
Konventionelle Kohlekraftwerke¹ sind nicht mit der 2°C Grenze vereinbar

Erklärung führender Klima- und Energiewissenschaftler

Prof. Ogunlade Davidson, *University of Sierra Leone, Sierra Leone*

Prof. Peter C. Frumhoff, *Union of Concerned Scientists, USA*

Dr. Niklas Höhne, *Ecofys, Deutschland/Niederlande*

Dr. Jean-Charles Hourcade, *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Frankreich*

Prof. Mark Jaccard, *Simon Fraser University, Vancouver, Kanada*

Dr. Jiang Kejun, *Energy Research Institute, National Development and Reform Commission, China*

Dr. Mikiko Kainuma, *National Institute of Environmental Studies, Japan*

Prof. Claudia Kemfert, *Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Deutschland*

Prof. Emilio La Rovere, *COPPE, Federal University of Rio de Janeiro, Brasilien*

Dr. Felix Christian Matthes, *Öko-Institut, Deutschland*

Dr. Michael MacCracken, *Climate Institute, USA*

Dr. Bert Metz, *European Climate Foundation, Niederlande*

Prof. José Moreira, *Institute of Energy and Environment, University of Sao Paulo, Brasilien*

Prof. William Moomaw, *The Fletcher School, Tufts University, USA*

Prof. Nebojsa Nakicenovic, *Technische Universität Wien, und Vienna University of Technology, Österreich*

Dr. Shuzo Nishioka, *Institute for Global Environmental Strategies, Japan*

Prof. Keywan Riahi, *International Institute of Applied Systems Analysis, und Technische Universität Graz, Österreich*

Dr. Hans-Holger Rogner, *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Österreich*

Dr. Jayant Sathaye, *Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, USA*

Prof. Hans-Joachim Schellnhuber, *Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Deutschland*

Dr. Robert N. Schock, *Center for Global Security Research, USA*

Prof. P.R. Shukla, *Indian Institute of Management, Ahmedabad, Indien*

Prof. Ralph E.H. Sims, *Massey University, Neuseeland*

Prof. Jeffrey Steinfeld, *Massachusetts Institute of Technology, USA*

Prof. Wim C. Turkenburg, *Copernicus Institute on Sustainable Development, Utrecht University, Niederlande*

Dr. Tony Weir, *University of the South Pacific, Fiji*

Prof. Harald Winkler, *Energy Research Centre, University of Cape Town, Südafrika*

Die aufgeführten Wissenschaftler haben als Privatperson unterzeichnet; die Angabe ihrer institutionellen Zugehörigkeit dient ausschließlich der Identifikation.

Als Antwort auf die jüngsten Versuche, „hocheffiziente, emissionsarme Kohleverbrennungstechnologien“ als eine Lösung für das globale Klimaproblem darzustellen, geben die unterzeichnenden Wissenschaftler folgende Erklärung ab:

¹ Unter "Konventionellen Kohlekraftwerken" verstehen wir solche, die nicht mit Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid (Carbon Capture and Storage, CCS) ausgerüstet sind. Alle Formen „hocheffizienter Kohletechnologien“ zählen als „konventionelle Kohlekraftwerke“, solange sie nicht mit CCS ausgerüstet sind.

1. KOHLE OHNE CSS IST KEINE „EMISSIONSARME“ TECHNOLOGIE

Selbst die effizientesten kohlebefeuernten Kraftwerke stoßen etwa 15 mal mehr CO₂ pro Kilowattstunde aus als erneuerbare Energiesysteme und mehr als zwei mal so viel wie effiziente gasbefeuerte Anlagen. Es ist irreführend, von „hocheffizienten emissionsarmen Kohleverbrennungstechnologien“ zu sprechen, wenn sie keine Abscheidung und Speichern von CO₂ vorsehen.

Die effizientesten kohlebefeuernten Kraftwerke stoßen pro Kilowattstunde etwa 750 Gramm Kohlendioxid aus, während effiziente gasbefeuerte Anlagen in der Regel etwa 350 Gramm Kohlendioxid ausstoßen. Auf erneuerbaren Energien basierende Technologien sind im Betrieb emissionsfrei und selbst bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus haben sie sehr geringe CO₂-Emissionen. Typische Werte für Treibhausgasemissionen erneuerbarer Energiequellen (bezogen auf den Lebenszyklus) liegen im Bereich von 5-50 gCO_{2Äq}/kwh (für Windenergie: 10-20, Photovoltaik: 35-50, Solarthermie: 15-30 (IPCC, 2011). Siehe Abbildung 1.



Abbildung 1: Emissionen pro produzierter Stromeinheit für verschiedene Energietechnologien. Quelle: IPCC, 2011.

Nur kohlebefeuerte Kraftwerke, die mit Systemen zum Abscheiden und Speichern von Kohlendioxid (CCS) ausgestattet sind, könnten Emissionswerte unter denen von Gaskraftwerken ohne CCS erreichen und darum als emissionsarme Technologie angesehen werden². Es gibt nur einen einzigen Weg, wie Kohlekraftwerke überhaupt zu einem Teil einer klimafreundlichen Zukunft werden könnten: Alle neuen Kohlekraftwerke müssten von Anfang an mit CCS geplant werden.

² Allerdings können erdgasbefeuerte Kraftwerke ebenfalls mit CCS ausgerüstet werden. Der potenzielle Vorteil besteht darin, dass im Vergleich zu Kohle nur etwa die Hälfte des CO₂ gespeichert werden muss und die Kosten pro Energieeinheit proportional attraktiver wären. Angesichts der zahlreichen technischen und finanziellen Probleme im Zusammenhang mit CCS könnte die Behandlung von lediglich der Hälfte des CO₂ ein überzeugender Vorteil sein.

2. DIE ABWENDUNG EINES GEFÄHRLICHEN KLIMAWANDELS ERFORDERT, DASS DIE MEHRHEIT DER FOSSILEN BRENNSTOFFRESERVEN UNTER DER ERDE BLEIBEN MUSS³

Das betrifft insbesondere die Verwendung von Kohle zum Zweck der Stromerzeugung. Kohle ist der fossile Brennstoff, der am leichtesten durch nahezu CO₂-freie Alternativen ersetzt werden kann, während die flüssigen fossilen Treibstoffe, die im Verkehrssektor eingesetzt werden, weitaus schwieriger zu ersetzen sind.

Auf der Weltklimakonferenz in Cancun im Dezember 2010 vereinbarten alle Staaten, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf unter zwei Grad Celsius zu halten und zu versuchen, die Erwärmung noch weiter auf 1,5 Grad zu senken. Um eine mehr als 66 %-ige Chance zu haben, bei unter zwei Grad zu bleiben, darf die Welt nicht mehr als weitere 1050⁴ Gigatonnen (Gt) Kohlendioxid ausstoßen (IPCC, 2013a and b). Das ist etwa ein Viertel aller bekannten globalen fossilen Brennstoffreserven (IPCC, 2011). Siehe Abbildung 2.

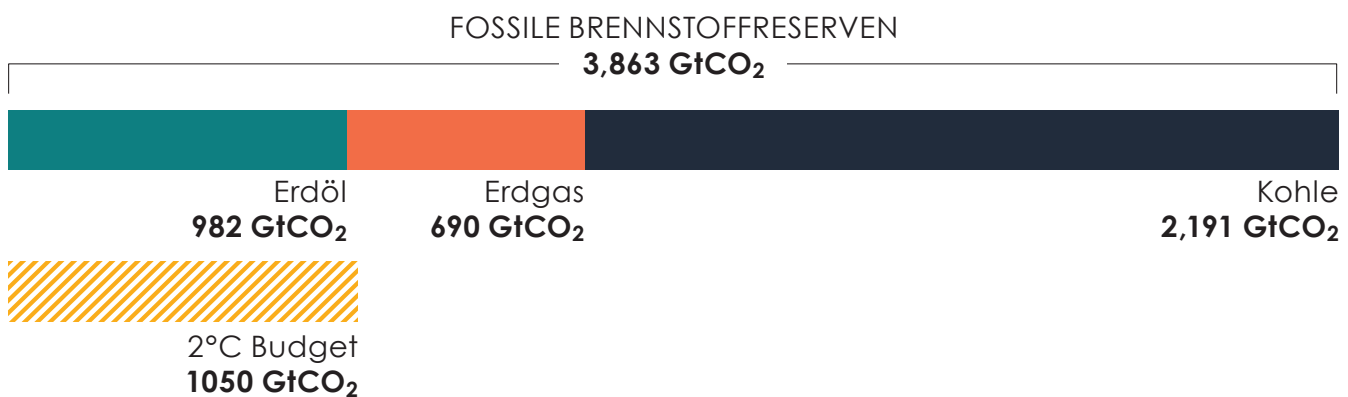


Abbildung 2: Menge an konventionellen und unkonventionellen fossilen Brennstoffreserven an Kohle, Erdöl und Erdgas im Vergleich zum verbleibenden globalen Kohlenstoffbudget, das mit Szenarien einer durchschnittlichen globalen Erwärmung um 2°C im Vergleich zu vorindustriellen Werten vereinbar wäre. Quellen für fossile Brennstoffreserven: IPCC, 2011, Abbildung 1.7; Quelle für das Kohlenstoffbudget: IPCC, 2013a and IPCC erratum, 2013b.

Der größte Anteil dieses sehr kleinen CO₂-Budgets wird in Sektoren benötigt werden, in denen es noch keine leicht verfügbaren Alternativen gibt, zum Beispiel für die flüssigen fossilen Treibstoffe, die für den Verkehr zu Luft, zu Wasser und für Nutzfahrzeuge zu Lande benötigt werden. Das bedeutet, dass Kohle ohne CCS für die Stromerzeugung so schnell wie möglich durch nahezu emissionsfreie Technologien ersetzt werden muss.

Der Bau neuer Kohlekraftwerke ohne CCS-Technologie verlängert den Zeitraum, in dem Kohle weiterhin in atmosphärisches CO₂ umgewandelt wird, da für jedes Kohlekraftwerk ein Betriebszeitraum von 40 bis 50 Jahren veranschlagt wird. Angesichts der eindeutigen wissenschaftlichen Beweise, dass CO₂ jahrhundertlang in der Atmosphäre verbleibt, ist die Steigerung der betrieblichen Effizienz solcher Kraftwerke eher unerheblich.

³ Wenn CCS zum Einsatz kommt, so könnte ein gewisser Teil der Reserven extrahiert und das CO₂ aus der Verbrennung aufgefangen und gespeichert werden. Das ist aber quantitativ begrenzt und beeinflusst den Gesamtbefund, dass die Mehrheit der fossilen Brennstoffreserven unter der Erde verbleiben muss, kaum (Carbontracker-Initiative, 2013).

⁴ Das Kohlenstoffbudget, das laut IPCC (Quelle: IPCC 2013a) für den Zeitraum zwischen 1860/1881 bis 2100 verbrannt werden kann, ohne dass die globale Erwärmung 2°C überschreitet, beträgt 800 GtC (=2940 GtCO₂). Der bereits verbrannte Anteil beträgt bis heute 515 GtC (korrigierte Zahl nach IPCC 2013b = 1890 GtCO₂). Das verbleibende Budget beträgt demnach etwa 1050 GtCO₂.

3. DIE DERZEITIGEN TRENDS DER KOHLENTZUNG FÖRDERN EINEN KLIMAWANDEL MIT KATASTROPHALEN FOLGEN

Der derzeitige globale Trend der Kohlenutzung entspricht einem Emissionspfad oberhalb des 6° C-Szenarios der Internationalen Energie-Agentur (IEA). Damit wird eine Gefahr heraufbeschworen, die nur als katastrophal bezeichnet werden kann und die über alles hinaus geht, was die Menschheit während ihrer gesamten Existenz auf diesem Planeten bislang erlebt hat.

Der *Medium-term coal market report* der IEA (IEA, 2012) prognostiziert weiterhin eine verstärkte Kohlenutzung, die über das IEA-eigene 6DS-Emissionsszenario für eine langfristige Erwärmung um sechs Grad Celcius noch hinausgeht (siehe Abbildung 3). Das 6DS-Szenario nimmt eine Erwärmung um vier Grad bis 2100 an (Schaeffer und Van Vuuren, 2012). Der OECD-Generalsekretär warnt: „Ohne CCS ist die fortgesetzte Nutzung von Energie aus Kohle der Weg in die Katastrophe.“ (OECD, 2013).

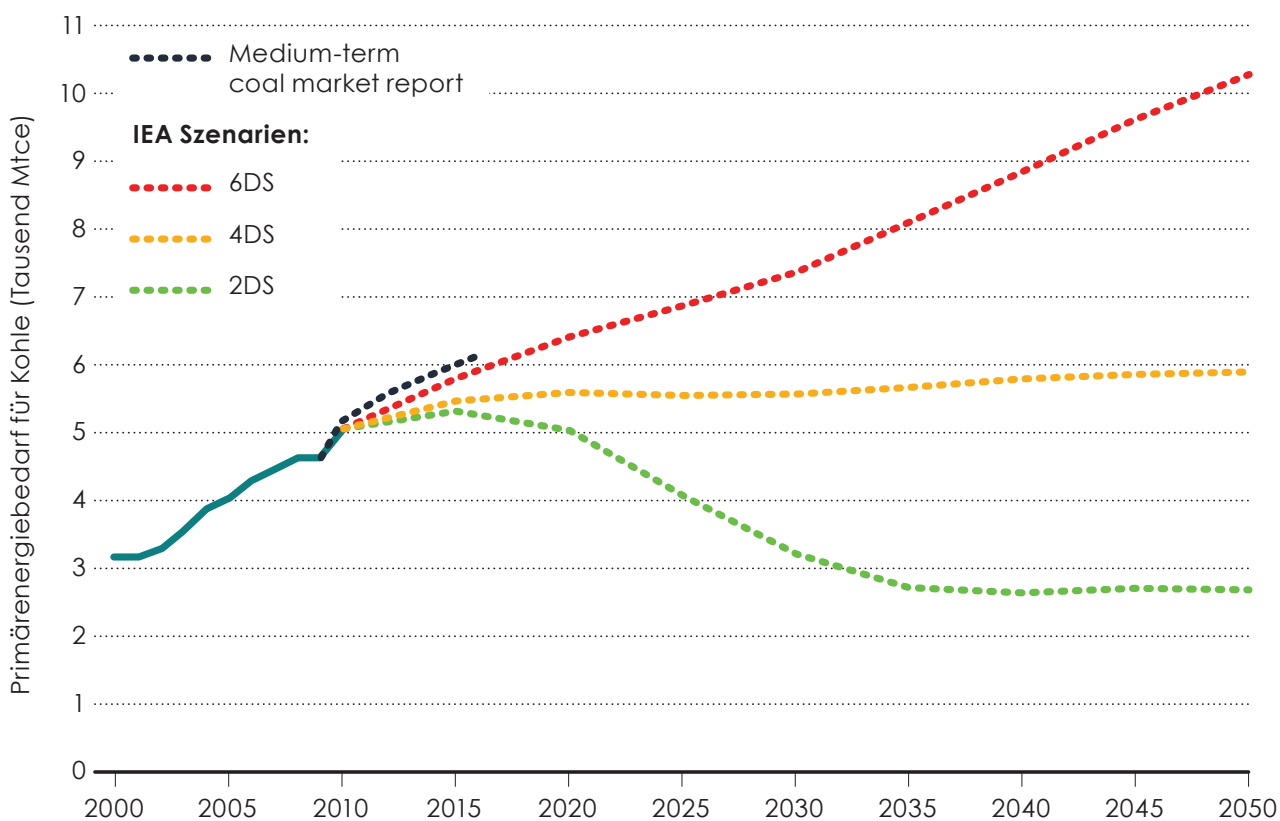


Abbildung 3: Primärenergiebedarf für Kohle laut *Medium-term coal market report* der IEA und IEA-Szenarien 2DS, 4DS und 6DS, vergleichbar mit einer langfristigen Erwärmung um 2, 4 und 6° über vorindustriellen Werten. Quelle: IEA/Gagné, 2012.

Laut einem aktuellen Bericht der Weltbank (World Bank, 2012) könnte zu den Konsequenzen eines Anstiegs der durchschnittlichen Oberflächentemperatur um vier Grad bis 2100 das „Auslösen einer Lawine von verheerenden Veränderungen“ gehören, „wie zum Beispiel extreme Hitzewellen, schwindende globale Lebensmittelvorräte und ein Ansteigen des Meeresspiegels, der hunderte Millionen Menschen betrifft (...). Vier-Grad-Szenarien sind potenziell katastrophal: Überflutung von Küstenstädten; steigende Risiken für die Lebensmittelproduktion, was potenziell zu mehr Unter- und Fehlernährung führt; viele trockene Regionen werden noch trockener, feuchte Regionen noch feuchter; beispiellose Hitzewellen in vielen Regionen, speziell in den Tropen; dramatisch verschärfte Wasserknappheit in vielen Regionen; zunehmende Intensität tropischer Wirbelstürme; und ein unumkehrbarer Verlust an Biodiversität.“⁵

⁵ Pressemitteilung der Weltbank: Neuer Bericht untersucht die Risiken einer um 4 Grad wärmeren Welt bis Ende des Jahrhunderts. 18. November 2012. <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2012/11/18/new-report-examines-risks-of-degree-hotter-world-by-end-of-century>.

4. UM DIE GLOBALE ERWÄRMUNG AUF UNTER ZWEI GRAD CELSIUS ÜBER DEM VORINDUSTRIELLEN ZEITALTER ZU HALTEN, MUSS DIE NUTZUNG VON KOHLE OHNE CCS SOFORT ABSOLUT ZURÜCKGEHEN

Für den Bau neuer Kohlekraftwerke ohne CCS-Technologie – selbst für solche mit hoher Effizienz – gibt es aufgrund ihrer langen Betriebsdauer keinen Spielraum im verbleibenden CO₂-Budget mehr. Aber auch für die Aufrüstung vorhandener Kohlekraftwerke mit hocheffizienten Technologien bleibt nicht viel Raum, weil sie anschließend eine noch längere Betriebszeit haben.

Das Global Energy Assessment (GEA), ein wissenschaftliches Projekt, an dem hunderte Wissenschaftler beteiligt waren, untersuchte mehr als 40 Szenarien für einen Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem, das den globalen Temperaturanstieg auf weniger als zwei Grad über den vorindustriellen Werten begrenzen würde. Alle diese Szenarien stützen die Notwendigkeit, die globale Kapazität von kohlebefeuelten Kraftwerken zu reduzieren, die nicht mit CCS ausgestattet sind. Ohne eine massive Reduktion des Energiebedarfs und eine zeitnahe Abschaltung vorhandener Kohlekraftwerke gibt es überhaupt keinen Spielraum für den Bau hocheffizienter Kohlekraftwerke. Siehe Abbildung 4.

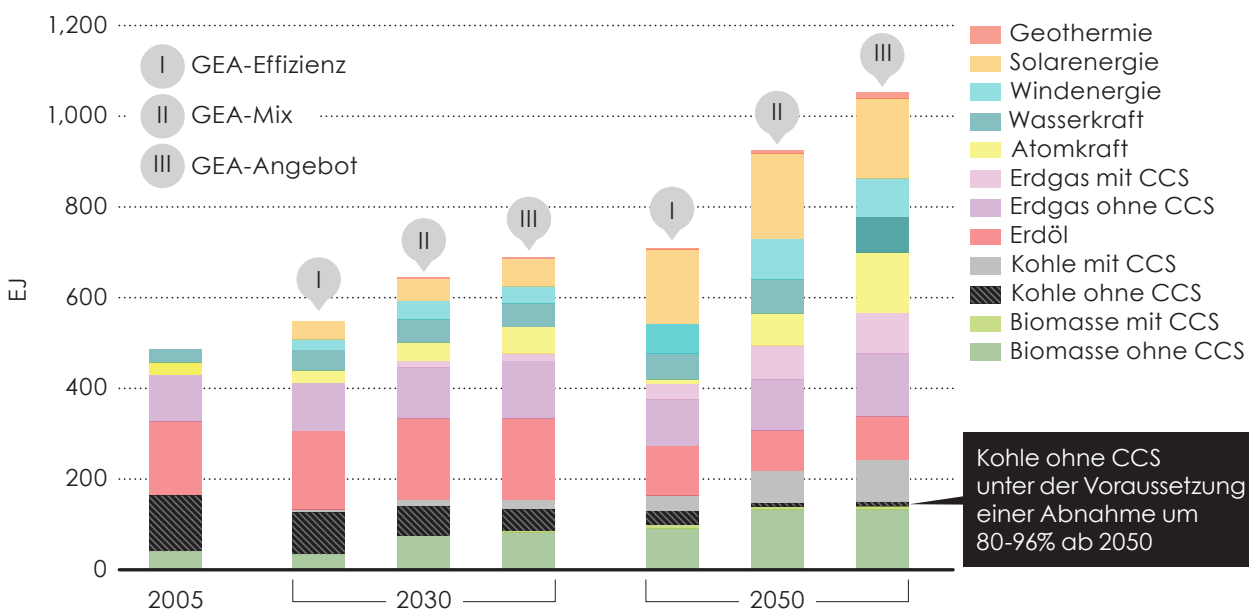


Abbildung 4: Abnehmender Anteil an Kohle ohne CCS im Brennstoffmix unter ausgewählten Szenarien, die zu einem nachhaltigen Energiesystem führen. Ein derartiges Energiesystem beinhaltet die Begrenzung der globalen Erwärmung auf unter 2° im Vergleich zu vorindustriellen Werten, globalen Zugang zu Elektrizität, begrenzte gesundheitliche Beeinträchtigung durch Luftverschmutzung und verbesserte Energiesicherheit. Quelle: Modifiziert nach Riahi und Mitarbeiter, 2012.

Der Bau hocheffizienter Kohlekraftwerke ohne CCS-Technologie ist nur dann vereinbar mit einem Zwei-Grad-Szenario und der damit einhergehenden Notwendigkeit, die Kohlenutzung zügig zu reduzieren, wenn gleichzeitig die vorhandenen kohlebefeuelten Kraftwerke vor dem Ende ihrer wirtschaftlichen Betriebsdauer in großer Zahl abgeschaltet werden. Zum Beispiel würde das „4 für 2 Grad“-Szenario der IEA (IEA, 2013) etwas Raum für neue effiziente⁶ Kohlekraftwerke lassen, weil es von einer Abschaltung der vorhandenen ineffizienten Kohlekraftwerke bis 2020 ausgeht, die dreimal schneller realisiert würde als üblich. Im Wesentlichen basiert dieses Szenario auf der zeitnahen Abschaltung von mehr als zwei subkritischen Kraftwerken für jede gebaute effiziente Anlage⁷. Das erfordert allerdings einen Eingriff in Eigentumsrechte, was uns nicht realistisch erscheint.

Die Aufrüstung vorhandener Kohlekraftwerke zu hocheffizienten Anlagen ohne die Erweiterung um CCS und damit eine Verlängerung ihrer wirtschaftlichen Betriebsdauer um weitere 40 bis 50 Jahre läuft gleichfalls der Notwendigkeit zuwider, die Kapazität von Kohle ohne CCS zu reduzieren.

⁶ „effiziente Anlage“ meint in diesem Szenario „ultrasuperkritische Kraftwerke“.

⁷ Das IEA-Szenario basiert auf dem Bau von etwa 160 GW an neuen ultrasuperkritischen Kohlekraftwerken (IEA/Gagné, 2012) und der Abschaltung oder Verschrottung von 340 GW an subkritischen Kohlekraftwerken (IEA, 2013).

5. ALTERNATIVEN SIND VERFÜGBAR UND BEZAHLBAR

Strom aus erneuerbaren Energiequellen ist in den meisten Teilen der Welt finanziell wettbewerbsfähig geworden. Wenn die externen Kosten von Gesundheits- und Klimaschäden berücksichtigt werden, so ist Strom aus erneuerbaren Quellen billiger als aus fossilen Brennstoffen gewonnener Strom, einschließlich Kohle.

Die Kosten für Strom aus erneuerbaren Energiequellen sind drastisch gesunken. Vielerorts ist er heute im Vergleich zu dem aus fossilen Brennstoffen gewonnenem Strom wettbewerbsfähig (siehe Abbildung 5), und der Trend geht dahin, dass die Kosten für Strom aus fossilen Brennstoffen steigen und die Kosten von erneuerbarem Strom in Zukunft weiter sinken (Frankfurt School UNEP Collaborating Centre und Bloomberg, 2013).

Infolgedessen haben die Investitionen in neue, auf erneuerbaren Energiequellen basierenden Elektrizitätssysteme gewaltig zugenommen: Von der gesamten Stromerzeugungskapazität, die im Jahr 2012 neu ans Netz ging, stammten 42 Prozent aus erneuerbaren Quellen (ohne große Wasserkraftwerke) (Frankfurt School UNEP Collaborating Centre und Bloomberg, 2013). Wenn die externen Kosten infolge des Klimawandels und die gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung eingerechnet werden, so ist Strom aus erneuerbaren Energiequellen fast immer billiger (siehe Abbildung 6).

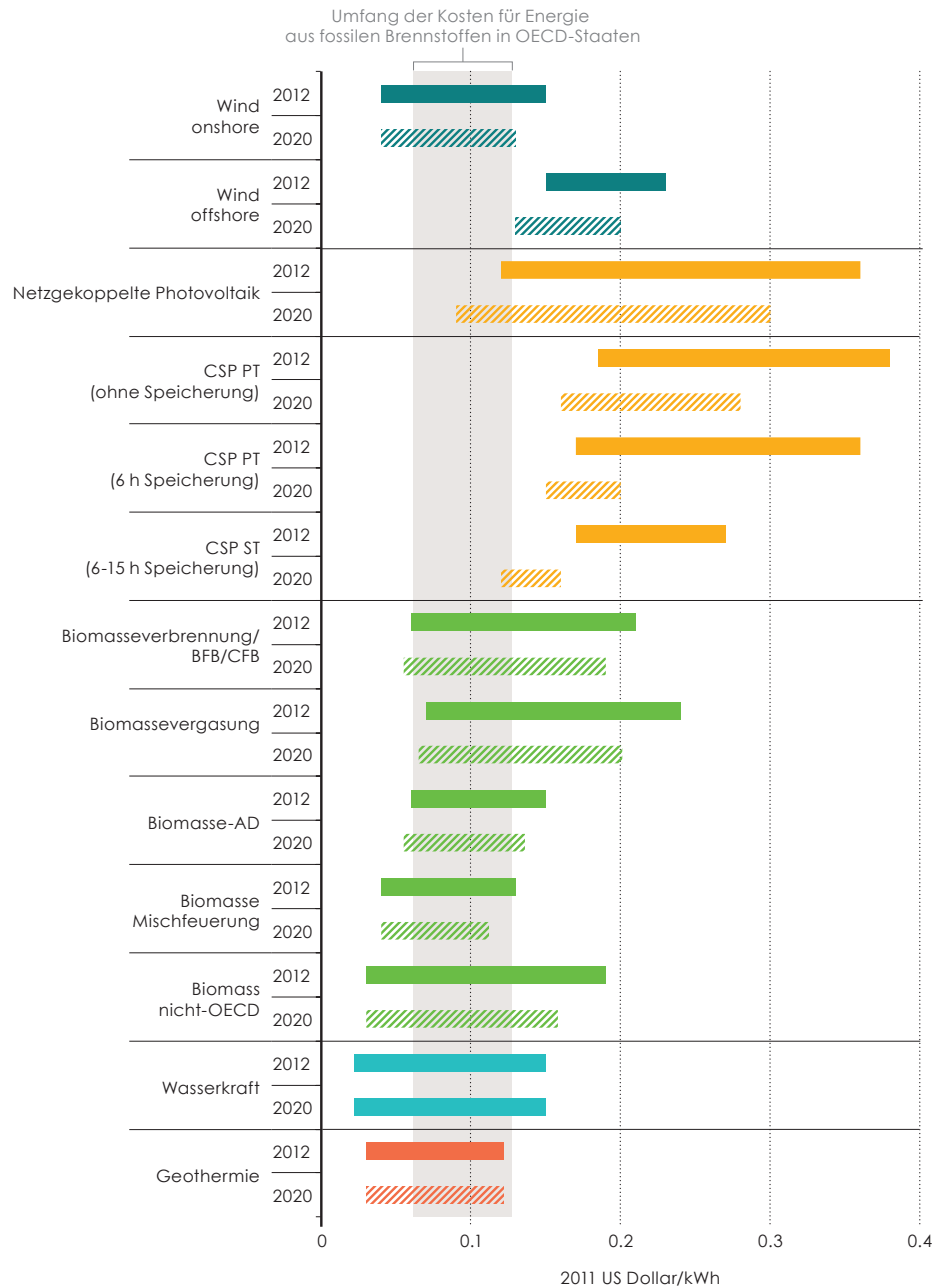


Abbildung 5: Voraussichtliche mittlere Kosten für Erneuerbaren Energiequellen in 2012 und 2020, im Vergleich zu Kosten für Energie aus fossilen Brennstoffen in OECD-Staaten. Quelle: IRENA, 2013.

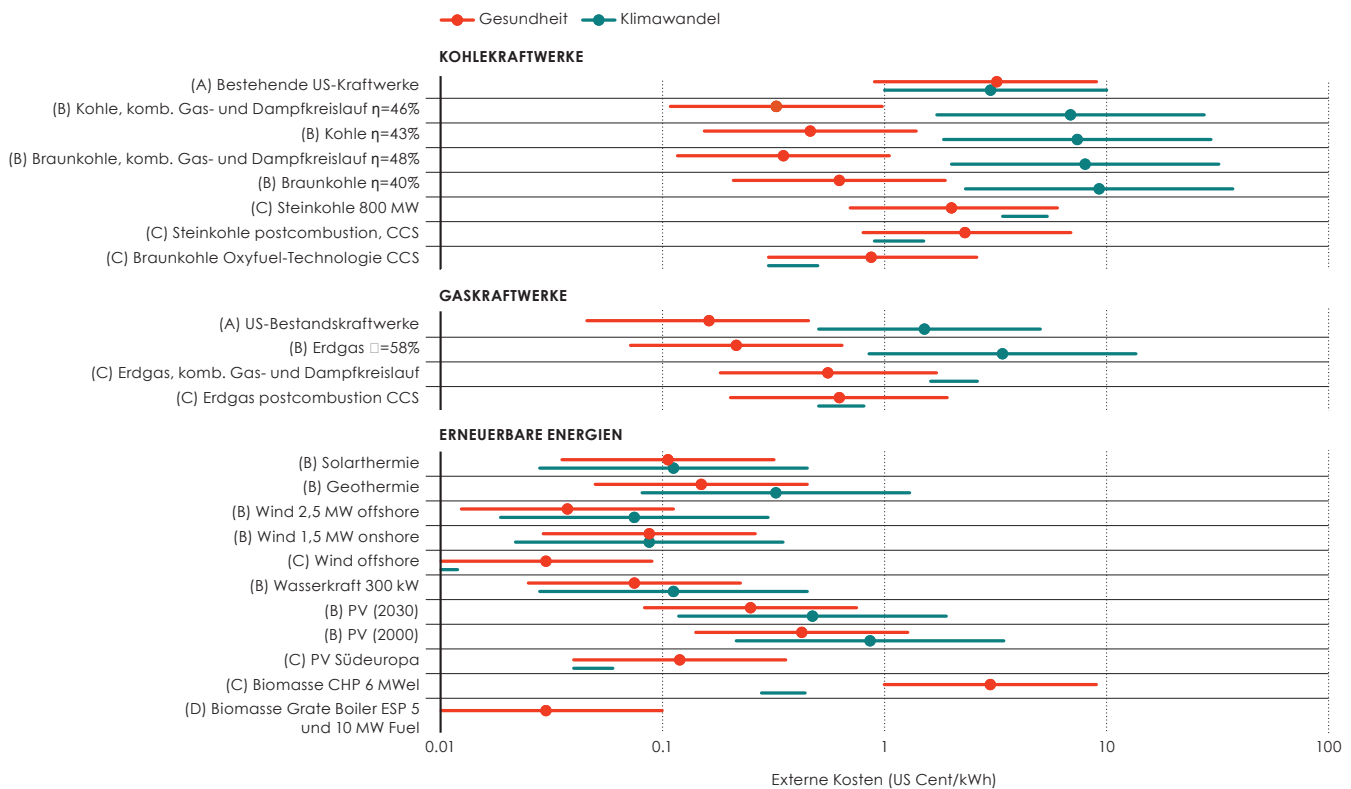


Abbildung 6: Externe Kosten aus Gesundheits- und Klimaschäden für die Stromproduktion aus verschiedenen Energiequellen (logarithmische Skala). Externe Kosten für Kohle ohne CCS liegen typischerweise in einem Bereich von 5-10 US Dollar Cent/kWh. Quelle: IPCC, 2011.

6. EIN ERSTER SCHRITT: ÖFFENTLICHE ENTWICKLUNGSBANKEN FINANZIEREN KEINE KOHLEKRAFTWERKE OHNE CCS MEHR

Eine Reihe bilateraler und multilateraler Finanzinstitute (Weltbank, Europäische Investitionsbank, US Ex-Im Bank) hat unlängst Vorschriften erlassen, gemäß denen die Finanzierung kohlebefeuerter Kraftwerke ohne CCS-Technologie nur noch unter besonderen Umständen zulässig ist. Die Europäische Investitionsbank (EIB) hat Emissions-Standards eingeführt, die die Finanzierung von Kohle ohne CCS de facto ausschließen, und die US-Umweltbehörde EPA hat einen ähnlichen regulatorischen Standard für neue Kraftwerke angekündigt. Im Rahmen seines Maßnahmenplans gegen Luftverschmutzung verbietet China den Bau neuer Kohlekraftwerke in drei Küstenprovinzen und reduziert den Kohleanteil im Energiemix. Diese Maßnahmen sind gute Beispiele dafür, was getan werden muss, um die globale Erwärmung auf zwei Grad zu begrenzen.

Regierungen sowie öffentliche und private Finanzinstitute können helfen, den Übergang zu einer CO₂-armen Wirtschaft zu vollziehen, indem sie ihre Unterstützung für emissionsfreie Technologien deutlich verstärken, während sie gleichzeitig die Kreditvergabe für den weiteren Ausbau der Kohle ohne CCS stoppen. Das muss ausnahmslos für die gesamte der öffentlichen Hand unterstehende Mittelvergabe gelten: für Forschung, Entwicklung und Fördermaßnahmen, für Risikogarantien und Kreditlinien, und nicht zuletzt auch für den *Clean Development Mechanism* (CDM). Wie es der OECD-Generalsekretär formulierte: „Darüber sollte jede Regierung im Hinblick auf die eigene Entwicklung und (für jene Länder, die Geldgeber sind) in Bezug auf Entwicklungshilfe nachdenken.“ (OECD, 2013). Solange es keine verlässlichen und klaren Preissignale für CO₂-Emissionen gibt, die auch langfristig glaubwürdig sind, sind auch Verbote für den Bau von Kohlekraftwerken ohne CCS-Technologie gerechtfertigt, um ein weiteres Lock-in künftiger Emissionen zu verhindern. Damit würde verhindert, dass gewaltige Summen in Anlagen fehlinvestiert werden, von denen wir uns trennen müssen, um die globale Erwärmung auf zwei Grad zu begrenzen.

LITERATURQUELLEN

Carbontracker Initiative (2013): Carbon Tracker 2013: Wasted capital and stranded assets. <http://carbontracker.live.kiln.it/Unburnable-Carbon-2-Web-Version.pdf>

Frankfurt School UNEP Collaborating Centre and Bloomberg (2013): Global Trends in Renewable Energy Investments. <http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2013>

IEA (2012): Medium-Term Coal Market Report 2012 – Market Trends and Projections to 2017, Paris. <http://www.iea.org/w/bookshop/add.aspx?id=436>

IEA/Gagné, Jean-Francois (2012): HELE Coal Technology Roadmap. Presentation by Jean-François Gagné, Energy Technology Policy Division International Energy Agency, at European Coal Days 2012, European Parliament, Brussels 13 November 2012. <http://www.euracoal.org/pages/medien.php?idpage=1164>

IEA (2013): Redrawing the energy-climate map. World Energy Outlook Special Report. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEOSpecialReport2013RedrawingtheEnergyClimateMap.pdf>

IPCC (2011): Special Report on Renewable Energy Sources, Cambridge University Press, Cambridge and New York. http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf

IPCC (2013a): Climate Change 2013 – The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGIAR5-SPM_Approved27Sep2013.pdf

IPCC erratum (2013b): http://www.climate2013.org/images/uploads/WGI_AR5_SPM_errata_20131111.pdf

IRENA (2013): Renewable Energy Generation Costs in 2012: An Overview. <http://www.irena.org/costs>

OECD (2013): The climate challenge: Achieving zero emissions. Lecture by OECD Secretary-General Angel Gurría, London, October 9. <http://www.oecd.org/about/secretary-general/The-climate-challenge-achieving-zero-emissions.htm>

Riahi, K., et al. (2012): Chapter 17 - Energy Pathways for Sustainable Development. In: Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future, (Johansson, T.B., Patwardhan, A., Nakicenovic, N., Gomez-Echeverri, L., eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 1203–1306. http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/Flagship-Projects/Global-Energy-Assessment/GEA_Chapter17_pathways_hires.pdf

Schaeffer, M., Van Vuuren, D. (2012): Evaluation of IEA ETP 2012 emission scenarios. Climate Analytics <http://www.climateanalytics.org/sites/default/files/attachments/publications/Climate-projections%20evaluation%20of%20IEA%20ETP%202012%20emission%20scenarios%20-%20Climate%20Analytics%20Working%20Paper%202012-1%2020120507.pdf>

World Bank (2012): Turn Down the Heat. Why a 4°C Warmer World must be avoided. http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf

Kontakt: Dr. Bert Metz

bert.metz@europeanclimate.org
