

BGR Energy Study 2014 – Observations from a Coal-Industry Perspective

In December 2014 the Federal Institute for Geo-Sciences and Raw Materials (BGR) presented its new 'Energy Study 2014' that takes stock of 'reserves, resources and the availability of energy supplies' at national and global level in 2013. In publishing the study the BGR hopes to contribute to the public debate on Germany's current and future energy supply situation by providing specialist

information from its area of competence and in so doing to offer resource-specific advice to German industry and to the Federal Ministry of Economics and Energy (BMWi), a body that plays such a key role in this field. In the following paper the author examines the BGR Energy Study from the perspective of the German coal industry.

BGR-Energiestudie 2014 – Betrachtungen aus der Steinkohlenperspektive

Im Dezember 2014 hat die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ihre neue „Energiestudie 2014“ vorgelegt. Deren Gegenstand sind „Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen“, dies global und national mit Datenstand des Jahres 2013. Die BGR will damit die öffentliche Debatte über die Gegenwart und die Zukunft der Energieversorgung Deutsch-

lands durch die Bereitstellung von Fachinformationen aus ihrer Kompetenz unterstützen und die deutsche Wirtschaft sowie das in diesem Kontext maßgebliche Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) rohstoffwirtschaftlich beraten. Im vorliegenden Beitrag betrachtet der Autor die BGR-Energiestudie aus Sicht der deutschen Steinkohle.

Contrary to widespread opinion, the facts show that about 80% of German primary energy consumption (PEC) is still based on fossil fuels and is set to remain so. Even as we enter the age of energy transition, with increasing amounts of renewable energy being made available, and in spite of advances in energy efficiency, coal, oil and gas will still be needed in large quantities for many years to come – and this will certainly be the case around the world. This is why the Federal Institute for Geo-Sciences and Raw Materials (BGR), Hanover, has stated that the Energy Study 2014 will 'provide information on the availability of non-renewable fuel sources using the right balance of topicality and continuity'.

As regards the technical approach taken by the BGR it is clear that their analyses are primarily based on geological perceptions. In economic terms this raises questions in certain areas or at the very least creates a shift of emphasis, and different assessments and conclusions can be drawn from a political perspective. However there is no disputing the material facts and it is these that have to be addressed by any serious energy debate.

Entgegen weit verbreiteten Ansichten zeigt die Faktenlage, dass die Deckung des Primärenergieverbrauchs (PEV) in Deutschland heute noch zu rd. 80% durch fossile Energieträger geleistet wird. Auch künftig im Zeichen der Energiewende werden neben immer mehr erneuerbaren Energien und trotz verbesserter Energieeffizienz noch für viele Jahre in großen Mengen Kohle, Öl und Gas benötigt – weltweit gilt das ohnehin. Deshalb möchte die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, mit der Energiestudie 2014 nach eigener Aussage „in einer ausgewogenen Mischung aus Aktualität und Kontinuität über die Verfügbarkeit der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe informieren.“

Klar ist im Hinblick auf den fachlichen Ansatz der BGR, dass ihren Analysen vornehmlich eine geologische Sichtweise zu Grunde gelegt wird. Aus ökonomischer Sicht ergeben sich daraus an der einen oder anderen Stelle Fragen oder zumindest Akzentverschiebungen, politisch gesehen sind unterschiedliche Bewertungen und Schlussfolgerungen möglich. Eindeutig sind jedoch die wesentlichen Fakten, denen eine seriöse Energiedebatte Rechnung zu tragen hat.

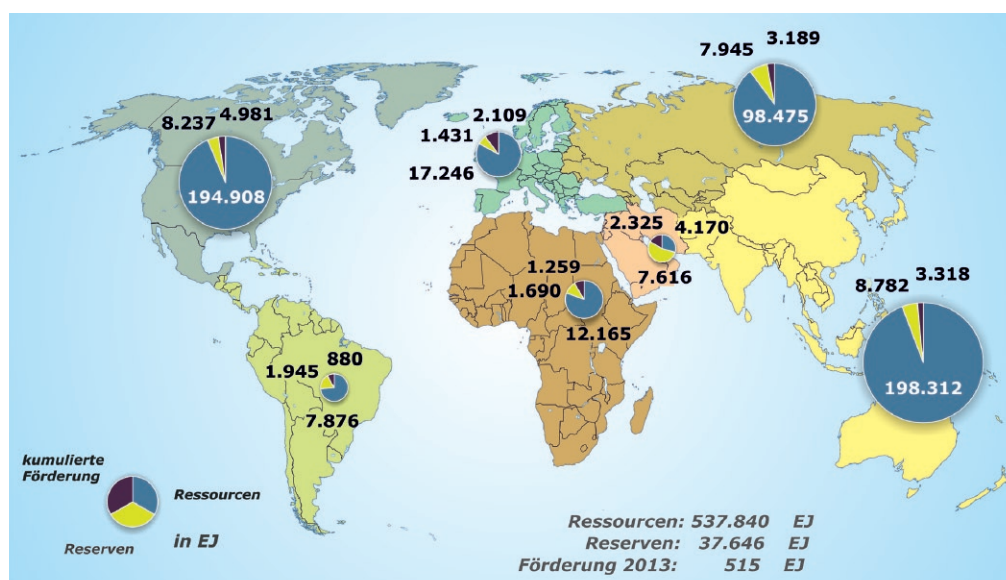


Fig. 1. Regional distribution of total world fuel potential
 Bild 1. Weltweites Gesamtpotential an Energierohstoffen in regionaler Verteilung
 Source / Quelle: BGR 2014

Basic concepts and perspectives of energy resources

Any appropriate arrangement and application of the Energy Study's figures must also take into account the definitions that the BGR has adopted for terms such as reserves, resources, potential and so on. The BGR defines reserves as 'proven energy resources that can be economically recovered at current prices using today's technology'. Resources are defined as 'proven energy sources that are currently not recoverable for technical and/or economic reasons as well as non-proven but geologically possible sources with reasonable prospects for eventual extraction'. This makes it clear that changes in fuel prices and in the economic situation, along with technical advances, new exploration findings and other fresh data, could over time move the boundaries between reserves and resources and that many of today's figures must be seen as either provisional or based on rough estimates. The data will therefore be subject to changes over time. At the end of 2014, for example, total world energy reserves were some 6 % lower than in 2013. While hydrocarbon reserves (oil and gas) increased slightly, the figures for coal and nuclear fuel came out lower than the year before. On the other hand, the statistically reported coal resources increased, while oil and gas resources fell. This essentially changed little in terms of the basic fuel relationships.

Other significant terminology also has to be borne in mind. For example, the BGR shows the 'cumulative production' for each type of fuel this comprising the amount that has been accumulated from the commencement of large-scale production to the present day. When added to the current reserves the figure for cumulative production gives the original or 'initial' reserves. If the resources are then added in, the result is the naturally occurring 'total potential' of the fuel in question. The figure for cumulative production has of course already been used up from the total potential and only the remaining quantities of fuel are still available for use. This reference is an indication of the non-renewability or finite nature of the resources.

Energierohstoffliche Grundbegriffe und Perspektiven

Bei der angemessenen Einordnung und Verwendung der Zahlen der Energiestudie müssen die von der BGR vorgenommenen Definitionen von Reserven, Ressourcen, Potentialen u. a. berücksichtigt werden. Unter Reserven versteht die BGR „nachgewiesene, zu heutigen Preisen und mit heutiger Technik wirtschaftlich gewinnbare Energierohstoffmengen“. Unter Ressourcen sind „nachgewiesene, aber derzeit technisch-wirtschaftlich und/oder wirtschaftlich nicht gewinnbare sowie nicht nachgewiesene, aber geologisch mögliche, künftig gewinnbare Energierohstoffmengen“ zu verstehen. Das macht deutlich, dass sich durch Änderungen der Preise und der wirtschaftlichen Situation sowie durch den technischen Fortschritt, neue Explorationserkenntnisse oder andere Veränderungen der Datenlage die Grenzen zwischen Reserven und Ressourcen im Zeitablauf verschieben können und manche Zahl auch nur vorläufig und grob geschätzt werden kann. Demgemäß unterliegen die Angaben dazu im Zeitablauf einem Wandel. So lagen z.B. die weltweiten Gesamtreserven an Energierohstoffen Ende 2014 um ca. 6 % niedriger als 2013, wobei die Reserven an Kohlenwasserstoffen (Erdöl und Erdgas) leicht zunahm, die Vorräte an Kohle und Kernbrennstoffen wurden dagegen niedriger ausgewiesen als im Vorjahr. Dafür nahmen die statistisch ausgewiesenen Kohleressourcen zu, die von Öl und Gas ab. An den wesentlichen Relationen ändert das wenig.

Zu beachten sind weitere besondere Begrifflichkeiten. Die BGR weist für jeden Energieträger auch die „kumulierte Förderung“ aus, was die seit Beginn der großtechnischen Gewinnung bis heute aufgelaufene Förderung umfasst. Diese ergibt zusammen mit den gegenwärtigen Reserven die ursprünglichen bzw. „initialen“ Reserven. Rechnet man noch die Ressourcen hinzu, ermittelt sich das natürlich gegebene „Gesamtpotential“ des jeweiligen Energierohstoffs. Vom Gesamtpotential ist im Umfang der kumulierten Förderung der jeweilige Rohstoff schon verbraucht worden. Nur der Rest ist noch verfügbar. Dieser Hinweis macht zugleich die Nicht-erneuerbarkeit bzw. Endlichkeit der Energierohstoffe deutlich.

Fuel type Anteil jeweiliger Energierohstoff	Consumption Verbrauch ^{a)}	Production Produktion	Reserves Reserven	Resources Ressourcen
Solid fuel / Kohle ^{b)}	33%	35%	54%	89%
Oil / Erdöl ^{c)}	36%	34%	24%	3%
Gas / Erdgas ^{c)}	26%	25%	20%	6%
Kernbrennstoffe	4%	6%	2%	2%

^{a)} In 2013 9% of the world's primary energy consumption was met by hydro power and other renewables
Im Jahr 2013 wurden 9% des globalen Primärenergieverbrauchs durch Wasserkraft und andere erneuerbare Energien gedeckt

^{b)} Solid fuel comprises both coal and lignite // Kohle hier als Summe aus Hartkohle und Weichbraunkohle

^{c)} Including non-conventional resources // Inklusive nicht-konventioneller Mengen

Table 1. Non-renewable fuels' share of global use/availability
Tabelle 1. Anteile nicht-erneuerbarer Energierohstoffe an globaler Nutzung/Verfügbarkeit
Source / Quelle: BGR 2014

The distinction between 'conventional' and 'unconventional' deposits is now becoming increasingly important. This has attained growing significance in the case of oil and gas and is governed by the particular structure and characteristics of the reservoirs, which may require 'unconventional' production methods to be used. The technique known as fracking, for example, is now fairly important as a method for recovering unconventional oil and gas deposits.

The following reflections are mainly made from a coal-industry viewpoint, one that – though it may appear to differ from the national energy policy perspective – carries most weight when we begin to look beyond the national horizons to the geological and global availability of the different fuel resources. This does not exclude other viewpoints being held in any assessment and analysis of the figures.

Global energy availability

According to current geological information, fossil fuels will be available worldwide for many decades to come and in quantities that will be sufficient to meet global demand (Figure 1). The BGR comments as follows: 'The plentiful supply of natural resources will mainly be based on the huge coal deposits that are to be found in every continent, rather than being concentrated in specific regions as is the case with conventional oil and gas ... (coal) has the greatest potential of all the non-renewable fuel sources. Measured against recoverable energy content, coal's huge global availability makes it the dominant energy source.' Solid fuel – coal plus lignite and brown coal, according to the BGR definition – accounts for 54% of all the world's fossil-fuel reserves and 89% of the resources (Table 1).

The BGR estimated that at the end of 2013 the world's fossil energy reserves totalled 37,469 EJ (1,176 trillion tce), while the corresponding figure for global resources was about fifteen times as much, or 549,991 EJ (18,766 trillion tce). This means that based on 2013 consumption rates the world's reserves would, on average, be sufficient for another 70 years at least (static lifetime), while the resources could last a thousand years or more. However, the availability situation does differ from fuel to fuel (Table 2).

The world's coal reserves of 695 bn tce would be sufficient to meet current demand for nearly a hundred years, while the lignite reserves – by which the BGR means solid fuel with an energy content of less than 16,500 kJ/kg, with everything above this defined as coal – are estimated to have a static lifetime of more than 260 years. Admittedly, the volume of lignite being mined around the world amounts to barely 6% of total solid-fuel production. With a market share of 40%, coal has long been the dominant fuel for electricity generation worldwide and in the form of coking coal

Zunehmend wichtig ist ferner die Unterscheidung zwischen „konventionellen“ und „unkonventionellen“ Vorkommen, die gerade bei Erdöl und Erdgas immer mehr Bedeutung erlangt hat und sich nach den speziellen rohstofflichen Beschaffenheiten und den Eigenschaften der Reservoirs richtet, die ggf. „unkonventionelle“ Fördermethoden erfordern. Dabei hat das sogenannte Fracking als Methode zur Gewinnung unkonventioneller Öl- und Gasvorkommen inzwischen relativ große Relevanz erlangt.

Die nachfolgende Betrachtung erfolgt hauptsächlich aus der Steinkohlenperspektive, der – anders als es aus nationaler energiepolitischer Sicht erscheinen mag – beim Blick über den nationalen Tellerrand hinaus auf die geologischen und globalen Verfügbarkeiten im Bereich der Energierohstoffe das größte Gewicht zukommt. Das schließt andere Perspektiven bei der Betrachtung und Analyse der Zahlen nicht aus.

Globale Verfügbarkeiten von Energierohstoffen

Nach derzeitigem geologischem Kenntnisstand sind weltweit noch für viele Jahrzehnte genügend fossile Energierohstoffe verfügbar, um die globale Nachfrage befriedigen zu können (Bild 1). Die BGR fügt erläuternd hinzu: „Der Rohstoffreichtum wird dabei primär durch die großen Kohlevorkommen erreicht, die es auf allen Kontinenten gibt und die nicht wie beim konventionellen Erdöl und Erdgas, auf begrenzte Regionen konzentriert sind ... (Kohle) verfügt über das größte Potential von allen nicht-erneuerbaren Energierohstoffen. Gemessen am gewinnbaren Energiegehalt ist die Kohle mit ihren großen globalen Vorräten der beherrschende Energierohstoff.“ Die Kohle insgesamt – Steinkohle und Braunkohle bzw. nach der BGR-Terminologie „Hartkohle“ und „Weichbraunkohle“ zusammengefasst – hat weltweit einen Anteil von 54% an den Reserven und 89% an den Ressourcen fossiler Energierohstoffe (Tabelle 1).

Die BGR beziffert die weltweiten fossilen Energiereserven Ende 2013 auf insgesamt 37.469 EJ (1.176 Bill. t SKE) und die korrespondierenden Ressourcen auf ungefähr das Fünffzehnfache, nämlich auf 549.991 EJ (18.766 Bill. t SKE). Die weltweiten Reserven würden demnach den globalen Energieverbrauch des Jahres 2013 im Gesamtdurchschnitt gut 70 Jahre decken können (statische Reichweite), die Ressourcen könnten das noch über tausend Jahre. Dabei unterscheidet sich die Verfügbarkeitssituation jedoch zwischen den verschiedenen Energieträgern (Tabelle 2).

Die weltweiten Reserven an Steinkohle von 695 Mrd. t SKE würden ausreichen, den gegenwärtigen Verbrauch fast 100 Jahre lang zu decken. Bei der Weichbraunkohle – darunter fasst die BGR Rohkohle mit einem Energiegehalt von weniger als 16.500 kJ/kg, alles darüber definiert sie als Hartkohle – liegt die statische Reichweite sogar bei über 260 Jahren. Ihr Fördervolumen beträgt weltweit allerdings nur knapp 6% der gesamten Kohleförderung. Die Kohle insgesamt ist

and coke remains indispensable as a raw material for steel making and for other specialised industrial applications, while also offering great potential as a feedstock for the chemical industry. According to the BGR, whatever happens, coal will continue to play a key role as global energy demand increases in line with expectations.

The situation for oil is somewhat different. Oil will continue to occupy a dominant share of about 33 % of the global PEC market – ahead of coal with about 30 % – and will remain the ‘most important global trading commodity’. According to the BGR it will also continue to be the ‘world’s most important energy source.’ Yet the end of this dominance is now in sight. In production terms oil is still ahead of coal. However, according to BGR figures oil accounted for 34 % of total energy production in 2013, slightly less than the input from coal and lignite combined, which was nearly 35 %. When it comes to reserves, oil comes second a long way behind coal, while in terms of resources it also ranks lower than gas. In fact, global oil resources only make up about one fiftieth of the world’s coal resources. What is more significant in the long run is that oil is the fuel most likely to reach its resource limits at some point in the future. Oil is the only non-renewable energy whose cumulative production has already exceeded the remaining reserves and whose reserves are less than its resources. It is the only fuel that, in the words of the BGR, ‘will probably be incapable of meeting the growing demand in the coming decades.’ This is official confirmation that the long-debated ‘peak oil’ will become a reality in the foreseeable future, even though the BGR considers that a moderate increase in oil production ‘is possible to beyond 2030’. This statement explicitly takes account of unconventional oil deposits, new discoveries and technological advances. The BGR also points out that oil production from non-conventional sources – especially from the ‘tight oil’ deposits of North America – is now having a global impact on the oil market. As was apparent before oil prices fell in mid-2014, a period of consistently high oil prices drives technological progress than can open up significant new potential within just a few years. However, oil price trends cannot be predicted and will not depend in the short and medium term on geological availability. Against a background of foreseeable oil shortages in the longer term the BGR draws the following conclusion: ‘In view of the length of time required to complete a transition in the energy sector there is a real need for the timely development of alternative energy systems.’ What the BGR does not say is that on this basis it can be deduced that Germany’s current energy transition policy, with its focus on switching electricity production away from nuclear power and coal and towards renewables, is setting the wrong priorities from a resources viewpoint. A more urgent necessity is to replace oil and to force the pace of the energy transition process more sustainably in the heat and transport sector – the main areas where oil is being used – rather than in the electricity sector. This is also substantiated by the security of supply aspect, given the strong regional concentration of oil production and oil reserves around geopolitically unstable areas. As far as achieving the target of climate protection through global CO₂ reduction is concerned, and given the high consumption rates for oil, the substitution of oil by new energy forms and/or energy saving measures would be no less productive than the replacement of coal.

mit einem Anteil von 40 % seit langem der globale Energieträger Nr. 1 in der Stromerzeugung und in Form von Koks- und Kohle als Rohstoff für die Rohstahlproduktion sowie für einige spezielle andere industrielle Nutzungen nach wie vor unverzichtbar oder mit Blick auf die chemische Industrie mit großem Potential versehen. Nach Einschätzung der BGR wird die Kohle in jedem Fall auch zukünftig eine bedeutende Rolle bei einem zu erwartenden Anstieg des weltweiten Energieverbrauchs einnehmen.

Anders sieht es beim Erdöl aus. Es dominiert zwar weiterhin den weltweiten PEV mit einem Anteil von rd. 33 % – vor der Kohle mit rd. 30 % – es ist das „wichtigste globale Handelsgut“ und, so die BGR, es bleibt „weltweit der wichtigste Energielieferant.“ Doch kommt das Ende dieser Vorrangstellung in Sicht. Bei der Förderung liegt das Erdöl zwar noch vor der Steinkohle. Nach den BGR-Zahlen lag es allerdings 2013 mit einem Anteil von 34 % der Gesamtproduktion an Energierohstoffen schon hinter der Stein- und Braunkohle mit zusammen knapp 35 %. Bei den Reserven liegt das Erdöl sehr deutlich hinter der Kohle an zweiter Stelle, bei den Ressourcen liegt das Erdöl sogar hinter dem Erdgas und die globalen Erdölressourcen machen nur etwa ein Fünftel der globalen Kohleressourcen aus. Auf Sicht noch bedeutsamer ist, dass das Erdöl derjenige Energierohstoff ist, bei dem sich mittlerweile am ehesten eine rohstoffwirtschaftliche Limitierung abzeichnet. Das Erdöl ist der einzige nicht-erneuerbare Energierohstoff, bei dem die kumulierte Förderung bereits die verbliebenen Reserven übertroffen hat und die Ressourcen kleiner sind als die Reserven. Es ist der einzige Energieträger, bei dem laut BGR „in den kommenden Jahrzehnten eine steigende Nachfrage wahrscheinlich nicht mehr gedeckt werden kann.“ Damit wird offiziell bestätigt, dass der seit langem diskutierte globale „Peak Oil“ in absehbarer Zukunft ins Blickfeld rückt, wenngleich die BGR eine moderate Steigerung der Förderung noch „bis über 2030 hinaus für möglich“ hält. Diese Aussage trifft sie explizit unter Berücksichtigung unkonventioneller Erdölvorräte, erwarteter Neufunde und Technologiefortschritte. Sie weist darauf hin, dass die Förderung von Erdöl aus nicht-konventionellen Quellen – insbesondere aus dichten Gesteinen in Nordamerika (Tight Oil) – mittlerweile globale Auswirkungen auf den Ölmarkt hat. Wie die jüngere Vergangenheit vor dem Ölpreisverfall ab Mitte 2014 gezeigt hat, können bei beständig hohen Ölpreisen durch technologische Fortentwicklungen in nur wenigen Jahren neue Potentiale erschlossen werden. Die Entwicklung des Ölpreises sei allerdings nicht vorhersehbar und kurz- und mittelfristig nicht von der geologischen Verfügbarkeit abhängig. Die BGR zieht vor dem Hintergrund der voraussehbaren längerfristigen Verknappungsperspektiven beim Öl den Schluss: „Angesichts der langen Zeiträume, die für eine Umstellung auf dem Energiesektor erforderlich sind, ist deshalb eine rechtzeitige Entwicklung alternativer Energiesysteme notwendig.“ Was die BGR nicht sagt: Aus diesem Befund lässt sich auch ableiten, dass die bisherige Energiewendepolitik in Deutschland mit dem Fokus auf der Umstellung der Stromerzeugung weg von Kernkraft und Kohle hin zu regenerativen Energien unter Ressourcengesichtspunkten eine falsche Priorität setzt. Vordringlicher wäre es, das Erdöl zu ersetzen und die Energiewende anstatt im Stromsektor nachhaltiger im Wärme- und Transportsektor – den Haupteinsatzbereichen des Erdöls – zu forcieren. Dafür spricht in Anbetracht der nach wie vor starken regionalen Konzentration der Erdölförderung und der Erdölreserven auf geopolitische Unruhe-zonen auch der Aspekt der Versorgungssicherheit.

Fuel source	Unit	Reserves see left Reserven	Reserves in bn tce Reserven in Mrd. t SKE	Resources see left Ressourcen	Resources in bn tce Ressourcen in Mrd. t SKE
Energieträger	Einheit	gem. linker Spalte	in Mrd. t SKE	gem. linker Spalte	in Mrd. t SKE
Coal / Hartkohle	bn. t / Mrd. t	688	585	17.685	14.950
Lignite / Weichbraunkohle	bn. t / Mrd. t	280	110	4.404	1.766
Solid fuel total / Kohle gesamt	bn. t / Mrd. t	968	695	22.089	16.716
Conv. oil / Konv. Erdöl	Gt	170	243	161	230
Conv. gas / Konv. Erdgas	trill. m ³ / Bill. m ³	193	250	318	413
Conv. hydrocarbons / Konv. Kohlenwasserstoffe	Gtoe	345	493	451	643
Bitumen/oilsands / Bitumen/Ölsand	Gt	27	38	63	89
Extra-heavy oil / Schwerstöl	Gt	21	30	61	87
Tight oil (aus dichtem Gestein)	Gt	< 1	< 1	49	70
Oil shale / Ölschiefer	Gt	-	-	102	145
Non-conv. oil / Nicht konv. Erdöl	Gtoe	48	69	274	391
Shale gas / Schiefergas	trill. m ³ / Bill. m ³	4	5	206	267
Tight gas	trill. m ³ / Bill. m ³	-	-	63	82
Coal seam gas / Kohleflözgas	trill. m ³ / Bill. m ³	2	2	50	65
Gas from aquifers / Erdgas aus Aquiferen	trill. m ³ / Bill. m ³	-	-	24	31
Gas from gas hydrate / Erdgas aus Gashydrat	trill. m ³ / Bill. m ³	-	-	184	241
Non-conv. gas / Nicht konv. Erdgas	trill. m ³ / Bill. m ³	6	7	528	685
Non-con. hydrocarbons / Nicht konv. Kohlenwasserstoffe	Gtoe	53	76	754	1.076
Hydrocarbons total / Kohlenwasserstoffe	Gtoe	398	569	1.204	1.719
Fossil fuels total / Fossile Energieträger	EJ	37.040	1.264	540.133	18.435
Uranium / Uran	mill. t / Mio. t	1	21	13	228
Thorium	mill. t / Mio. t	-	-	6	108
Nuclear fuels total / Kernbrennstoffe insgesamt	EJ	606	21	9.858	336
Non-renewable energy total / Nicht erneuerbare Energierohstoffe insgesamt	EJ	37.646	1.285	549.991	18.771

Table 2. Global reserves and resources of non-renewable energy forms
Tabelle 2. Globale Reserven und Ressourcen nicht-erneuerbarer Energierohstoffe
Source / Quelle: BGR 2014

For gas, which has long been the third most important contributor to global energy consumption with a 24 % share of the market, there still appears to be no prospect of a shortage of supply anywhere on the horizon. In geological terms there are huge quantities of gas still to be found, with the unconventional gas reserves and resources that are being developed on an increasing scale now outpacing the conventional deposits. Shale gas obtained by fracking now plays a major role in North American gas supply. Even given the anticipated increase in demand, the BGR has indicated that global gas supplies 'can be maintained for many decades to come in view of this fuel's huge remaining potential.' In other words, there is no 'peak gas' in sight. However, gas production in Europe, including output from Norway, peaked back in 2004 and as a result of a decline in own production the EU countries are now increasingly reliant on gas imports from the CIS, North Africa and the Middle East. Europe, with its supply network, is well connected to a large part of the world's natural-gas reserves and US plans to begin exporting shale gas-based LNG (liquefied natural gas) by 2015 could have a massive impact on existing international market structures. Meanwhile, gas demand in all other parts of the world is growing at a faster pace than in Europe. However, when it comes to supply any long-term perspective should not overlook the fact that about 80% of the world's gas reserves are to be found in the OPEC countries and in the CIS, with more than half of all gas deposits being located in just three countries – Russia, Iran and Qatar.

Gas hydrate could also contribute to gas supplies in the long term and the BGR uses the Study to present a status report

Im Hinblick auf das Ziel der Klimavorsorge durch globale CO₂-Reduktion wäre angesichts der größeren Verbrauchsraten des Erdöls eine Ölsubstitution durch neue Energien und/oder Energieeinsparungen nicht weniger ergiebig als die Verdrängung von Kohle.

Beim Erdgas, das mit einem Anteil von 24 % bislang den drittgrößten Beitrag zur Deckung des weltweiten Energieverbrauchs leistet, zeichnen sich am Horizont noch lange keine Verknappungstendenzen ab. Aus geologischer Sicht sind noch sehr große Mengen vorhanden, wobei die zunehmend erschlossenen unkonventionellen Erdgasreserven und -ressourcen die konventionellen Vorräte übersteigen. Mittels Fracking-Verfahren gewonnenes Schiefergas spielt in Nordamerika inzwischen eine wichtige Rolle in der Gasversorgung. Auch bei einem absehbar steigenden Bedarf kann die Versorgung der Welt, so die BGR, „aufgrund des hohen verbleibenden Potentials noch über viele Jahrzehnte gewährleistet werden.“ Ein „Peak Gas“ ist also nicht absehbar. Allerdings hat die Erdgasförderung in Europa – einschließlich Norwegen – bereits 2004 ihr Maximum überschritten. In Folge der sinkenden eigenen Förderung wächst die Abhängigkeit der EU-Länder von Gasimporten aus der GUS, Nordafrika und dem Mittleren Osten. Zwar ist Europa mit seinem Versorgungsnetz an einen großen Teil der weltweiten Erdgasreserven angeschlossen und US-Pläne, bereits ab 2015 verflüssigtes Erdgas (LNG) aus der Schiefergasförderung zu exportieren, könnten die bestehenden internationalen Marktstrukturen erheblich beeinflussen. Indes wächst die Erdgasnachfrage in allen anderen Weltregionen schneller als in Europa. Beim Angebot ist in der längerfristigen Perspektive allerdings nicht zu übersehen, dass sich

on this theme. Until now gas hydrates have not had any practical significance, though there have been a number of production tests carried out, mainly based on the marine deposits in Japan, the USA and Canada. The BGR estimates that this fuel source has a huge global potential, as gas hydrate resources are on a similar scale to conventional and non-conventional gas resources

The Energy Study 2014 also includes a special feature on gas flaring, an activity that mainly deals with excess hydrocarbon gases that are unsuitable for processing. These gases, which still make up 4% or more of total gas production, are in some cases simply discharged unburnt into the atmosphere. Such a practice is mainly employed at oil production facilities in the poorer regions of the world that lack the infrastructure needed to make use of these associated gas products. It would be both useful and sensible from an economic and environmental point of view to ensure that these products are exploited effectively, as this would also help to increase the quantities of natural gas available.

The Energy Study 2014 marks the first time that the BGR has included deep geothermal energy in its reporting of energy sources, even though this is actually a renewable form of energy and there appears to be an inadequate body of international data available in this area. Like natural resources in general, geothermal energy is, strictly speaking, a product of geological relationships. In the coal mining industry, for example, heat from mine shafts and mine water is not just a naturally occurring 'circumstance' of underground mining conditions but as a kind of 'by-product' is also the result of a series of projects aimed at alternative energy recovery.

The concept of 'reserves' and 'resources' cannot be fully applied to geothermal energy, which is why there are no comparable data available. Yet in purely technical terms there is a significant quantity of energy available here – the theoretical potential corresponds to about 8% of the total resources represented by non-renewable energies. However this potential has scarcely been exploited to date. In 2013 only 0.3% of global electricity production came from geothermal energy, while geothermal's contribution to heat supply remains negligible in world terms. Nevertheless, some 78 countries now have geothermal projects up and running, with the USA, Indonesia and the Philippines leading the way. A total of 24 countries around the world use geothermal energy to generate electricity, while in Europe eight countries are thus engaged. Italy and Iceland have been using this technology successfully for many years, with Iceland meeting about half of its electricity needs from this source and having the world's highest per capital usage.

Even though Germany is phasing out nuclear power, with demand also set to decline elsewhere in Europe, the BGR believes that nuclear fuels will continue to be 'a popular energy source of great relevance' for the international community. Like its fore-runners, the Energy Study 2014 also provides information on the potential of uranium, which is currently the basis for the world's nuclear power industry, and on that of thorium. While the latter is not being used anywhere for commercial energy production it does, from a scientific perspective, offer a possible alternative to uranium and occurs three to four times more frequently in the earth's crust. Yet global deposits of these nuclear fuels are modest in comparison with the world's huge reserves of coal and in energy terms only make up between 2 and 3% of the total.

rd. 80% der weltweiten Erdgasreserven in den Ländern der OPEC und der GUS befinden, über die Hälfte der Vorräte liegen allein in den drei Ländern Russland, Iran und Katar.

Längerfristig könnten auch Gashydrate einen Beitrag zur Gasversorgung leisten. In ihrer Studie legt die BGR einen Statusbericht zu diesem Thema vor. Bisher haben Gashydrate keine praktische Bedeutung, doch hat es schon vereinzelte Produktionstests vor allem aus marinen Vorkommen in Japan, den USA und Kanada gegeben. Das weltweite Potential ist nach Einschätzung der BGR beträchtlich, denn die Ressourcen an Gashydraten weisen ähnliche Größenordnungen auf wie die konventionellen und die nicht-konventionellen Erdgasressourcen. Als Sonderthema befasst sich die Energiestudie 2014 zudem mit dem Abfackeln von Erdgas, das vor allem bei den sogenannten Erdölbegleitgasen vorkommt, die immerhin gut 4% der weltweiten Erdgasförderung ausmachen, und mitunter in „Abblasen“ mündet, d.h. Erdgas wird unverbrannt in die Atmosphäre entlassen. Diese Vorgänge betreffen in erster Linie die Ölförderzentren in ärmeren Weltregionen, in denen die Infrastruktur zur Nutzung dieser gekoppelten Gasmengen fehlt. Ökonomisch wie ökologisch wäre es jedoch sinnvoll, auf eine solche Nutzung hinzuwirken. Das könnte zugleich die verfügbaren Erdgasmengen entsprechend erhöhen.

Erstmals hat die BGR in der Energiestudie 2014 die tiefe Geothermie in ihren Berichtskreis zu den Energierohstoffen aufgenommen, obwohl es sich dabei eigentlich um eine regenerative Energieform handelt und die internationale Datenlage unzureichend erscheint. Die Geothermie bzw. Erdwärme ergibt sich indes wie die Rohstoffe im engeren Sinne aus geologischen Zusammenhängen. Im Steinkohlenbergbau etwa sind Schacht- oder Grubenwasserwärme nicht nur ein naturbedingter „Umstand“ der untätigen Abbaubedingungen, sondern als „Kuppelprodukt“ mittlerweile auch Gegenstand einer Reihe von Projekten zur alternativen Energiegewinnung.

Die Begriffe Reserven und Ressourcen sind in Bezug auf die Geothermie nur bedingt anwendbar, weshalb dazu auch keine vergleichbaren Angaben erfolgen. Sie weist rein technisch allerdings ein enormes Energiepotential auf – das theoretische Potential entspricht energetisch rd. 8% der Gesamtressourcen an nicht-erneuerbaren Energierohstoffen. Dieses Potential wird aber bislang wenig ausgeschöpft. So entfielen auf die Geothermie im Jahr 2013 lediglich 0,3% des weltweit produzierten Stroms, der Anteil an der Wärmeversorgung ist global betrachtet verschwindend gering. Gleichwohl gibt es in 78 Ländern geothermische Projekte. Führend sind die USA, Indonesien und die Philippinen. In 24 Ländern der Welt erfolgt eine Stromerzeugung aus Geothermie. In Europa gilt das für acht Länder. Langjährige positive Erfahrungen haben Italien und Island. Letzteres deckt heute ungefähr die Hälfte seines Strombedarfs aus Erdwärme und weist weltweit die höchste Pro-Kopf-Nutzung auf.

Auch wenn in Deutschland die Nutzung der Kernenergie schrittweise beendet wird und im übrigen Europa die Nachfrage voraussichtlich ebenfalls weiter zurückgeht, sind Kernbrennstoffe international weiter „ein begehrter Energierohstoff von hoher Relevanz“, wie die BGR feststellt. Sie macht darum in der Energiestudie 2014 wie in deren Vorgängerstudien auch Angaben zu den Potentialen von Uran, das weltweit die Basis der heutigen Kernkraftzeugung bildet, sowie ebenso zu denen von Thorium. Thorium wird zwar derzeit nirgends zur kommerziellen Energieerzeugung genutzt, es

Reserves and resources in Germany

The BGR begins its report on the energy supply situation in Germany by examining the PEC data for 2013 and the way in which this sector has developed over the years. German PEC has recorded a downward trend for a number of years, while the energy mix has only changed relatively slowly – with oil still having the dominant market share, followed by gas, coal and lignite. Nuclear energy has been going through an accelerated withdrawal process since the 2011 decision to phase-out this sector and nuclear usage is to end completely in 2022. Renewable energies – including a very small input from geothermals – are continuously increasing their share of the market. Nonetheless, oil, gas, coal and nuclear power combined still made up over 85% of PEC in 2013 and fossil fuels will continue to have the lion's share of this market for several decades to come.

Of all the energy sources, lignite is the only non-renewable fuel in which Germany is self-sufficient and indeed the country still has huge, economically recoverable lignite deposits. All other fuels have to be imported to an increasing degree, with imports for the year 2013 dominating the overall fuel market at 71% of the total. In 2013 only about 2% of Germany's oil, 12% of its gas and 13% of its coal were produced within the country. Most imported coal came from Russia (25%), the USA (23%) and Colombia (19%), with other significant supplies arriving from Australia, South Africa and Poland (the only EU provider). The end of subsidised coal mining in Germany in 2018 will mean that indigenous coal will disappear completely from the market, even though there are still huge reserves available below ground. In view of the natural exhaustion of indigenous deposits of conventional oil and gas that is predicted sometime after 2020, and the BGR makes specific reference to this, 'it has to be assumed that Germany's reliance on imports of fossil fuels is set to increase further' in spite of the politically-driven expansion of the renewables sector.

In the case of coal, in particular, imports are increasingly needed not just to supply the energy market but also in the form of coking coal as a raw material for steel manufacturing. In May 2014 the European Commission published a revised list of 20 critical raw materials for Europe's value-added chain. Coking coal is one of the commodities on this list. The ranking is based on the level of economic importance for European industry and on the supply risk – which also takes account of substitutes and recycling capability. Coking coal's criticality level was based on its very high economic significance as a raw material for crude steel production and on the fact that sources are concentrated in just two supplier countries. The BGR also refers to work currently being carried out by its associate, the German Mineral Resources Agency (DERA) in Berlin that has drawn up a similar raw-materials list for Germany as part of the Federal Government's resources strategy. This review has for the first time analysed German supplies of coking coal and has given these a 'potentially critical' rating.

In its Energy Study 2014 the BGR also reviews the situation pertaining in the individual energy sectors in 2013, including a quite detailed look at the domestic coal industry. The Study recalls that up to the middle of the last century coal was an important pillar for the country's energy and raw-materials supplies and as such helped fuel Germany's economic boom. Since then German coal production, and the jobs associated with it, have

stellt aber aus wissenschaftlicher Sicht eine mögliche Alternative zum Uran dar und kommt drei- bis viermal häufiger in der Erdkruste vor. Gemessen an den großen Kohlevorkommen bleiben die globalen Vorräte an Kernbrennstoffen dennoch bescheiden. Sie machen energetisch nur 2 bis 3% aus.

Reserven und Ressourcen in Deutschland

Die BGR beleuchtet im Hinblick auf die Versorgungssituation Deutschlands mit Energierohstoffen zunächst den Stand des PEV 2013 und die Entwicklung in den vorangegangenen Jahren. Der PEV Deutschlands weist seit längerem eine fallende Tendenz auf. Der Energiemix verändert sich nur allmählich – das Erdöl dominiert anteilmäßig weiter vor dem Erdgas, der Stein- und der Braunkohle. Die Kernenergie ist seit dem neuerlichen Ausstiegsbeschluss von 2011 auf dem beschleunigten Rückzug, ihre Nutzung wird 2022 ganz eingestellt werden. Die erneuerbaren Energien – einschließlich eines sehr kleinen Beitrags der Geothermie – gewinnen stetig Anteile hinzu. Gleichwohl deckten Öl, Gas, Kohle und Kernenergie 2013 zusammen immer noch mehr als 85% des PEV und fossile Energieträger werden auch in den nächsten Dekaden noch den größten Beitrag leisten.

Unter allen Energieträgern ist die Braunkohle der einzige nicht-erneuerbare Energierohstoff, bei dem Deutschland Selbstversorger ist und von dem es noch über große wirtschaftlich gewinnbare Vorräte verfügt. Alle übrigen Energierohstoffe müssen zunehmend und überwiegend importiert werden, 2013 lag der Importanteil insgesamt bei 71%. Nur noch rd. 2% des eingesetzten Erdöls, 12% des Erdgases und 13% der Steinkohle stammten im Jahr 2013 aus inländischer Förderung. Bei der Steinkohle kamen die Lieferungen zum größten Teil aus Russland (25%), den USA (23%) und Kolumbien (19%), weitere signifikante Anteile hatten Australien, Südafrika und als einziges EU-Land Polen. Mit dem bis Ende 2018 vorgesehenen Auslaufen der subventionierten deutschen Steinkohlenförderung wird der Anteil der heimischen Steinkohle ganz verschwinden, auch wenn es noch große inländische Vorkommen gibt. Angesichts der nach 2020 absehbaren natürlichen Erschöpfung der inländischen konventionellen Erdöl- und Erdgaslagerstätten ist – darauf weist die BGR ausdrücklich hin – trotz des politisch geförderten Ausbaus der erneuerbaren Energien, „von einem weiteren Anstieg der Importabhängigkeit Deutschlands bei fossilen Energierohstoffen auszugehen“.

Speziell bei der Steinkohle ist übrigens nicht nur der zunehmende Importbedarf als Energierohstoff relevant, sondern auch der Importbedarf bei den Koks kohlen als Rohstoff für die Stahlerzeugung. Im Mai 2014 hat die EU-Kommission eine überarbeitete Liste von 20 sogenannten kritischen Rohstoffen für die industriellen Wertschöpfungsketten in Europa vorgelegt. Auf dieser Liste ist auch die Koks kohle verzeichnet. Die Einstufung richtet sich nach der wirtschaftlichen Bedeutung für die europäische Industrie sowie dem Lieferisiko – dies auch unter Berücksichtigung von Substituten und der Recyclingfähigkeit. Bei der Koks kohle wurde die Kritikalität aufgrund einer sehr hohen wirtschaftlichen Bedeutung als Grundstoff der Rohstahlproduktion und wegen der hohen Konzentration auf nur zwei Lieferländer bescheinigt. Die BGR verweist zudem auf aktuelle Arbeiten der ihr zugeordneten Deutschen Rohstoff-Agentur (DERA), Berlin, die eine ähnliche Rohstoffliste für Deutschland im Rahmen der Rohstoffstrategie der Bundesregierung erstellt, dafür erstmalig auch die deutsche Koks kohlenversorgung analysiert hat und diese nun ebenfalls einem „potentiell kritischen Bereich“ zuordnet.

Fuel source Energieträger	Unit Einheit	Consumption see left Verbrauch gem. linker Spalte	Production see left Förderung gem. linker Spalte	Reserves see left Reserven gem. linker Spalte	Reserves in mill. tce Reserven in Mio. t SKE	Resources in mill. tce Ressourcen in Mio. t SKE
Coal / Hartkohle	mill. t / Mio. t	61,3	8,3	31	31	84.318
Lignite / Weichbraunkohle	mill. t / Mio. t	183,0	183,0	40.300	11.687	10.585
Oil / Erdöl	mill. t / Mio. t	113,0	2,6	31	44	164
Gas / Erdgas	bn. m ³ / Mrd. m ³	91,0	11,1	104	113	2.127
Uranium / Uran	kt	1,89	<0.05 ^{a)}	-	-	147

^{a)} BGR note: only obtained as uranium concentrate during site remediation work
Hinweis BGR: nur im Rahmen der Sanierung von Produktionsstätten als Urankonzentrat

Table 3. Usage/availability of non-renewable energies in Germany
Tabelle 3. Nutzung/Verfügbarkeit nicht-erneuerbarer Energierohstoffe in Deutschland
Source / Quelle: BGR 2014

been on the decline, as the domestic coal industry has not been 'competitive in the international area mainly because of the unfavourable geological conditions' and as a result has for many years been reliant on state subsidies. Even in the foreseeable future there seems to be little hope that German-mined coal could be produced at world market prices. The Coal Agreement of 2007 determined that subsidised coal mining in Germany would cease to exist at the end of 2018. One major consequence of this is that the country's world-beating coal mining technology, which was developed in conjunction with the domestic coal industry and its demanding working conditions, will lose its reference base.

The BGR Study provides all kinds of data on German energy reserves and resources. This is usually done in the form of an international comparison that also comprises consumption and production figures along with import and export volumes. This information shows, for example, that Germany is in ninth position worldwide as an importer of oil (some 90 mill. t in 2013), while being in the number two spot for gas imports (100 bn m³), sixth place for coal imports (50 mill. t) and seventh place for uranium consumption (1.9 kt). Germany also ranks internationally as producer and consumer number 1 of lignite (183 mill. t). What this means overall it that the country is a global player in the international market for energy resources, which is hardly surprising as Germany remains a leading industrial nation with the largest economy in the EU. The availability of energy resources is therefore set to remain an important issue for Germany. Unfortunately, this latest BGR Study does not report the extent of the indigenous reserves and resources separately, which means these data have to be extracted and converted from the various summaries (Table 3).

In this context it is important to note that for a number of years now the BGR has only counted as indigenous coal reserves those deposits that can still be mined under the subsidy system as approved to 2018. In its Energy Report 2014 the BGR also states that the Herne-based RAG Aktiengesellschaft, which has responsibility for Germany's coal mining operations, has assessed its underground production districts as containing 'technically recoverable coal reserves' of 2.5 bn t (as at 2011). In earlier years the BGR itself reported that Germany had technically recoverable coal reserves of over 22 bn t – and of course these deposits have not physically disappeared. They are now included in the figure for coal resources, whose volume is now more than six times larger

Die BGR gibt in der Energiestudie 2014 des Weiteren einen Überblick über die Situation in den einzelnen Bereichen des Energiesektors im Jahr 2013 und behandelt dabei recht ausführlich die heimische Steinkohle. Erinnert wird daran, dass sie „bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts wesentliche Stütze“ der Energie- und Rohstoffversorgung und damit des Wirtschaftsaufschwungs in Deutschland war. Seitdem sind die deutsche Steinkohlenförderung und die mit ihr verbundene Beschäftigung rückläufig, denn der heimische Steinkohlenbergbau ist „insbesondere wegen der ungünstigen geologischen Bedingungen international nicht wettbewerbsfähig“ und seit vielen Jahren auf Subventionen angewiesen. Steinkohle aus inländischen Lagerstätten wird vermutlich auch in absehbarer Zukunft nicht zu Weltmarktpreisen produziert werden können. Mit der kohlepolitischen Vereinbarung von 2007 ist festgelegt worden, die subventionierte Förderung der Steinkohle in Deutschland bis zum Ende des Jahres 2018 zu beenden. Die in Deutschland im Zusammenhang mit dem heimischen Steinkohlenbergbau und seinen anspruchsvollen Abbaubedingungen entwickelte, international führende Kohlegewinnungstechnik verliert damit nicht zuletzt ihre Referenzbasis.

Die BGR liefert in der Energiestudie 2014 vielfältige Daten über die Reserven und Ressourcen von Energierohstoffen in Deutschland. Dies erfolgt meist im internationalen Vergleich, der auch Verbrauchs-, Förder-, Export- und Importmengen umfasst. Daraus geht beispielsweise hervor, dass Deutschland beim Mineralölimport (im Jahr 2013 rd. 90 Mio. t) weltweit an neunter Stelle steht, beim Erdgasimport (100 Mrd. m³) an zweiter Stelle, beim Steinkohlenimport (50 Mio. t) an sechster Stelle und beim Uranverbrauch (1,9 kt) an siebter Stelle. Bei der Braunkohle ist Deutschland weltweit sogar Förder- und Verbraucherland Nr. 1 (183 Mio. t). Im Hinblick auf den globalen Bedarf an Energierohstoffen ist Deutschland somit „ein global player“, was als eine der nach wie vor führenden Industrienationen und größte Volkswirtschaft der EU nicht verwundert. Entsprechend groß ist und bleibt für Deutschland die Bedeutung der Frage der Verfügbarkeit von Energierohstoffen. Leider hat die BGR diesmal den Umfang der heimischen Reserven und Ressourcen in Deutschland nicht gesondert herausgearbeitet, so dass dieser aus verschiedenen Übersichten herausgefiltert und umgerechnet werden muss (Tabelle 3).

Besonders hinzuweisen ist in diesem Kontext darauf, dass als heimische Reserven an Steinkohle seit einigen Jahren von der BGR nur die Vorräte angegeben werden, die im Rahmen der bis 2018 zugesagten Subventionen noch gefördert werden können. Die BGR gibt im Energiebericht 2014 auch an, dass die den deutschen

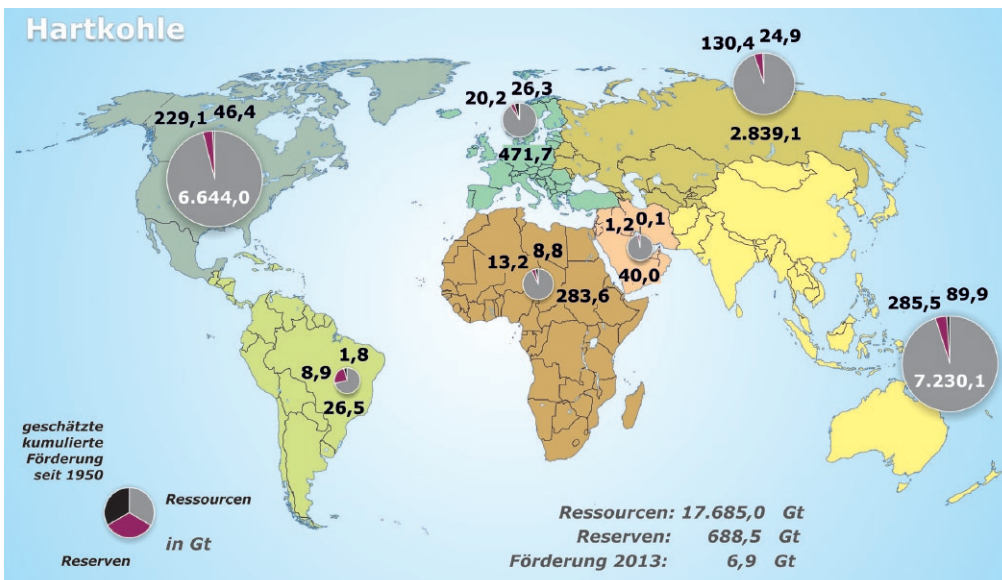


Fig. 2. Regional distribution of total global coal potential
 Bild 2. Weltweites Gesamtpotential an Steinkohle in regionaler Verteilung
 Source / Quelle: BGR 2014

than that of all the other non-renewable, indigenous energy resources combined.

A look at how global reserves and resources on coal are distributed clearly shows that while there is coal to be found in every continent, most of the deposits are concentrated on just a few countries and regions (Figure 2). According to the BGR's figures 41% of the world's coal resources are to be found in Australasia (with 30% in China alone), with 38% in North America (37% in the USA) and 16% in the CIS (with Russia alone having 15%). All the other regions of the world combined only account for about 5% of the global resources. As far as global coal reserves – totaling 688 bn t – are concerned, the USA dominates the field with 33%, followed by China (18%), India (12%), Russia (10%) and Australia (9%). These five nations together therefore dispose of more than 80% of the world's coal reserves, with the rest of the world having less than a fifth, Germany will soon have none

Steinkohlenbergbau tragende RAG Aktiengesellschaft, Herne, für ihre Abbaufelder einen „technisch gewinnbaren Planvorrat“ von 2,5 Mrd. t (Stand 2011) ausgewiesen hat. In früheren Jahren wies die BGR selbst für Deutschland Steinkohlenreserven im Sinne technisch gewinnbarer Mengen von über 22 Mrd. t aus, die natürlich physisch nicht verschwunden sind. Sie werden jetzt den Steinkohlenressourcen zugerechnet, deren Volumen mehr als sechsmal so groß ist wie das aller anderen nicht-erneuerbaren Energierohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland.

Blickt man auf die globale Verteilung der Reserven und Ressourcen an Kohle, wird deutlich, dass sich diese zwar über alle Kontinente erstreckt, aber in hohem Maß auf wenige Länder und Regionen konzentriert (Bild 2). Von den Gesamtressourcen an Hart- bzw. Steinkohle lagern nach den BGR-Angaben 41% in Austral-Asien (dabei allein China 30%), 38% in Nordamerika (allein USA 37%) und 16% in der GUS (allein Russland 15%). Auf alle anderen Weltregionen entfallen nur rd. 5% der Ressourcen. Bei den weltweiten Steinkohlenreserven – insgesamt 688 Mrd. t – dominieren die USA (33%) vor China (18%), Indien (12%), Russland (10%) und Australien (9%). Diese fünf Länder verfügen zusammen über 80% der globalen Reserven an Steinkohle, der Rest der Welt also über weniger als ein Fünftel, Deutschland bald über keine mehr.

References / Quellenverzeichnis

(1) The Mining Association of Canada: Facts and Figures 2014:
<http://mining.ca/resources/reports>

Author / Autor

Dipl.-Ökonom Dr. Kai van de Loo, Bereichsleiter Volkswirtschaft und Wirtschaftspolitik, Gesamtverband Steinkohle e.V. (GVSt), Herne, und Mitglied des Vorstands der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Berlin