

# Schiefergas: eine unkonventionelle Ressource für den Energiemix der Zukunft?

A. Hübner und B. Horsfield, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

## Zusammenfassung

Unkonventionelle fossile Brennstoffe haben grundlegende Änderungen in der Energiepolitik und der Nutzung verschiedener Energieressourcen bewirkt. Schiefergas ist der derzeit am stärksten diskutierte unkonventionelle Energierohstoff. Neue Schätzungen der weltweiten Schiefergas-Ressourcen liegen in der Größenordnung der weltweiten konventionellen Erdgasreserven. Wissenschaftliche und technische Innovationen spielen eine Schlüsselrolle für die zukünftige Schiefergasförderung in Europa. Ob sich die Produktion von Schiefergas in Europa etablieren wird, hängt daneben von der öffentlichen Wahrnehmung und dem Grad der Akzeptanz ab. Aktuelle wissenschaftliche Studien zu den Risiken der Schiefergasproduktion deuten darauf hin, dass aus geowissenschaftlicher bzw. technologischer Sicht die Risiken insgesamt handhabbar erscheinen.

Das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ befasst sich aktiv mit dem Für und Wider der Schiefergasförderung. GASH (Gas Shales in Europe) und GeoEn (Geoenergie) sind die wichtigsten wissenschaftlichen Projekte, um die Bildung von Schiefergas in Raum und Zeit zu untersuchen. E-SOP (European Sustainable Operating Practices) und SHIP (Shale Gas Information Platform) befassen sich mit den möglichen Auswirkungen der Produktion und damit, wie negative Folgen abgeschwächt oder verhindert werden können.

## 1. Einleitung

Trotz aller Anstrengungen zur bevorzugten Nutzung von umweltfreundlichen und erneuerbaren Energien sind fossile Brennstoffe global betrachtet weiterhin die wichtigste Energiequelle. Sie machen derzeit ca. 80 % des globalen Primärenergieverbrauchs aus. Projektionen der zukünftigen Nutzung verschiedener Energiequellen zeigen, dass fossile Brennstoffe auf absehbare Zeit ein dominanter Teil des weltweiten Energiemixes bleiben werden [1, 2].

Eine zunehmend wichtige Rolle spielt dabei Erdgas [1]. Aufgrund der im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen niedrigen Kohlenstoffemissionen bei der Verbrennung und aufgrund seiner flexiblen Verfügbarkeit wird Erdgas gemeinhin als die wichtigste Brücke in eine Zukunft der erneuerbaren Energien betrachtet. Auch die EU sieht Erdgas als wichtige Säule im europäischen Energiemix der kommenden Jahrzehnte [3], wobei unkonventionelles Gas, vor allem Schiefergas, aufgrund der weltweiten Erschließung neuer Ressourcen an Bedeutung gewinnt. Schätzungen der weltweiten Schiefergasmenge wurden vor kurzem auf „25.300 trillion ( $10^{12}$ ) cubic feet risked global gas-in-place“ [4] nach oben korrigiert und sind ähnlich hoch wie derzeitige Abschätzungen der konventionellen Erdgasreserven. Auch in Europa werden große Mengen an Schiefergas vermutet, vor allem in Polen und Frankreich

[4]. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat für Deutschland ein bedeutendes Potenzial an Schiefergas errechnet [5] und betont: „Schiefergas aus heimischen Vorräten könnte dazu beitragen, den auf die Erschöpfung der bekannten Lagerstätten zurückzuführenden Rückgang der Erdgasförderung Deutschlands aufzufangen.“ [6]

Für Europas eigene Schiefergasvorkommen werden wissenschaftliche und technologische Innovationen eine Schlüsselrolle dabei spielen, welche Dimension die künftige Förderung haben wird. Gleichzeitig spielen die öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz eine zunehmend wichtige Rolle für die Schiefergaserschließung. Forschungseinrichtungen weltweit betreiben grundlagenorientierte und angewandte Forschung zu Schiefergas und untersuchen die Bildung und Vorkommen von Schiefergas in Raum und Zeit. Das trägt dazu bei, Exploration und Produktion von Schiefergas effizienter und umweltverträglicher zu gestalten. Verschiedene vom Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ initiierte und koordinierte Projekte sind auf Schiefergas ausgerichtet (s. Kap. 3).

Gleichzeitig übernehmen Forschungseinrichtungen eine zunehmend wichtige Rolle bei der Vermittlung von Forschungsergebnissen bzw. des Standes wissenschaftlicher Diskussionen. Der Grund ist ein starkes Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit (Bürger, Politiker) zu energiebezogenen Themen wie Schiefergas. Die Wissenschaft ist besonders geeignet dabei eine Führungsrolle als „honest broker“ zu übernehmen, da Forschung ergebnisoffen und unabhängig von externen Interessen durchgeführt wird. Das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ betreibt für diese Informationsvermittlung die Shale Gas Information Platform SHIP (<http://www.shale-gas-information-platform.org>), siehe Kap. 4.

## **2. Vorteile und Risiken**

Schiefergas besitzt eine positive Treibhausgasbilanz, wenn Erdgas Kohle und Erdöl als Energierohstoffe ersetzt. Dafür ist es allerdings entscheidend, dass Schiefergas mit den besten verfügbaren Technologien gewonnen wird (wie z.B. jüngst von der U.S. EPA vorgeschrieben für Bohrungen ab 2015 [7]). Diese Technologien sind vorhanden und werden kontinuierlich weiterentwickelt [8], werden jedoch aus Kostengründen nicht überall eingesetzt. Ein weiterer Vorteil für Länder mit Schiefergasvorkommen besteht in einer verbesserten Energieversorgungssicherheit durch die Nutzung einer heimischen Energiequelle. In Ländern, in denen Schiefergas in großen Mengen gefördert wird (USA und Kanada), sind zudem hohe Steuereinnahmen zu verzeichnen und viele neue Arbeitsplätze geschaffen worden [9].

Gleichzeitig wird über die Umweltauswirkungen der Schiefergasförderung diskutiert. Die Meinungen zu Umweltrisiken, wie zum Beispiel die Grundwasserverunreinigung oder die seismische Aktivität, gehen weit auseinander. Die Industrie behauptet, die Risiken seien gering und kontrollierbar, während Umweltgruppen oft das Gegenteil behaupten. Voreingenommene Darstellungen der Risiken können auf beiden Seiten beobachtet werden.

### 2.1 Wissenschaftliche Risikostudien

Mehrere wissenschaftliche Studien und von staatlichen Behörden beauftragte Gutachten werden gerade erstellt [10], andere sind schon veröffentlicht. Der Tenor der schon publizierten Studien ist, dass aus geowissenschaftlicher bzw. technologischer Sicht die Risiken geringer sind als häufig von Schiefergaskritikern dargestellt und insgesamt handhabbar erscheinen.

Die „Risikostudie Fracking“ [11] vom April 2012 beispielsweise stellt fest: „Fracken in unkonventionellen Lagerstätten ist mit einer neuen Dimension von Risiken verbunden [...]. Die Prüfung der Risiken hat gezeigt, dass eine langsame Entwicklung des Frackens in unkonventionellen Lagerstätten in vorsichtigen Schritten möglich sein sollte – es gibt keinen sachlichen Grund für ein grundsätzliches Verbot.“

Auch die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) hat mögliche Auswirkungen auf die Umwelt bewertet und stellt im Juni 2012 anlässlich der Veröffentlichung der Studie „Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland“ [4] fest: „Sofern die gesetzlichen Regelungen eingehalten, die erforderlichen technischen Maßnahmen getroffen und standortbezogene Voruntersuchungen durchgeführt werden, ist aus geowissenschaftlicher Sicht ein umweltverträglicher Einsatz dieser Technologie möglich. Fracking und Trinkwasserschutz sind grundsätzlich vereinbar.“[5]

Die Universität Texas publizierte im Februar 2012 eine umfassende Studie „Fact-Based Regulation for Environmental Protection in Shale Gas Development“ [12] und ging darin auch auf Grundwasserverschmutzung und andere Umwelteinflüsse ein. Die Forscher stellten fest, dass es in den großen Schiefergas-Gewinnungsgebieten in den USA (Barnett, Marcellus und Haynesville shales) keine Anzeichen für Grundwasserverschmutzung durch Hydraulic Fracturing gab. Zugleich wird das Risiko für das Grundwasser durch Unfälle wegen unsachgemäßer Handhabung von z.B. Frac-Fluiden größer eingeschätzt als das untertägige Risiko durch den eigentlichen Prozess des Hydraulic Fracturing:

- no evidence of aquifer contamination from hydraulic fracturing chemicals in the subsurface by fracturing operations
- no leakage from hydraulic fracturing at depth
- Surface spills of fracturing fluids appear to pose greater risks to groundwater sources than from hydraulic fracturing itself.

### **3. Wissenschaft und Technologie**

Bislang hat sich die Erforschung von europäischem Schwarzschiefer auf die „konventionellen“ Speichergesteins-Eigenschaften konzentriert. Viele für Schiefergas relevante Fragen zu Eigenschaften wie der Adsorption, der Porosität, der Durchlässigkeit, der Sprödigkeit usw. blieben offen. Das Interesse an Genehmigungen zur Exploration von Schiefergas in Europa geht somit einher mit der Notwendigkeit von Grundlagenforschung zu Gasschiefern. Ein verbessertes geowissenschaftliches Prozessverständnis kann unter anderem auch zu einer effizienteren Schiefergasförderung beitragen, und das nicht nur in Europa. Verschiedene vom Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ initiierte und koordinierte Projekte sind auf Schiefergas ausgerichtet. Die Forschung zu europäischem Schiefergas hat mit dem Start des Projektes „Gas Shales in Europe“ (GASH) im Jahr 2009 sowie etwas früher im Jahr 2008 mit dem Projekt „GeoEnergie“ (GeoEn) begonnen.

#### 3.1 GASH – Gas Shales in Europe

Das von der Industrie finanzierte Projekt GASH (<http://www.gas-shales.org>) ist die erste interdisziplinäre europäische Forschungsinitiative zu Schiefergas und umfasst Forschungsprojekte sowie die Entwicklung einer Datenbank. Die Forschungspartner des GFZ

sind führende geowissenschaftliche Einrichtungen in ganz Europa. Die beteiligten Unternehmen fungieren nicht nur als Geldgeber. Sowohl die Unternehmen als auch die wissenschaftlichen Partner unterstützen GASH, indem sie den Zugriff auf Proben- und Datenmaterial ermöglichen oder ihre eigenen Analyseeinrichtungen zur Verfügung stellen.

Eines der Hauptprobleme der europäischen Schiefergasexploration ist der Zugriff auf relevantes Datenmaterial in Bezug auf aussichtsreiche stratigraphische Horizonte, die nationale Grenzen überschreiten. Um diesem Problem beizukommen, wird eine GIS-basierte Datenbank entwickelt (European Black Shale Data Base, EBSD). Die Datenbank wird Datenmaterial aus 32 europäischen Ländern enthalten.

Die GASH-Projekte zur Grundlagenforschung an Gasschiefern arbeiten auf verschiedenen Skalen, von Nanometer bis zur Becken-Skala. Der wissenschaftliche Ansatz von analytisch orientierten Teilprojekten erfordert Kernmaterial aus genau definierten Gesteinshorizonten. Da das meiste zugängliche Kernmaterial größtenteils aus Bohrungen stammt, die vor Jahren oder sogar Jahrzehnten abgeteuft wurden, besteht im GASH-Projekt großer Bedarf an jüngerem Probenmaterial, um physikalische und chemische Eigenschaften sinnvoll bestimmen zu können. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2010 im kambro-ordovizischen Alaunschiefer auf der Insel Bornholm (Ostsee) gebohrt. Die nächste Bohrung ist im Posidonienschiefer des Unteren Jura in Norddeutschland geplant. Parallel dazu wird Kernmaterial aus den USA (Barnett und Haynesville Shale) zum Vergleich analysiert.

Die Themen der Teilprojekte im Reservoirmaßstab (von Nanometer bis Meter) umfassen geomechanische, physikalische, chemische und mikrobiologische Aspekte, die jeweils in einem ganzheitlichen Ansatz interpretiert werden. Die Gesamtziele bestehen darin, die vorhandene Gasmenge und die Förderbarkeit zu ermitteln sowie darin, die entsprechenden Einflussgrößen quantitativ zu erfassen. Einige Teilprojekte in GASH konzentrieren sich auf Merkmale auf der Sedimentbeckenskala. Für ausgewählte europäische Sedimentbecken (z.B. das Niedersächsische und das West-Niederländische Becken) wurden Studien zur Beckenmodellierung durchgeführt. Ziel ist es, den zeitlichen Ablauf der Gasbildung in Zusammenhang mit dem Wärmefluß, den Porenbildungsprozessen und den petrophysikalischen Eigenschaften zu ermitteln. Diese Untersuchungen werden von Analog-Studien in Schiefergaslagerstätten in den USA unterstützt.

### 3.2 GeoEn – Geoenergien

Das Projekt GeoEn (<http://www.geoen.de>) wird vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die Forschung konzentriert sich in diesem Projekt unter anderem auf Sedimentologie, Diagenese, Geomechanik, Beckenmodellierung, Gaspotential und die Gasadsorption/-desorption organischer Stoffe aus organik-reichen Karbonschichten im Nordostdeutschen Becken.

Es wird unter anderem der Frage nachgegangen, ob Ostdeutschland über ein signifikantes Schiefergaspotential verfügt und, wenn dies der Fall ist, in welchem Gestein und in welchen Tiefen dieses vorkommt. Drei Teilprojekte in GeoEn versuchen Antworten auf diese Fragen zu finden und konzentrieren sich in einer ersten Phase auf die Bundesländer Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Die Projekte nutzen Gesteinsproben aus tiefen Forschungsbohrungen, die noch zu DDR-Zeiten erbohrt wurden und heute für Forschungszwecke durch das Geologische Landesamt zur Verfügung stehen. In einer späteren Phase des Projekts wurden Gesteinsproben aus Nordrhein-Westfalen in das Forschungsprogramm einbezogen.

### 3.3 Die E-SOP-Initiative (European Sustainable Operating Practices)

Die E-SOP-Initiative ist eine Forschungskoooperation zwischen Wissenschaftlern, Akteuren der Wirtschaft, Regierungsvertretern und anderen Interessengruppen in Europa. E-SOP verfolgt das Ziel, nachhaltige Betriebspraktiken und Sicherheitsstandards im Bereich der unkonventionellen Gasförderung zu entwickeln und diese auch in Demonstrationsvorhaben anzuwenden. Die Initiative wird vom Gas Technology Institute GTI (Des Plaines, Illinois) und dem Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ in Zusammenarbeit mit dem Environmentally Friendly Drilling Program (EFD) Europe geleitet.

E-SOP befasst sich mit den möglichen Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung und -qualität und auf die Luftqualität und bearbeitet Themen wie Lärmbelastung, Abwasser und Feststoffabfall, Treibhausgasemissionen, LKW-Verkehr sowie Flächenverbrauch. Der Bedarf von Bevölkerung und Entscheidungsträgern an umfassenden und transparenten Informationen zu den Vorteilen und Risiken von Schiefergas wird von E-SOP ebenfalls abgedeckt.

## **4. Unvoreingenommene Meinungsbildung**

Obwohl man auf eine langjährige Erfahrung mit den einzelnen bei der Schiefergasförderung angewandten Technologien zurückgreifen kann, ist weitere Forschung und Entwicklung für eine umweltfreundlichere Schiefergasförderung nötig. Diese Notwendigkeit wird auch in wissenschaftlichen Studien sowie Medienberichten zu Umweltfragen hervorgehoben. Dabei geht es um Themen wie induzierte Seismizität, Gasaustritt aus Bohrungen in grundwasserführende Schichten, die mögliche Toxizität der beim Hydraulic Fracturing verwendeten Stoffe und Recycling oder Entsorgung von Flowback aus den Bohrungen. Die Meinungen zu den Umweltrisiken bei der Schiefergasproduktion gehen in der Öffentlichkeit weit auseinander. Erst neuerdings befassen sich auch wissenschaftliche Studien mit den Umweltrisiken (s. Kap. 2).

Mit der Shale Gas Information Platform SHIP (<http://www.shale-gas-information-platform.org>) leistet das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ einen Beitrag zur öffentlichen Diskussion im Zusammenhang mit der Erkundung und Förderung von Schiefergas. SHIP bringt die wissenschaftliche Perspektive in die Diskussion ein, um die Vor- und Nachteile auf Grundlage sachlicher Argumente statt auf Spekulationen zu diskutieren. SHIP bietet neben umfassenden und grundlegenden Informationen ein Diskussionsforum über die ökologischen Herausforderungen und potentiellen Umweltrisiken. Außerdem stellt SHIP die aktuellen wissenschaftlichen Ergebnisse und „best practice“-Ansätze vor und baut dabei auf ein Netzwerk aus internationalen Experten auf.

### **Referenzen:**

[1] IEA, 2011: World Energy Outlook 2011

[2] U.S. EIA, 2011: International Energy Outlook 2011

[3] European Commission, 2011: Energy Roadmap 2050

[4] U.S. EIA, 2011: World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States

[5] BGR, 2012a: Abschätzung des Erdgaspotenzials aus dichten Tongesteinen (Schiefergas) in Deutschland

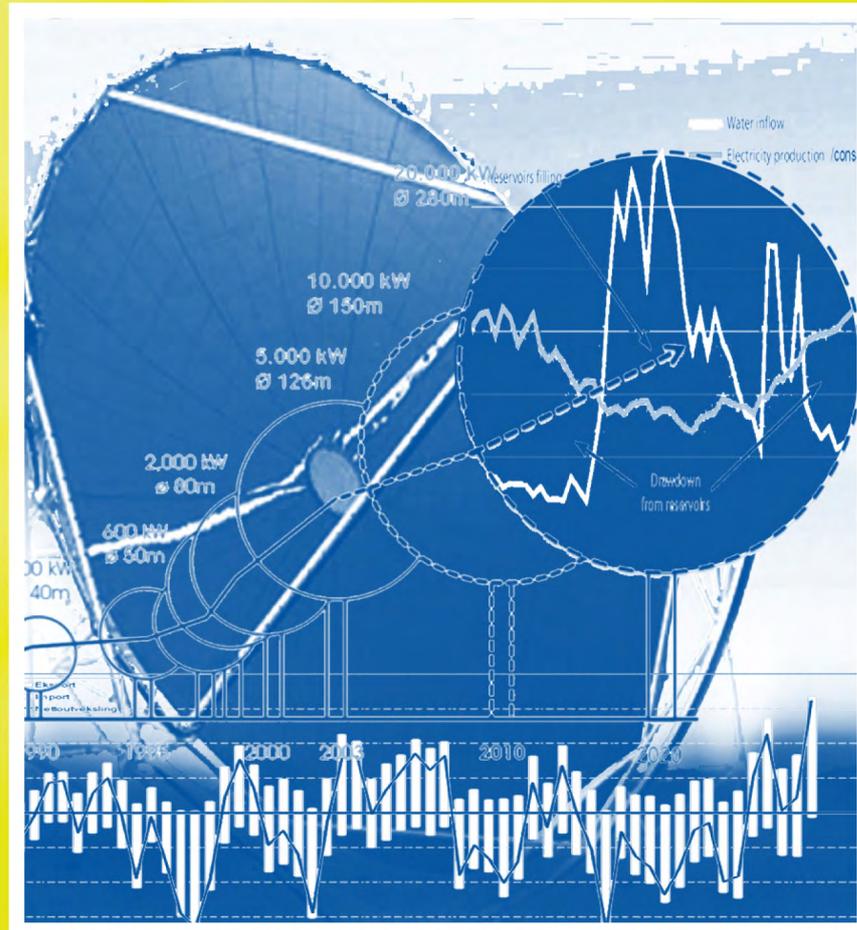
- [6] BGR, 2012b: Neue BGR-Studie zum Schiefergas-Potenzial in Deutschland; Pressemitteilung
- [7] U.S. EPA, 2012: Oil and Natural Gas Sector: New Source Performance Standards and National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants Reviews
- [8] U.S. EPA: Natural Gas STAR Program
- [9] IHS, 2011: The Economic and Employment Contributions of Shale Gas in the United States
- [10] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: „Umweltauswirkungen von Fracking bei der Aufsuchung und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten“; Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: "Gutachten mit Risikostudie zur Exploration und Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten in Nordrhein-Westfalen und deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt insbesondere die öffentliche Trinkwasserversorgung"; U.S. EPA: Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources
- [11] C. Ewen, D. Borchardt, S. Richter und R. Hammerbacher, 2012: Risikostudie Fracking – Sicherheit und Umweltverträglichkeit der Fracking-Technologie für die Erdgasgewinnung aus unkonventionellen Quellen (Übersichtsfassung).
- [12] Groat C.G. und Grimshaw T.W., 2012: Fact-Based Regulation for Environmental Protection in Shale Gas Development

Dr. Andreas Hübner und Prof. Dr. Brian Horsfield  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  
Sektion 4.3, Organische Geochemie  
Telegrafenberg  
D-14473 Potsdam  
Tel.: +49 331 288 2329  
Fax: +49 331 288 1529

## Arbeitskreis Energie

Exzerpt aus Tagungsband des AKE, DPG-Tagung 2012 Berlin

home: [http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE\\_Archiv/DPG2012-AKE\\_Berlin/Links\\_DPG2012.htm](http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/DPG2012-AKE_Berlin/Links_DPG2012.htm)



# Energiewende

## Aspekte, Optionen, Herausforderungen

Vorträge auf der DPG-Frühjahrstagung in Berlin 2012

Herausgegeben von Hardo Bruhns

# Energiewende

Aspekte, Optionen, Herausforderungen

Vorträge auf der DPG-Frühjahrstagung

Arbeitskreis Energie in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Berlin, 26. bis 28. März 2012

Programmgestaltung und Herausgeber: Hardo Bruhns

September 2012

Frühjahrstagung des Arbeitskreises Energie  
in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft  
Berlin, 26. bis 28. März 2012

**Inhaltsverzeichnis**

Einleitung .....	7
Übersicht über die Fachsitzungen .....	8
Abstracts aller Vorträge .....	9
Hauptvorträge:	
<i>Wieviel Kohlenstoff braucht der Mensch?</i> , vorgetragen von H. Pütter .....	24
<i>Virtuelle Großanlagen – ein Ansatz zur systemkompatiblen Integration erneuerbarer Energiequellen in die Energieversorgung</i> , vorgetragen von R. Bitsch .....	36
<i>Hydro Electricity and Storage Capabilities in Norway – can they be useful for Europe?</i> , presented by W. Rondeel .....	49
<i>Die Nutzung der Windenergie und erwartete technologische Entwicklungen der nächsten Jahre</i> , vorgetragen von A. Reuter .....	60
<i>Enhanced Geothermal Systems (EGS) - Potential and Stimulation Treatments</i> , presented by G. Zimmermann .....	67
<i>Schiefergas: eine unkonventionelle Ressource für den Energiemix der Zukunft?</i> , vorgetragen von A. Hübner .....	75
<i>Perspektiven für Solarthermische Kraftwerke im Sonnengürtel</i> , vorgetragen von B. Hoffschmidt .....	81
<i>Windstrom und Wasserstoff – Eine Alternative</i> , vorgetragen von D. Stolten .....	94

<i>Die Kosten und Risiken der Energiewende</i> , vorgetragen von M. Frondel.....	112
<i>Challenge Energy Transition: Managing Volatility and Integrating Renewables into the Energy System</i> , presented by H. Gassner .....	124
<i>Energieszenarien für Deutschland: Stand der Literatur und methodische Auswertung</i> , vorgetragen von J. Hake .....	132
<i>Wie Fukushima die Energiepolitik und Energieforschung in Deutschland und international verändert</i> , vorgetragen von J. Knebel.....	167
<i>Entscheidungszwänge in der Weltenergieversorgung und Klimapolitik bei hoher Unsicherheit</i> , vorgetragen von C. Ch. von Weizsäcker .....	179
<i>Future Mobility in Europe</i> , presented by F. X. Söldner .....	183

Direkter Link zum AKE - Archiv:

<http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/index.htm>

Direkter Link zum AKE - Archiv, Tagung 2012 -Berlin:

[http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE\\_Archiv/DPG2012-AKE\\_Berlin/Links\\_DPG2012.htm](http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/DPG2012-AKE_Berlin/Links_DPG2012.htm)

Der vorliegende Band fasst schriftliche Ausarbeitungen von Hauptvorträgen der DPG-AKE Tagung des Jahres 2012 in Berlin zusammen. Die Präsentationsfolien der Hauptvorträge können auf der Webseite des Arbeitskreises über:

<http://www.dpg-physik.de/dpg/organisation/fachlich/ake.html>

(von dort gelangt man zum Archiv des AKE) eingesehen werden. Allen Autoren, die zu diesem Sammelband beigetragen haben, sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt.

Düsseldorf, im September 2012

Hardo Bruhns