

Kohlenstoff stellt neben Wasser- und Sauerstoff den wichtigsten Grundbaustein aller Lebensformen auf der Erde dar und ist fest im Kreislauf der Stoffe eingebaut. Insgesamt umfasst die Erde 75 Millionen Gigatonnen Kohlenstoff (vgl. Paeger 2009). Aufgrund seiner Reaktionsfreudigkeit bildet der organisch gebundene Kohlenstoff komplexe Verbindungen wie Kohlenwasserstoffe, aus denen unter anderem Methan sowie die fossilen Energieträger Erdöl, Erdgas und Kohle bestehen. Die Entstehung und der Ausstoß von Kohlendioxid und Methan durch unterschiedliche Reaktionen, wie z.B. Bodenatmung, Vulkanausbrüche und die Freisetzung aus Feuchtgebieten, stellen natürliche Vorgänge dar, die durch andere Festlegungsprozesse wieder kompensiert werden. Erst die stetige und übermäßige Entnahme und Verbrennung durch menschliche Aktivitäten durchbricht den natürlichen Kreislauf und bringt das Gleichgewicht durcheinander. Durch die Verbrennung der fossilen Energieträger werden kontinuierlich große Mengen CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre abgegeben. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und des Emissionshandels beschäftigt sich der vorliegende Beitrag mit der Frage, wie viel Kohlenstoff in Form von Erdöl, Erdgas und Kohle im Untergrund gespeichert ist.

In der Karte (Abb. 1) sind die im Jahr 2008 verfügbaren Reserven der Energieträger Öl, Gas und Kohle in Kohlenstoffeinheiten dargestellt. Berechnet wurden diese durch das Verhältnis der CO<sub>2</sub>-Emissionen des jeweiligen Energieträgers zu dessen Verbrauch. Jeder der fossilen Energieträger zeichnet sich durch einen spezifischen Gehalt an gebundenem Kohlenstoff aus. Daraus ergibt sich wiederum ein fester Zusammenhang zwischen dem Kohlenstoffgehalt und der emittierten CO<sub>2</sub>-Menge, der im Kohlenstoffpotential des Kohlenstoffs, dem Quotienten der Molekulargewichte von CO<sub>2</sub> und C, ausgedrückt wird (vgl. Bayer 2003). Bei der Verbrennung einer gebundenen Kohlenstoffeinheit entsteht insgesamt die 3,6-fache Menge CO<sub>2</sub>. 1 KWh Energie aus Braunkohle verursacht dabei im Vergleich eine fast doppelt so hohe CO<sub>2</sub>-Emission (ca. 360g) wie 1 KWh aus Erdgas (ca. 200g), was die Dimensionen bei der Verbrennung dieser Brennstoffe verdeutlicht (vgl. Quaschnig 2005). Dazu kommt, dass Kohle nur über einen gut halb so großen Energiegehalt wie Gas oder Öl verfügt. Am Beispiel eines Langstreckenfluges von München nach New York wird der Zusammenhang deutlich: Hierbei entsteht eine Menge von rund 2,5 kg CO<sub>2</sub> pro Liter verbranntem Kerosin (vgl. Umweltbundesamt 2007) bzw. 260g CO<sub>2</sub>/KWh. Während des Fluges werden damit im Schnitt ungefähr 2,1 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Person freigesetzt (vgl. Atmosfair 2010).

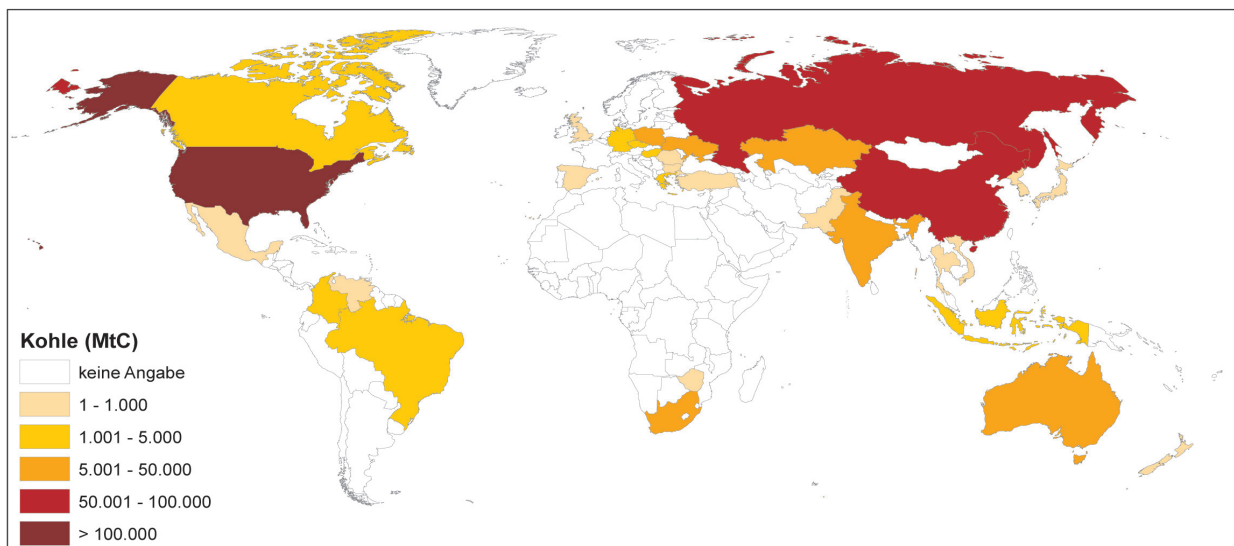
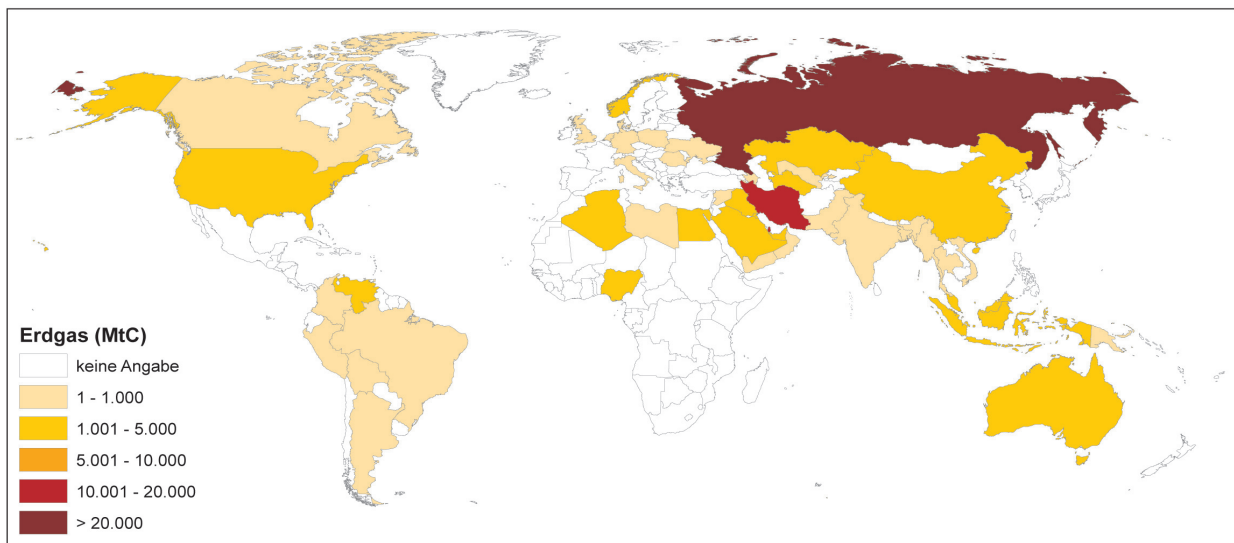
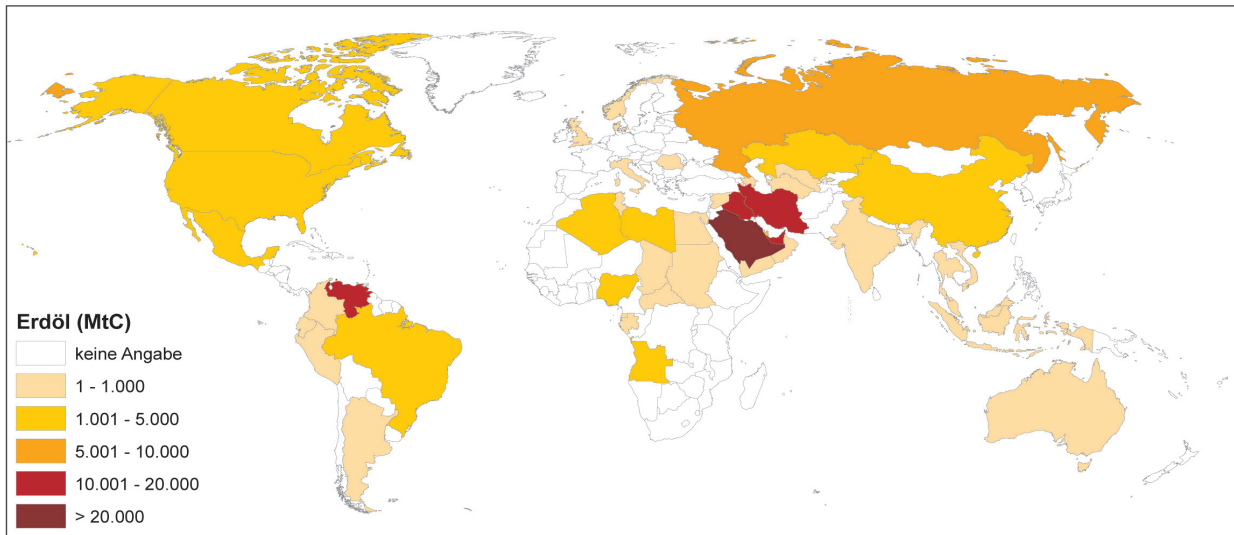
Die vergleichende Darstellung der Reserven in Form von gespeichertem Kohlenstoff verdeutlicht das Ausmaß der Folgen beim Verbrauch dieser fossilen Brennstoffe: Aus den Vorräten von Erdöl und Erdgas sind bis 2007 123 bzw. 46 Gigatonnen Kohlenstoff extrahiert worden, zudem wurden 178 Gigatonnen Kohlenstoff aus Braun- und Steinkohle ver-

braucht (vgl. Sinn 2008). Die bekannten Erdölvorkommen sind im Wesentlichen auf der nördlichen Hemisphäre zu finden. Der Anteil wirtschaftlich abbaubarer Ressourcen beinhaltet in den meisten Ländern der Erde weniger als 10 Mrd. Tonnen Kohlenstoff (vgl. BP 2009). Zu den Ausnahmen gehören hier die Länder des Nahen Ostens (10,8 bis 30,3 Mrd. Tonnen) sowie Venezuela mit 10,4 Mrd. Tonnen. Die Vorkommen des Nahen Ostens machen damit 60% der weltweiten Ölreserven in Form von Kohlenstoff aus. Im Vergleich dazu besitzen Europa und Eurasien nur ca. 11% der Reserven, eine ähnliche Verteilung ist auch bei den Gasreserven zu sehen (vgl. BP 2009). Anders verhält es sich mit den Kohlelagerstätten. Die OPEC-Staaten sowie Afrika verfügen nur über geringe Reserven, während die Hauptmengen in Nordamerika, Eurasien, China und Australien zu finden sind. Die Kohlevorräte stellen mit 731 Gigatonnen die größten Speicher der fossilen Brennstoffe dar und enthalten zudem die größten Mengen an Kohlenstoff (746 kg C/Tonne), wodurch sich die abweichende Einteilung der Klassen erklärt. Laut Karte verfügen die USA über die größten Kohlenstoffspeicher im Bereich Kohle. Dies ist auf die hohen Reserven an Steinkohle zurückzuführen, die den meisten Kohlenstoff beinhalten. Die meisten Ressourcen sind dagegen in Russland zu finden. Die größten Abbauländer (USA, Russland und China) fördern ca. zwei Drittel des Gesamtbaus. Diese enormen Mengen stellen in der Gesamtbeurteilung das größte Problem dar, da diese für den Hauptanteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie für den Ausstoß vieler Luftschadstoffe, wie Schwefeldioxid und Feinstaub, verantwortlich sind. Die großen Vorkommen der Energieträger sind vor allem in Ländern zu finden, die eine kritische Sichtweise bezüglich des Klimaschutzes haben und die demnach wirtschaftlichen Interessen bzw. der Entwicklung in Schwellenländern den Vorrang geben. Die politische Lage und die Vormachtstellung vieler Länder im Energiebereich erschweren damit länderübergreifende Maßnahmen zum Ressourcenmanagement und zum Klimaschutz, wie bei der Klimakonferenz in Kopenhagen zu sehen war.

## Literatur

- Atmosfair (2010), »Emissionsrechner«, [www.atmosfair.de](http://www.atmosfair.de), aufgerufen am 8. März 2010.
- Bayer, S. (2003), »Ökosteuern: Versöhnung von Ökonomie und Ökologie?«, Tübinger Diskussionsbeitrag Nr. 270, <http://w210.ub.uni-tuebingen.de/dbt/volltexte/2005/1856/pdf/270.pdf>.
- BP (2009), *BP Statistical Review of World Energy*, June, [www.bp.com](http://www.bp.com).
- Paeger, J. (2009), »Ökosystem Erde«, <http://www.oekosystem-erde.de/html/kohlenstoffkreislauf.html> aufgerufen am 8. März 2010.
- Quaschnig, V. (2005), *Understanding renewable energy systems*, Earthscan Publications, London.
- Sinn, H.W. (2008), *Das Grüne Paradoxon. Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik*, Econ, Berlin.
- Umweltbundesamt (2007), »Die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Bürgers. Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO<sub>2</sub>-Bilanzen«, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3327.pdf>, aufgerufen am 9. März 2010.

**Abb.1**  
**Kohlenstoffgehalte der Energiereserven 2008**



Quelle: BP, Statistical Review of World Energy, London 2009.