauförderung vorherrschenden Gewinnungsmethoden sind der sogenannte Strebbau (langfrontartige Abbau) und der Kammerpfeiler-Bau. Die Hartkohleförderung im Tiefbau erfolgt größtenteils in Teufen oberhalb von 500 m. Vor allem in Revieren, in denen die Hartkohle seit mehr als 100 Jahren in großem Umfang gefördert wird, können auch wesentlich größere mittlere Gewinnungsteufen erreicht werden. Dazu zählen vor allem die europäischen Kohlebecken wie das polnische Oberschlesische Becken mit einer mittleren Gewinnungsteufe von rund 800 m, das ukrainisch/russische Donezkbecken mit etwa 720 m und das deutsche Ruhrbecken mit mehr als 1100 m. Die fortschreitende Mechanisierung im Tiefbau konnte die Produktivität in den letzten Jahrzehnten erheblich steigern. Gleichzeitig ging dadurch allerdings auch die Lagerstättenausnutzung zurück, da der Abbau von geringmächtigen Flözen zunehmend unrentabel wurde. Insbesondere der Einsatz von immer größeren und stärkeren Gewinnungsmaschinen im langfrontartigen Abbau, wie Walzenschrämlader und Hobel, erfordert möglichst mächtige, wenig gestörte und flach gelagerte Flöze (BGR 2009).

### Wie viel Kohle ist in einer Lagerstätte?

Da nur ein geringer Anteil der Kohleflöze an der Erdoberfläche ausstreicht, entzieht sich dieser Rohstoff in der Regel der direkten Beobachtung. Daher ist es nicht möglich, die nutzbare Gesamtmenge mit beliebiger Genauigkeit anzugeben. Kohlevorräte einzelner Lagerstätten werden bereits im Zuge der geologischen Erkundung (Prospektion und Exploration) im Vorfeld der Nutzung als wesentlicher Bestandteil von wirtschaftlichen Machbarkeitsuntersuchungen berechnet. Im Vergleich zu den anderen Energierohstoffen ist die Berechnung der Kohlevorräte aufgrund des einfachen Aufbaus der flözförmigen Kohlelagerstätten (Abb. 2) relativ einfach. Für die Berechnung sind die horizontale und vertikale Ausdehnung unter Berücksichtigung des Einfallens der Flöze und die Kohledichte notwendig. Die einflussreichsten Parameter sind die einbezogenen Flözmächtigkeiten und die maximalen Teufenlagen der Flöze. Dazu existieren in den meisten Ländern und bei den einzelnen Firmen unterschiedliche Mindestanforderungen, die vor allem an gewinnungstechnische und wirtschaftliche Anforderungen angelehnt sind. Diese Anforderungen können sich signifikant ändern, was erheblichen Einfluss auf Vorratszahlen zur Folge haben kann. So wurden beispielsweise in vielen europäischen Ländern bis Mitte des 20.

Jahrhunderts Flöze ab einer Mächtigkeit von 30 cm in Vorratsberechnungen und Abbauplanungen einbezogen, da auch diese geringmächtigen Flöze im Tiefbau händisch abgebaut wurden. Mit zunehmender Mechanisierung im Tiefbau wuchsen die Anforderungen an die Mindestmächtigkeiten der Flöze auf heute mindestens 60 cm. Durch diesen technischen Fortschritt haben sich Kohlereserven verringert, was sich in den meisten aktuellen Vorratsberechnungen niederschlägt. Heutzutage werden nur noch in einigen Fällen bei den anfänglichen Vorratsabschätzungen (Ressourcen) neu untersuchter Vorkommen Flözmächtigkeiten unter 60 cm berücksichtigt. Ein Beispiel für unterschiedliche Anforderungen der Kohle produzierenden Länder sind die in Vorratsberechnungen mit einbezogenen maximalen Teufenlagen für Kohleflöze. Diese betragen in kohlereichen Ländern wie Russland, der Ukraine, der VR China und den USA bis zu 1800 m. In den meisten anderen Ländern finden hingegen nur Kohlen in geringeren Teufenlagen - oftmals nur bis 300 oder 600 m - Eingang in die Vorratsberechnungen.

### Von der Lagerstätte zur globalen Vorratsstatistik

Globale Vorraterhebungen dienen als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für Industrie und Politik. Die Erhebungen zu den weltweit vorhandenen Reserven und Ressourcen an Kohle fanden in den vergangenen Jahrzehnten allerdings eher geringe Beachtung. Zurückzuführen ist dies zum einen darauf, dass die großen untersuchten Kohlevorräte keine Versorgungsengpässe erwarten ließen. Zum anderen führte auch der verstärkte Einsatz von wesentlich preisgünstigerem Erdöl und Erdgas als Substitut für die teuer geförderte Steinkohle gerade in Europa zu einem verminderten Interesse an neuen Vorraterhebungen für Kohle. Mit den steigenden Energierohstoffpreisen der letzten Jahre und durch die aktuelle Klimadiskussion sind diese Statistiken derzeit jedoch stark nachgefragt.

Fast jedes der traditionellen großen Kohleförderländer besitzt eigene Kohle- und Vorratsklassifikationssysteme. Die Vorratsklassifikationen enthalten Bestimmungen zu den durchzuführenden geologischen, bergtechnischen und wirtschaftlichen Untersuchungen. In Abhängigkeit vom Stand und Erfolg dieser Untersuchungen werden die Vorräte in Reserven und Ressourcen eingeteilt. Derzeit existieren weltweit mehr als 150 Vorratsklassifikationen. Deshalb ist eine perfekte Korrelation aller Reserven- und Ressourcenangaben kompliziert bis unmöglich (Ersoy 2003).

Die teilweise sehr beträchtlichen Unterschiede bei den Bezeichnungen und Definitionen in den Vorratsklassifikationen basieren auch auf unterschiedlichen Ziel-

vorstellungen. Während einerseits die Klassifizierung von Vorräten auf Lagerstättenebene den praktischen Bedürfnissen von Bergwerken dienen soll, wird andererseits von staatlichen Institutionen wie den Geologischen Diensten angestrebt, Übersichten über das Vorratspotenzial ganzer Regionen zu geben (Fettweis et al. 1999). Der erstgenannten Zielvorstellung entsprechen die in der Industrie genutzten Klassifikationen (z. B. JORC Code, 2004), die vor allem für die Bergbaugesellschaften, aber auch für Investoren und Banken, die bei der Finanzierung der Bergbauprojekte mitwirken (Akin 1997), von Interesse sind.

Bei der Erstellung von globalen Statistiken werden publizierte oder gemeldete Vorräte in ein einheitliches System integriert. Neben der geschilderten Notwendigkeit des Abgleichs unterschiedlicher Klassifikationssysteme, besteht dabei das Problem, dass nicht alle Länder jährlich aktualisierte Daten publizieren oder gar nur in großen Abständen ihre Kohlevorkommen neu bewerten. All dies führt dazu, dass globale Vorraterhebungen immer Daten unterschiedlicher Qualität und Aktualität enthalten. Daher besteht die Notwendigkeit, sehr unterschiedliche Datentypen und -qualitäten fachgerecht zusammen zu fassen. Detaillierte Informationen beispielsweise zur Struktur von Flözen oder zu Kohlequalitäten gehen dabei verloren.

Erhebungen zu den weltweiten Kohlevorräten werden von verschiedenen Institutionen und Firmen veröffentlicht. Zu den bekanntesten Veröffentlichungen mit globalen Kohlevorratsangaben gehören die Publikationen *Statistical Review of World Energy* von BP (BP 2009), der *International Energy Outlook* der EIA (EIA 2009), die *Coal Information* der IEA (IEA 2009b) und der *Weltenergiereport* sowie der *Weltmarkt für Steinkohle* von RWE.

Im Vergleich zeigt sich, dass die dort veröffentlichten Angaben zu den Vorräten allesamt entweder auf Angaben des WEC oder der BGR zurückgreifen. Neben den zuvor erwähnten Institutionen beschäftigt sich ebenfalls der United States Geological Survey (USGS) der USA sehr intensiv mit der Erfassung von Kohlevorkommen und Kohlequalitäten rund um den Globus. Dazu führt der USGS in Zusammenarbeit mit lokalen Geologischen Diensten und Forschungseinrichtungen neben der Evaluierung von bereits vorhandenen Daten auch weiterführende Feld- und Laborarbeiten durch. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind auf der Homepage des USGS frei verfügbar. Allerdings veröffentlicht der USGS keine kompilierten Daten zu den globalen Reserven und Ressourcen.

## Die Vorgehensweise des WEC

Der World Energy Council (WEC) wurde 1923 als nichtstaatliche, nicht profitorientierte, unabhängige Institution gegründet. Derzeit verfügt der WEC, der Beobachterstatus bei den Vereinten Nationen besitzt, über nationale Mitgliedskomitees in 93 Ländern aus allen Teilen der Welt, die zusammen rund 95% des Weltenergieverbrauchs beanspruchen.

Der WEC unterteilt Kohle entsprechend der Inkohlung in **bituminöse Kohlen** (incl. Anthrazit), **subbituminöse Kohlen** und **Lignit** (Weichbraunkohle). Exakte Grenzwerte für die Unterscheidung dieser Kohlen z.B. nach dem Energieinhalt gibt der WEC nicht an. Dies begründet der WEC damit, dass kein universell akzeptiertes System zur Abgrenzung der Kohlen existiert. Aufgrund dessen können die Zuweisungen zu diesen drei Kohlegruppen von Land zu Land unterschiedlich sein (WEC 2007).

Anlässlich des Weltenergiekongresses publiziert der WEC alle drei Jahre einen Survey of Energy Resources (WEC 2007), in dem Vorräte, Produktion und Verbrauch aller Energierohstoffe betrachtet werden. Den Großteil der Daten erhält der WEC durch formalisierte Befragung seiner Mitglieder. Dazu definiert der WEC (2007) folgende Vorratskategorien für Kohle:

### *Nachgewiesene in-situ Mengen (proved amount in place)*

Die verbliebenen Mengen (resources) in bekannten Lagerstätten, die sorgfältig untersucht und als gewinnbar unter derzeitigen sowie erwarteten lokalen wirtschaftlichen Bedingungen mit existierender/verfügbarer Technologie bewertet wurden. Zu diesen Mengen werden, sofern verfügbar, Angaben zur minimalen Flözmächtigkeit sowie zur maximalen Teufe der erfassten Vorräte in den Lagerstätten angegeben.

### *Nachgewiesene gewinnbare Reserven (proved recoverable reserves)*

Die Menge innerhalb der nachgewiesenen in-situ Mengen, die zukünftig unter derzeitigen sowie erwarteten lokalen wirtschaftlichen Bedingungen mit existierender/verfügbarer Technologie gewonnen werden können.

### *Geschätzte zusätzliche in-situ Mengen (estimated additional amount in place)*

Die angedeuteten (indicated) und vermuteten (inferred) Mengen, die zusätzlich zu den nachgewiesenen in-situ Mengen in absehbarer Zeit von wirtschaftlichem Interesse sind. Dazu gehören Vorräte, die sowohl in unexplorierten Lagerstättenteilen oder in unentdeckten Lagerstätten in bekannten kohleführenden Gebieten

lagern als auch vermutete Mengen in Gebieten mit günstigen geologischen Voraussetzungen. Spekulative Mengen gehören nicht dazu.

**Geschätzte zusätzlich gewinnbare Reserven** (*estimated additional reserves recoverable*)

Die Menge innerhalb der geschätzten zusätzlichen in-situ Mengen, für die die geologischen und ingenieurtechnischen Informationen andeuten, dass diese mit einer begründeten Sicherheit zukünftig gewonnen werden könnten.

## Die Vorgehensweise der BGR

Der Vorratsstatistik der BGR liegt eine breite, kontinuierliche Erfassung der weltweit zugänglichen Daten zu Reserven, Ressourcen, Förderung sowie wirtschaftlichen und technischen Trends zu Grunde. Genutzte Datenquellen reichen von überstaatlichen Stellen wie der IEA, über publizierte Statistiken einzelner Firmen, Berichte staatlicher geologischer Dienste, Rohstoffbehörden oder Kohle-, Energie- und Bergbauministerien, Botschaftsberichte, Meldungen der Tagespresse bis hin zu Publikationen in internationalen Rohstoffjournalen oder der wissenschaftlichen Fachpresse.

Die BGR gibt die Kohlevorräte unterteilt nach Weichbraunkohle und Hartkohle an. Als **Hartkohlen** gelten dabei alle Kohlen mit einem Energieinhalt > 16.500 kJ/kg. Sie gelten als Transportkosten-belastbar und sind somit für den weltweiten Handel geeignet. **Weichbraunkohlen** hingegen sind aufgrund ihres hohen Wasser- und niedrigen Energieinhaltes (< 16.500 kJ/kg) nicht für den längeren Transport geeignet. Aufgrund unterschiedlicher Kohleklassifikationen der Länder insbesondere bei der Abgrenzung von Hartkohlen zu Weichbraunkohlen treten Zuordnungsprobleme auf. Dies betrifft v.a. die Weichbraunkohlen (lignite), da einige nationale Klassifikationen Braunkohlen nicht in Weichbraun- und Hartbraunkohlen unterteilen oder keine detaillierten Informationen dazu vorliegen. Dadurch bedingt können die Weichbraunkohlevorratsangaben einiger Länder ebenfalls Hartbraunkohlen enthalten, obwohl diese per obiger Definition zu den Hartkohlen zählen. Derartige Fälle werden von der BGR entsprechend ausgewiesen.

Als Vorratsklassen unterscheidet die BGR bei Kohle Reserven, Ressourcen und Verbleibendes Potenzial (Gesamtressourcen):

**Reserven** sind die Mengen eines Energierohstoffes, die mit großer Genauigkeit erfasst wurden und mit den derzeitigen technischen Möglichkeiten wirtschaftlich gewonnen werden können. Synonym gebräuchliche

Wendungen bei Kohle sind *bauwürdige* sowie *sicher gewinnbare Vorräte*.

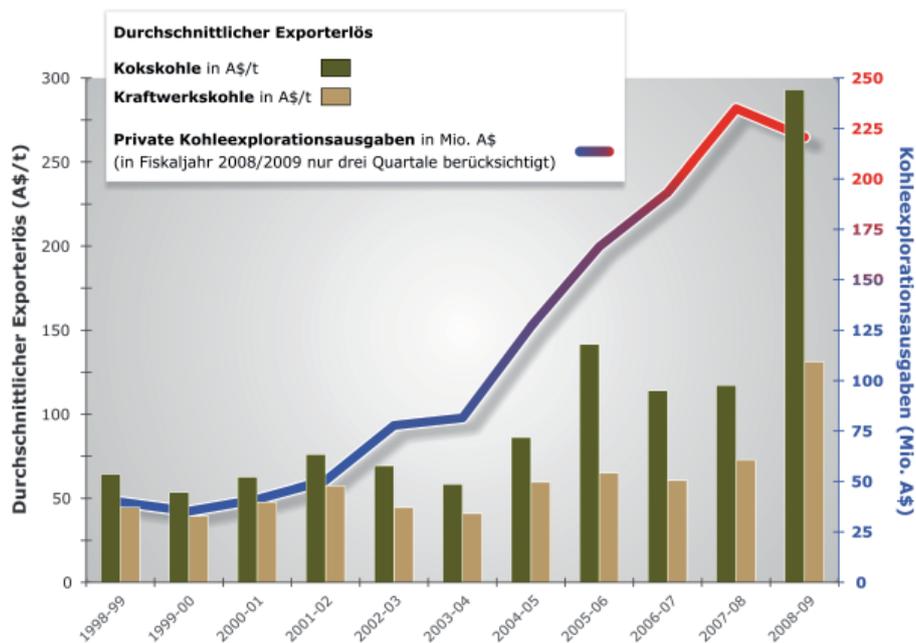
**Ressourcen** sind die Mengen eines Energierohstoffes, die geologisch nachgewiesen sind, aber derzeit nicht wirtschaftlich gewonnen werden können und die Mengen, die nicht nachgewiesen sind, aber aus geologischen Gründen in dem betreffenden Gebiet erwartet werden können. Bei Kohle sind dies in-situ-Mengen (im Gegensatz zu Erdöl, Erdgas und Uran), also die Gesamtmenge unabhängig von ihrer Gewinnbarkeit.

Das **verbleibende Potenzial** ist die gesamte noch gewinnbare Menge an Energierohstoffen, also die Summe aus den Reserven und Ressourcen. Bei Kohle und Uran wird als Synonym auch der Begriff Gesamtressourcen gebraucht.

Bei den Reserven handelt es dabei um ausbringbare (recoverable) Mengen, d.h. abbautechnische Gewinnungsverluste werden bei den Reservenangaben berücksichtigt. Im Gegensatz dazu stellen die Kohleressourcen in-situ Mengen dar, wobei eventuelle Gewinnungsverluste unberücksichtigt bleiben. Da die BGR auch nationale Quellen bei ihren Reservenbetrachtungen berücksichtigt, die per nationaler Definition die Gewinnungsverluste bei den Reserven nicht berücksichtigen, können hier stellenweise Abweichungen zur BGR-Definition auftreten. Sofern bekannt ist, dass es sich bei den nationalen Reservenangaben um in-situ Mengen handelt, wird ein Extraktionskoeffizient (recovery factor) berücksichtigt. Des Weiteren muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass in den meisten Fällen die Abgrenzung der Reserven von den Gesamtressourcen in erster Linie auf den jeweiligen nationalen Angaben und landesüblichen Bedingungen basieren.

## Beispiel Australien: Vom Länderbericht in die globale Statistik

Australien war 2008 mit einer Förderung von rund 325 Mio. t und einem Anteil von knapp 6 % der weltweit viertgrößte Hartkohleproduzent und mit Exporten von rund 260 Mio. t, entsprechend einem Anteil von 28 %, der bedeutendste Hartkohle-Exporteur. Aufgrund der hohen Kohle-Weltmarktpreise und entsprechender Erlöse (Abb. 3) beliefen sich die australischen Hartkohle-Exporterlöse im Fiskaljahr 2008/2009 auf 54,6 Mrd. A\$ (ABARE 2009a).



**Abbildung 3:** Entwicklung der australischen Kohle-Exportertlöse und Explorationsausgaben (ABARE 2009b).

Bei den Daten für die Reserven und Ressourcen von Hart- und Weichbraunkohle in Australien bezieht sich die BGR auf Angaben des geologischen Dienstes Australiens (Geoscience Australia), wie sie in der jährlich erscheinenden Publikation *Australia's Identified Mineral Resources* nachzulesen sind (<http://www.ga.gov.au/>). In dieser Publikation wird in *Black Coal* und *Brown Coal* unterschieden, wobei *Black Coal* der Hartkohle nach BGR-Definition und die tertiäre *Brown*

*Coal* mit einem Wassergehalt von rund 60 % (Geoscience Australia 2001 - 2008) im Wesentlichen der Weichbraunkohle nach BGR-Definition entsprechen. Neben den in-situ Mengen werden ebenfalls die ausbringbaren (recoverable) Mengen der verschiedenen Vorratskategorien angegeben (Tab. 1). Die ausführlichen Definitionen der Vorratskategorien können in der Originalpublikation nachgelesen werden. Gemäß der BGR-Definition fließen nur die ausbringbaren Mengen

**Tabelle 1:** Entwicklung der australischen Hartkohlevorräte (nach Geoscience Australia 2001-2008, 2009).

|                            |             | GEOSCIENCE AUSTRALIA        |               |              |                         | BGR           |                 |
|----------------------------|-------------|-----------------------------|---------------|--------------|-------------------------|---------------|-----------------|
| Black coal resources as at |             | Demonstrated Resources [Gt] |               |              | Inferred Resources [Gt] | Reserven [Gt] | Ressourcen [Gt] |
|                            |             | Economic (EDR)              | Subeconomic   |              |                         |               |                 |
|                            |             |                             | Para-marginal | Sub-marginal |                         | Hartkohle     |                 |
|                            |             | Spalte                      | 1             | 2            | 3                       | 4             | 5               |
| 31.12.2000                 | in-situ     | 62,6                        | 1,4           | 12,5         | very large              |               | sehr groß       |
|                            | recoverable | 42,6                        | 1             | 8,3          | very large              | 42,6          |                 |
| 31.12.2001                 | in-situ     | 60                          | 3,1           | 16,8         | very large              |               | sehr groß       |
|                            | recoverable | 40,8                        | 1,6           | 11           | very large              | 40,8          |                 |
| 31.12.2002                 | in-situ     | 57,5                        | 3,9           | 18,5         | 84,7                    |               | 107,1           |
|                            | recoverable | 39,7                        | 3,2           | 10,7         | 52,8                    | 39,7          |                 |
| 31.12.2003                 | in-situ     | 54,6                        | 8,1           | 12,7         | 84,7                    |               | 105,5           |
|                            | recoverable | 38,3                        | 4,6           | 9,3          | 52,3                    | 38,3          |                 |
| 31.12.2004                 | in-situ     | 57,4                        | 5,1           | 12,6         | 85,5                    |               | 103,2           |
|                            | recoverable | 40,4                        | 2,7           | 8,7          | 52,7                    | 40,4          |                 |
| 31.12.2005                 | in-situ     | 55,8                        | 5             | 12,4         | 90,9                    |               | 108,3           |
|                            | recoverable | 39,2                        | 2,7           | 8,2          | 57                      | 39,2          |                 |
| 31.12.2006                 | in-situ     | 57,3                        | 3,7           | 10,7         | 94,2                    |               | 108,6           |
|                            | recoverable | 39,6                        | 2             | 7,2          | 58,9                    | 39,6          |                 |
| 31.12.2007                 | in-situ     | 56,4                        | 4,1           | 9,8          | 97,7                    |               | 111,6           |
|                            | recoverable | 38,9                        | 2,2           | 6,7          | 61,6                    | 38,9          |                 |
| 31.12.2008                 | in-situ     | 56,2                        | 3             | 10,3         | 106                     |               | 119,3           |
|                            | recoverable | 39,2                        | 1,5           | 6,7          | 66,7                    | 39,2          |                 |

der in Spalte 1 in Tabelle 1 aufgeführten *Economic Demonstrated Resources (EDR)* in die Hartkohle-Reserven-Erhebungen der BGR ein (Spalte 5 in Tab. 1). Im Gegensatz dazu ergeben sich die Ressourcen per BGR-Definition aus den in-situ Mengen der Spalten 2, 3 (gut untersuchte aber derzeit nicht wirtschaftlich gewinnbare Vorräte) und 4 (vermutete Vorräte). Die Summe dieser drei Spalten findet sich in Spalte 6 wieder und bildet die australischen Hartkohle-Ressourcen in den BGR-Erhebungen (Tab. 1).

Die Verringerungen der *Economic Demonstrated Resources* (Spalte 1, Tab. 1) in den vergangenen Jahren sind dabei vor allem auf konservativere Neubewertungen der Reserven und Ressourcen durch die Bergbauunternehmen in Anlehnung an den JORC Code seit Ende der 1990er Jahre zurückzuführen. Zudem trugen gestiegene Förderraten dazu bei (Geoscience Australia 2001 - 2008). Die ebenfalls ersichtliche Verringerung der nahezu wirtschaftlichen Vorräte (*Para-marginal Subeconomic Demonstrated Resources* in Spalte 2, Tab. 1) seit dem Jahr 2003 ging einher mit den signifikanten Kohlepreiserhöhungen seit 2003/2004 (Abb. 3), wodurch diese Vorräte vorrangig in wirtschaftlich gewinnbare Reserven (*Economic Demonstrated Resources*, Spalte 1, Tab. 1) überführt werden konnten.

Die Zuwächse bei den *Inferred Resources* von rund 85 Gt Ende 2002 auf 106 Gt Ende 2008 (Spalte 4,

Tab. 1) resultieren aus erhöhten Explorationsaktivitäten. Diese spiegeln sich in den gestiegenen Explorationsausgaben wider (Abb. 3) und waren vor allem durch die hohen Erlöse in den letzten Jahren sowie dem zukünftigen Bedarf Asiens motiviert. Die Kohleexplorationsausgaben stiegen im Fiskaljahr 2007/2008 auf 234,8 Mrd. A\$ (Abb. 3), was einem Anstieg von 366 % gegenüber dem Fiskaljahr 2001/2002 mit rund 50 Mrd. A\$ entspricht (ABARE 2009b).

## Dynamik der Vorratszahlen

Rund 20 Jahre lang, von 1983 bis 2003, war ein nahezu kontinuierlicher Rückgang der realen Kohlepreise zu beobachten. Die hohen Preise für Kohle in den letzten fünf Jahren (siehe auch Abb. 3) hatten die Einnahmen aus der Kohleproduktion deutlich gesteigert und damit sowohl erhöhtes Interesse geweckt als auch Mittel für die Exploration und Erschließung neuer Kohlelagerstätten freigesetzt. Die Abbildung 3 zeigt am Beispiel von Australien, wie stark die privaten Kohleexplorationsausgaben in den letzten Jahren angestiegen sind. Derartige Schübe in der Exploration und Erschließung führen auch zu einer Erhöhung der Reserven- und Ressourcenbasis. Es ist zu erwarten, dass viele Länder ihre Statistiken in den kommenden Jahren nach oben korrigieren werden. Entsprechende Meldungen gibt es bereits aus verschiedenen Teilen der Welt (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Ausgewählte Meldungen zu Kohleexploration und Kohlevorräten.

| Land       | Datum und Titel/Überschrift  | Hauptinhalt  | Quelle  |
|------------|--|--|---|
| Mosambik   | 23. April 2009:<br>Coal Resources upgrade and initial Coal Reserve for Benga Project in Mozambique                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Resources increase 90% to 4.0 billion tonnes Coal</li> <li>Initial Coal Reserve estimate of 273 million tonnes</li> </ul>   | <a href="http://www.riversdalemining.com.au/media/announcements/2008/ASX%20Ann%20090408%20-%20Moz%20Resource%20Update%20Final.pdf">http://www.riversdalemining.com.au/media/announcements/2008/ASX%20Ann%20090408%20-%20Moz%20Resource%20Update%20Final.pdf</a>           |
|            | 12. Oktober 2009: RIVERSDALE MINING ANNOUNCES SECOND MAJOR PROJECT IN MOATIZE WITH INITIAL COAL RESOURCE FOR EPL946L "ZAMBEZE PROJECT" | <ul style="list-style-type: none"> <li>Drilling on EPL946L (Zambeze Project – 100% RIV) delivers Indicated Coal Resource of 1.70 billion tonnes which has been estimated in accordance with the JORC Code (2004)</li> </ul>  | <a href="http://www.riversdalemining.com.au/media/announcements/2008/ASX_Ann_091012_-_Zambeze_Project_Coal_Resource.pdf">http://www.riversdalemining.com.au/media/announcements/2008/ASX_Ann_091012_-_Zambeze_Project_Coal_Resource.pdf</a>                               |
| Australien | 20. August 2009:<br>30 - 36 billion tonnes coal potential in Rey's leases  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estimate of potential coal occurrences across Rey's 8,000 square kilometres Canning Basin leases completed</li> <li>Possible 335 kilometres of coal sub-crop identified</li> <li>30 - 36 billion tonnes potential coal estimated*</li> <li>Includes 9 - 11 billion tonnes of potential near surface coal</li> </ul> | <a href="http://www.reyresources.com/irm/content/investor_asxannouncements.html">http://www.reyresources.com/irm/content/investor_asxannouncements.html</a><br>(Meldung vom 20. August 2009)  |
|            | 24. August 2009:<br>Galilee (MDLa 372) Coal mineralisation exploration target upgraded to 5.0-5.5 billion tonnes                       | ... have exceed expectations and provided the basis for a significant increase in the Company's coal mineralization exploration target from 3.0 - 3.4 billion tones to 5.0 - 5.5 billion tonnes in accordance with the JORC Code...  | <a href="http://www.lincenergy.com.au/pdf/asx-177.pdf">http://www.lincenergy.com.au/pdf/asx-177.pdf</a>   |
| VR China   | 17. März 2008: Information der China Shenhua Energy Company Limited zur Entwicklung der Vorräte in der Inneren Mongolei                | From 2004 to 2007, coal resources in Inner Mongolia increased by 325.5 billion tonnes.   | <a href="http://events4.broadcastone.net/1088/20080317i/presentation.pdf">http://events4.broadcastone.net/1088/20080317i/presentation.pdf</a>   |
|            | 30. Juli 2009: Xinjiang Zhundong possess 200 billion tonnes of proven coal reserves  | ... Zhundong coal field has had 200 billion tonnes of proved coal reserve. "We expect the coal field to have up to 390 billion tonnes of coal reserve." Zhundong basin as one of the four main coal bases in Xinjiang has now undoubtedly become China top one coal field...   | <a href="http://steelguru.com/news/index/2009/07/30/MTA0NT15/Xinjiang_Zhundong_possess_200_billion_tonnes_of_proven_coal_reserves.html">http://steelguru.com/news/index/2009/07/30/MTA0NT15/Xinjiang_Zhundong_possess_200_billion_tonnes_of_proven_coal_reserves.html</a> |

Derartige Entwicklungen spiegeln sich in globalen Erhebungen häufig erst mit einem Verzug von mehreren Jahren wider. Einerseits müssen entsprechende Vorlaufzeiten für die Prospektion und Exploration berücksichtigt werden, andererseits müssen diese Informationen von den jeweiligen geologischen Diensten bzw. Ministerien verarbeitet, geprüft und veröffentlicht werden. Im Gegensatz zu Erdöl oder Erdgas sind politisch motivierte Veränderungen, also das Herauf- oder Herabsetzen bei den Reserven und Ressourcen von Kohle sehr selten. Kohle gilt aufgrund seiner weltweiten Verteilung und vor allem wegen der vorhandenen Mengen nur in Ausnahmefällen als strategischer Rohstoff.

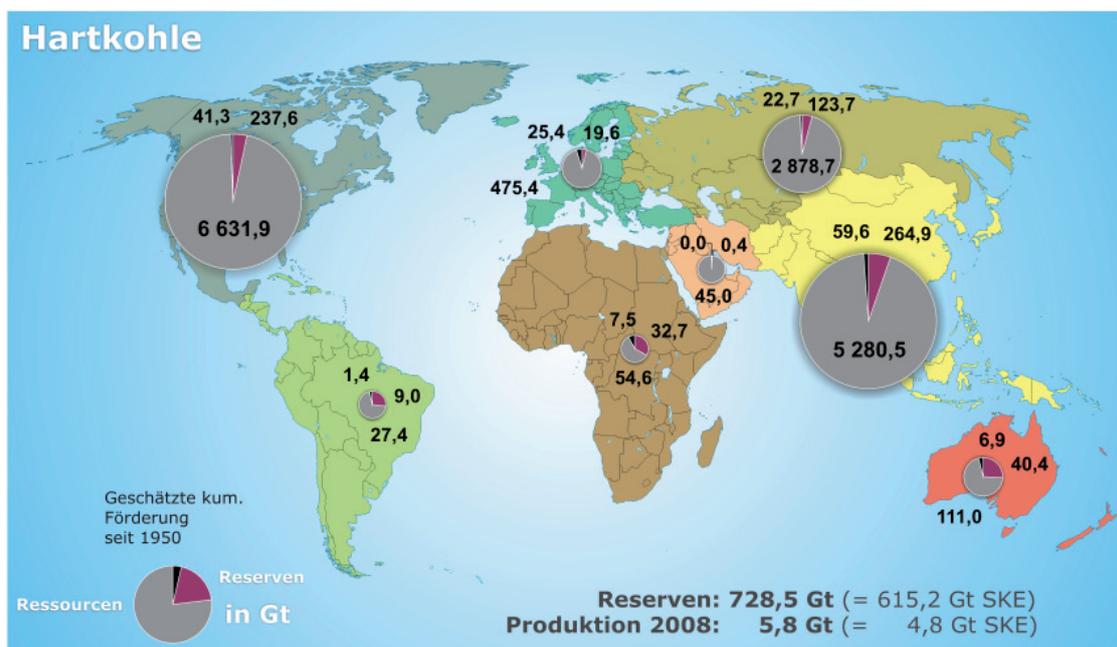
## Verfügbarkeit und regionale Verteilung der Kohle

Regional über das größte verbleibende Potenzial an **Hartkohle** mit 6870 Gt verfügt Nordamerika, gefolgt von Austral-Asien mit 5697 Gt und den GUS-Staaten mit 3002 Gt (Abb. 4). Die weltweit größten Hartkohlereserven haben mit 232 Gt die USA, gefolgt von der VR China mit etwa 181 Gt und Indien mit 76 Gt. Die bis 2018 subventioniert förderbaren Mengen (Reserven) Deutschlands betragen 0,1 Gt Hartkohle - die Ressourcen sind mit rund 83 Gt wesentlich höher. Mit 6488 Gt verfügen die USA allein über mehr als 41 % der weltweiten Hartkohleressourcen, gefolgt von VR China mit 5010 Gt und Russland mit 2662 Gt.

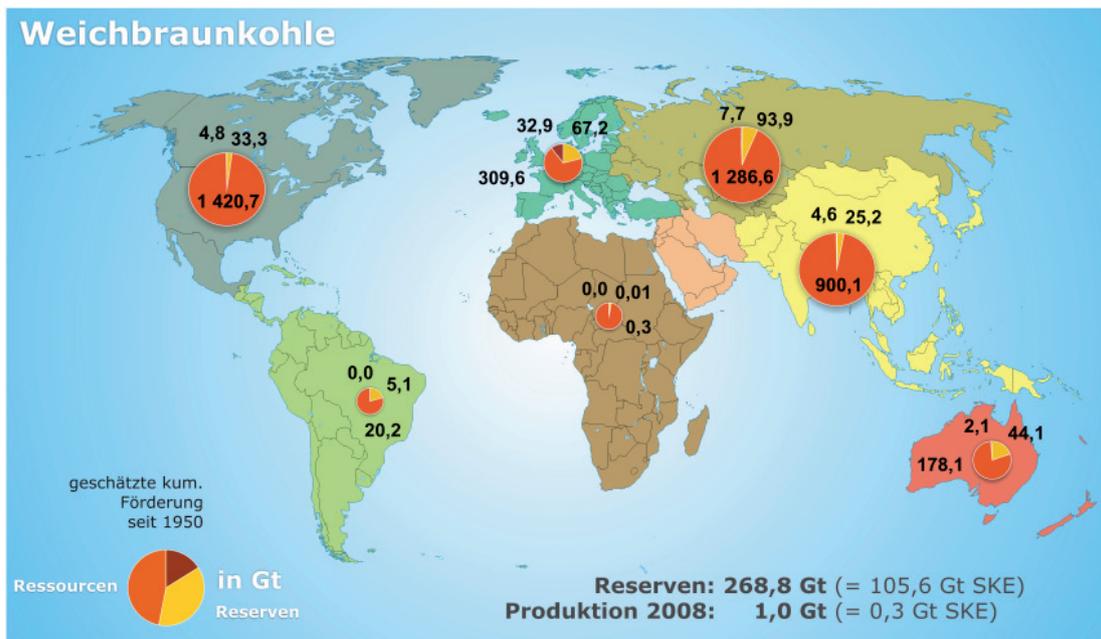
Auch bei **Weichbraunkohle** weist Nordamerika mit 1454 Gt das größte verbleibende Potenzial auf (Abb. 5). Die folgenden Plätze belegen die GUS (1381 Gt, inklusive Hartbraunkohle) und Austral-Asien mit 1147 Gt. Von den weltweit bekannten 268,8 Gt an Weichbraunkohlereserven lagert rund ein Drittel in Russland (inkl. Hartbraunkohle), gefolgt von Deutschland mit 15,1 %, Australien mit 13,9 %, den USA mit 11,6 % und der VR China mit 4,1 %. Die USA besitzen mit 1370 Gt die größten Weichbraunkohleressourcen, vor Russland mit 1280 Gt und der VR China mit 307 Gt.

Im Vergleich der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe verfügt Kohle über die größte geologische Verfügbarkeit. Kohle weist unter den nicht-erneuerbaren Energierohstoffen das günstigste Verhältnis von Ressourcen zu Reserven auf. Im Gegensatz zu Erdöl und Erdgas sind die Kohlevorkommen zudem regional weniger konzentriert. Die Produktion ist auf viele Unternehmen und Staaten verteilt.

Trotz des in den letzten Jahren enorm gestiegenen Kohlebedarfs auf rund 6,8 Mrd. t (Hart- und Weichbraunkohle) im Jahr 2008 sind die derzeit ausgewiesenen Reserven sowohl nach WEC als auch nach BGR mit insgesamt 997,2 Mrd. t (Tab. 3) ausreichend, um den künftigen Bedarf über viele Jahrzehnte problemlos zu decken.



**Abbildung 4:** Regionale Verteilung der Reserven, Ressourcen und der geschätzten kumulierten Förderung seit 1950 von Hartkohle Ende 2008.



**Abbildung 5:** Regionale Verteilung der Reserven, Ressourcen und der geschätzten kumulierten Förderung seit 1950 von Weichbraunkohle Ende 2008.

Neue Explorationsaktivitäten und die Überführung von Kohleressourcen in Reserven, die mit knapp 20 Billionen t rund 20-mal so hoch wie die Kohlereserven ausfallen (Tab. 3), garantieren eine zusätzliche Versorgungssicherheit. Dies schließt temporäre Versor-

gungseingänge durch wirtschaftliche oder politische Gründe nicht aus. Eine globale Versorgungskrise durch physische Verknappung der Vorräte (*Peak Coal*) ist in absehbarer Zukunft aber nicht zu erwarten.

**Tabelle 3:** Übersicht zur Förderung, Verbrauch und Vorräten von Kohle mit Stand Ende 2008.

|                        | Förderung | Verbrauch | Förderung             | Reserven  | Ressourcen | Verbleibendes Potenzial |
|------------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|------------|-------------------------|
|                        | 2008      |           | Kumuliert (geschätzt) | Stand     | Stand      | Stand                   |
|                        | [Gt]      |           | von 1950 – 2008       | Ende 2008 | Ende 2008  | Ende 2008               |
|                        |           |           | [Gt]                  | [Gt]      | [Gt]       | [Gt]                    |
| <b>Hartkohle</b>       | 5,8       | 5,8       | 164,9                 | 728,4     | 15 655     | 16 383                  |
| <b>Weichbraunkohle</b> | 1,0       | 1,0       | 52,2                  | 268,8     | 4116       | 4384                    |
| <b>Kohle gesamt</b>    | 6,8       | 6,8       | 217,1                 | 997,2     | 19 770     | 20 767                  |

## Literatur

- ABARE (Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics) (2009a): Australian mineral statistics 2009 – June quarter 2009. -36 S.; Canberra.  
[http://www.abareconomics.com/publications\\_html/ams/ams\\_09/ams\\_sept09.pdf](http://www.abareconomics.com/publications_html/ams/ams_09/ams_sept09.pdf)
- ABARE (2009b): Australian mineral statistics – Historical data.  
[http://www.abareconomics.com/publications\\_html/data/data/data.html](http://www.abareconomics.com/publications_html/data/data/data.html)
- Akin, H. (1997): Zur Akzeptanz der Geostatistik als Grundlage der Vorratsklassifikation. –In: GDMB [Hrsg.]: Klassifikation von Lagerstättenvorräten – Stand der internationalen Bemühungen 1997, Heft 79: 9-20; Clausthal-Zellerfeld.
- BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2009): Energierohstoffe 2009: Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit. -284 S. Text & 117 S. Tabellen; Hannover.  
[http://www.bgr.bund.de/cln\\_101/nn\\_322882/DE/Themen/Energie/Produkte/energierohstoffe\\_2009.html?\\_nnn=true](http://www.bgr.bund.de/cln_101/nn_322882/DE/Themen/Energie/Produkte/energierohstoffe_2009.html?_nnn=true)
- BP (2009): BP Statistical Review of World Energy - June 2009. - 45 S.; London.  
[http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2008/STAGING/local\\_assets/2009\\_downloads/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2009.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2009_downloads/statistical_review_of_world_energy_full_report_2009.pdf)
- EIA (Energy Information Administration) (2009): International Energy Outlook 2009. - 274 S.; US Department of Energy, Washington D.C.  
[http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484\(2009\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/0484(2009).pdf)
- Ersoy, M. (2003): Worldwide Implementation of United Nations Framework Classification on Coal Deposits. Vortrag im Rahmen des Regional Seminar on UNFC Application to Energy and Mineral Resources vom 24. – 25. April 2003 in Mokau.  
<http://www.unece.org/energy/se/pdfs/MoscowApr03/ersoy.pdf>
- Fettweis, G.B.L., Kelter, D. & Nöstaller, R. (1999): Zur Beurteilung und Klassifizierung von Lagerstättenvorräten – die neue UN-Klassifikation. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, 144(2): 43-51; Wien.
- Geoscience Australia (2009): Australia's Identified Mineral Resources 2009.  
[http://www.ga.gov.au/minerals/exploration/resources\\_advice/Table1\\_AIMR09.jsp](http://www.ga.gov.au/minerals/exploration/resources_advice/Table1_AIMR09.jsp)
- Geoscience Australia (2001 - 2008): Australia's Identified Mineral Resources – verschiedene Jahrgänge downloadbar unter:  
<http://www.ga.gov.au/minerals/research/pubspres.jsp>
- IEA (International Energy Agency) (2008a): World Energy Outlook 2008. - 578 S.; Paris.
- IEA (2008b): Coal Information 2008. - 512 S.; Paris.
- IEA (2009a): Electricity Information 2009. - 762 S.; Paris.
- IEA (2009b): Coal Information 2009. - 498 S.; Paris.
- JORC (Joint Ore Reserve Committee) Code (2004): Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The Jorc Code) – 2004 Edition. – 20 S..  
[http://www.jorc.org/pdf/jorc2004print\\_v2.pdf](http://www.jorc.org/pdf/jorc2004print_v2.pdf)
- Schmidt, S. (2007): Die Rolle Chinas auf dem Weltsteinkohlenmarkt. – In: Commodity Top News No. 27.- 9 S.; Hannover.  
[http://www.bgr.bund.de/cln\\_110/nn\\_330984/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity\\_Top\\_News/Energie/27\\_china\\_weltsteinkohlenmarkt.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/27\\_china\\_weltsteinkohlenmarkt.pdf](http://www.bgr.bund.de/cln_110/nn_330984/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Energie/27_china_weltsteinkohlenmarkt.templateId=raw.property=publicationFile.pdf/27_china_weltsteinkohlenmarkt.pdf)
- WEC (2007): 2007 Survey of Energy Resources. - 586 S.; London.

Hannover, den 13.11.2009

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN  
UND ROHSTOFFE  
Stilleweg 2  
D-30655 Hannover

Sandro.Schmidt@bgr.de  
Tel. 0511 - 6 43 25 15  
Fax: 0511 - 6 43 36 61

Soenke.Rehder@bgr.de  
Tel. 0511 - 6 43 26 21  
Fax: 0511 - 6 43 36 61

Bernhard.Cramer@bgr.de  
Tel. 0511 - 6 43 28 85  
Fax: 0511 - 6 43 36 61