

# IASS FACT SHEET 1/2015

Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS)

Potsdam, Juni 2015

# Schiefergas und Fracking in Europa

**Lorenzo Cremonese, Michele Ferrari, Marianne P. Flynn, Alexander Gusev**

Die positiven und negativen Erfahrungen mit Schiefergasförderung in den USA in den vergangenen 10 bis 15 Jahren lenken die Aufmerksamkeit auf diesen fossilen Energieträger, der global an Bedeutung gewinnen könnte. In Europa existieren in mehreren Ländern, darunter Frankreich, Deutschland, Polen, Rumänien und Großbritannien, große Lagerstätten, allerdings ist noch unbekannt, wie viel des Gases förderbar ist. Schiefergas könnte den EU-Staaten Vorteile bringen, es gibt aber auch berechtigte Bedenken und Umweltrisiken. Diese sollten hinreichend berücksichtigt und analysiert werden, und zwar im Kontext übergeordneter politischer Ziele, insbesondere der Abmilderung des Klimawandels und eines breiten Zugangs für alle Menschen zu erneuerbaren Energien.



Quelle: iStock/Robert Ingelhart

Schiefergas-Bohrturm in den Vereinigten Staaten

### Was ist Schiefergas?

Schiefergas ist in Tonsteinen eingeschlossenes Methan. In der Regel findet es sich in unterirdischen Schichten, die eine Mächtigkeit von teilweise Dutzenden Metern aufweisen und in einer Tiefe von maximal 6 bis 7 Kilometern auftreten. Weltweit gibt es erhebliche technisch förderbare Schiefergasreserven, die schätzungsweise bei ~200 Billionen Kubikmeter (tcm) liegen und von denen sich ~16 tcm in Europa befinden.<sup>1</sup> Diese Zahlen sind jedoch nicht gesichert.

Die chemische Zusammensetzung von Schiefergas ist identisch mit ‚konventionellem‘ Erdgas, das seit dem 19. Jahrhundert gefördert wird. Aber es lagert nicht in ‚konventionellem‘ permeablen Sandstein, sondern in sehr feinkörnigem impermeablen Gestein, wo es in Poren eingeschlossen oder in organischen Resten adsorbiert ist. Das heißt, Schiefergas kann sich nicht auf natürliche Weise im Gestein bewegen und an die Oberfläche steigen. Daher werden andere Extraktionstechniken angewendet wie das Hydraulic Fracturing (‚Fracking‘).<sup>2</sup> Wegen dieser Eigenschaft wird Schiefergas als ‚unkonventionelles‘ Gas bezeichnet.

### Was ist Fracking?

Hydraulic Fracturing (oder ‚Stimulation‘) ist eine Technik, die Wochen vor der Förderung an unterschiedlichen Standorten entlang der Bohrung gemacht wird. Sie ist auf die spezifischen Eigenschaften des Gesteins (z. B. die Mächtigkeit) zugeschnitten; sie wird mit Horizontalbohrungen<sup>3</sup> eingesetzt, um dem geologischen Horizont besser folgen zu können. Nach Aufschlussbohrung und Erschließungsphase werden unter hohem Druck große Mengen an Frac-Fluid in das Bohrloch gepresst, um im Gestein Risse zu erzeugen oder zu vergrößern. Das Gas kann entweichen und gelangt mit dem Wasser in das Bohrloch. Nach der anfänglichen hydraulischen Stimulation kann es Jahrzehnte fließen, doch die Fördermenge sinkt dabei jäh ab (normal werden in den ersten drei Jahren 60 bis 80% der Gesamtproduktion gefördert).

Das Frac-Fluid besteht hauptsächlich aus Wasser mit Sand (2 bis 3%) und einem Chemikalienmix (1%). Der Sand dient als Stützmittel, um die Risse offen zu halten, während die Chemikalien unterschiedliche Aufgaben haben. Zum Beispiel verhindern sie das Wachstum von Mikroorganismen und die Korrosion des Bohrgeräts und verbessern die Löslichkeit des Gases.

Seit Beginn der 2000er-Jahre hat die Kombination von Horizontalbohrungen und Fracking in den USA zu einem rapiden Anstieg der Erdgas- und Erdölförderung aus Schiefergestein geführt – mit erheblichen Folgen für die Energieversorgung. Dadurch wurden auch in anderen Ländern Diskussionen über Schiefergas ausgelöst, an denen sich Regierungen, die Öl- und Gasindustrie, Medien und zunehmend die breite Öffentlichkeit beteiligen.

### Eine riskante Technik

Die Hauptrisiken und größten Bedenken bei der Schiefergasförderung sind: Wasserverschmutzung, induzierte Seismizität (Erdbebengefahr) und Methanemissionen. Einige dieser Umweltrisiken entstehen auch bei konventioneller Öl- und Gasförderung und/oder geothermischen Bohrungen.

#### *Hoher Wasserverbrauch*

Ähnlich wie bei der Förderung anderer fossiler Brennstoffe werden bei der Schiefergasproduktion immense Mengen Wasser verbraucht: Für eine einzige Bohrung werden zwischen 11 und 30 Millionen Liter benötigt. Bei der Schiefergasgewinnung muss das Wasser zu jedem einzelnen Bohrloch gebracht werden, was zu einer hohen Verkehrsbelastung durch Tanklaster führt.

Zwischen 30 und 70% des Frac-Fluids, das in das Gestein gepumpt wird, kehren während der Förderphase an die Oberfläche zurück (‚Flowback-Wasser‘) und können unter Umständen für weitere Fracking-Operationen wiederverwendet werden. Innovative Techniken sind in Entwicklung, die den hohen Wasserbedarf vermindern oder gar null bringen sollen, zum Beispiel Fracturing mittels Gas oder Luft, was in wasserarmen Regionen hilfreich wäre.

#### *Verschmutzung der Wasservorkommen*

Die Verschmutzung des Grund- und Oberflächenwassers ist eine Hauptsorge der betroffenen Kommunen. Diese Risiken entstehen durch die Chemikalien im Frac-Fluid (Biozide, Säuren, Reibungsminderer usw.), durch das Methan selbst und andere natürliche Schadstoffe, die aus dem Schiefergestein stammen und mit dem Flowback-Wasser an die Oberfläche gespült werden (z. B. Radionuklide). Manche Konzerne behaupten, sie könnten die zugesetzten Chemikalien durch umweltfreundliche Substanzen ersetzen. Es gibt mehrere potenzielle Kontaminationswege, die zur Verschmutzung des Grund- und Oberflächenwassers führen:

### ■ **Direkte Kontamination durch Rissausbreitung:**

Wissenschaftler halten es zwar für wenig wahrscheinlich, dass Flüssigkeit durch Risse wandert und in Grundwasserleiter gelangt. Dennoch sind eine gründliche geologische Untersuchung und Richtlinien zum Abstand zwischen dem Förderhorizont und dem Grundwasser dringend erforderlich, um dieses Risiko auszuschließen.

### ■ **Leckagen aus beschädigten Bohrlochummantelungen:**

Die Ummantelung besteht aus mehreren konzentrischen Stahlrohren, die in den Boden zementiert sind, um eine Barriere zwischen dem Gestein und dem Bohrloch zu schaffen. Die korrekte Konstruktion, Ausführung und Wartung dieser geometrischen Konstruktion sind unverzichtbar, wenn man Leckagen vermeiden will.

■ **Austritte an der Oberfläche:** Diese werden häufig übersehen und stellen das Hauptkontaminationsrisiko dar. Bei Fracking-Vorgängen und für den Transport sowie für die Lagerung von Wasser werden Tanklaster eingesetzt, dabei kann jederzeit verschmutztes Wasser austreten, im Boden versickern, in nahe gelegene Gewässer gelangen und den Boden kontaminieren.

### *Wasseraufbereitung und -entsorgung*

Für die gewaltigen Flowback-Mengen werden effiziente Aufbereitungslösungen benötigt, um den Bedarf an Süßwasser und Deponien zu reduzieren. Unter den verfügbaren Lösungen werden vorrangig die Filtration und die Umkehrosmose eingesetzt. Gelegentlich funktioniert die Reinigung so gut, dass das Wasser in lokale Flüsse und Bäche geleitet werden kann, was allerdings mit entsprechend höheren Kosten verbunden ist. In Gebieten der USA, in denen keine strengen Wasseraufbereitungsvorschriften gelten, wird das Flowback-Wasser häufig teilweise aufbereitet und dann in Bohrlöchern in einer Tiefe von etwa 4 bis 5 Kilometern deponiert.

### *Induzierte Seismizität/Erdbebenrisiko*

Das Aufbrechen des Gesteins erzeugt kleine seismische Ereignisse von sehr geringer Bebenstärke (Mikroseismizität), die von Menschen in der Regel nicht wahrgenommen werden. Allerdings kann in Gebieten, in denen es schon vorher zu Erdbeben gekommen ist und/oder in denen spezifische geologische Bedingungen herrschen, das verpresste Frac-Fluid Verschiebungen an vorhandenen Bruchfugen begünstigen und größere Beben auslösen. Eine Untersuchung

von Spannungszuständen und geologischen Strukturen sowie ein Verbot von Fracking in bestimmten Gebieten würden dieses Risiko erheblich vermindern. Induzierte seismische Ereignisse gehen mit dem Kohlebergbau, der Förderung von Erdöl und Erdgas sowie geothermischer Stromerzeugung einher. Das Ampelsystem zur Risikominimierung, das ursprünglich für die Geothermie entwickelt wurde, wird auch für Schiefergas vorgeschlagen. Zum Warnsystem gehört die Echtzeitüberwachung: Sobald ein Gelb- oder Rotereignis entdeckt wird, ist der Betrieb einzustellen. Einige der seismischen Ereignisse in den USA wurden durch Verpressung von Flowback-Wasser in Bohrlöcher ausgelöst und nicht durch Fracking.

### *Gasemissionen*

Methan, der Hauptbestandteil von Schiefergas, ist ein hochwirksames Treibhausgas, das trotz relativ kurzer Lebensdauer zur globalen Erwärmung sehr viel mehr beiträgt als CO<sub>2</sub> (in einem Zeitraum von 20 Jahren 84-mal so viel). Methan entweicht an jedem Punkt der Erdgasversorgungskette und kann ernsthafte Auswirkungen auf die Umwelt haben. Diese ‚flüchtigen Emissionen‘ stellen bei der konventionellen und unkonventionellen Gasgewinnung ein Problem dar, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Bei Schiefergas schätzt man die Verluste auf 1 bis 8% der Gesamtfördermenge.<sup>4</sup> Dieses Problem wurde bisher noch nicht gründlich untersucht, aber die Wissenslücke schließt sich allmählich durch die Kooperation zwischen Industrie, Wissenschaftlern und Regierungen. Überdies zeigen neuere Studien, dass zudem eine Freisetzung von flüchtigen organischen Verbindungen wie Ozon und Benzol möglich ist, die häufig in Erdgas vorkommen und für Menschen ein ernsthaftes Gesundheitsrisiko darstellen.

### *Weitere Bedenken*

Die verglichen mit den USA höhere Bevölkerungsdichte in Europa wird als größeres Hindernis für die Schiefergasentwicklung gesehen. Es ist unbestritten, dass eine größere Zahl von Bohrungen erfolgen muss, um die Schiefergasförderung konstant zu halten, damit steigt der Landverbrauch, und die Belastungen für die Kommunen nehmen zu. Dennoch sinkt die Zahl der Bohrtürme aufgrund technischer Innovationen bei Horizontalbohrungen und Bohrtischen mit mehreren Bohrlöchern auf ein Niveau, das konventioneller Gasförderung näher kommt.

### Welche Rolle könnte Schiefergas im zukünftigen Energiesystem spielen?

#### *Kohlendioxidemissionen und Klimapolitik*

Die Verbrennung von Erdgas erzeugt CO<sub>2</sub>-Emissionen, die zur globalen Erwärmung beitragen. Aufgrund seiner chemischen Struktur produziert Methan weniger CO<sub>2</sub> pro Energieeinheit als andere fossile Brennstoffe. Und anders als bei Letzteren entstehen bei der Verbrennung keine schädlichen Nebenprodukte wie NO<sub>x</sub> (Stickoxide) und SO<sub>x</sub> (Schwefeloxide). Aus diesen Gründen sehen manche Erdgas – und unkonventionelle Reserven wie Schiefergas – als Möglichkeit, Kohle zu ersetzen und somit die Gesamtemissionen zu senken. In diesen Szenarien würde Gas eine Brückenfunktion auf dem Weg zu kohlenstoffarmen Energieträgern übernehmen.

Andererseits besteht die Sorge, eine zunehmende Versorgung des Energiesystems mit billigem Gas würde die Weiterentwicklung der erneuerbaren Energien bremsen, weil Gas Subventionen auf sich zieht und/oder die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien beeinträchtigt. Wie oben gezeigt, könnten flüchtige Methanemissionen im Lebenszyklus der Erdgasförderung den Gewinn für das Klima, der sich durch Verbrennung von Gas anstelle von Kohle ergibt, zunichte machen. Neuere Studien bestätigen, dass dies der Fall sein dürfte, wenn das entweichende Methan einen Anteil von 2 bis 3% der Gesamtfördermenge übersteigt.<sup>5</sup>

#### *Sicherheit und Diversifizierung der Energieversorgung*

In Europa wird die Schiefergasförderung häufig als Möglichkeit dargestellt, die Energieversorgung zu diversifizieren und die Exportabhängigkeit zu verringern. Die heimische Förderung sinkt, und man erwartet, dass die Abhängigkeit von ausländischem Gas, vor allem aus Russland, in den kommenden Jahren auf über 70% steigen wird. Deutschland importiert bereits 90% des dort verbrauchten Erdgases. Die Krise in Osteuropa könnte erhebliche Auswirkungen auf die Energiesicherheit haben. Die Rolle der Schiefergasproduktion ist in diesem Zusammenhang von den Fördermengen abhängig, welche zwar in Europa noch nicht abzusehen sind, aber sie könnte eine Möglichkeit sein, wenigstens das derzeitige Niveau inländischer Gasproduktion zu halten. Laufende Untersuchungen zeigen, dass Europa sich nicht einmal dann selbst versorgen könnte, würde es seine gesamten verfügbaren Schiefergaslagerstätten ausbeuten.

#### *Wirtschaftliche Auswirkungen*

Die potenziellen wirtschaftlichen Vorteile der Schiefergasausbeutung, von neuen Arbeitsplätzen bis zu steigenden Einnahmen für die betroffenen Kommunen, werden noch diskutiert. Eine wichtige Folge war in den USA ein deutlicher Rückgang des Gaspreises (im Zeitraum von 2008 bis 2014 um 60%), wovon insbesondere energieintensive Branchen profitierten. Dauerhaft niedrige Gaspreise haben jedoch die Wirtschaftlichkeit der meisten Schiefergasprojekte negativ beeinflusst, vor allem dort, wo die Fördermenge nicht den Erwartungen entsprach. Für die Betreiber entstanden finanzielle Lasten, sie führten weitere Bohraktivitäten durch, um ihre Kredite zu bezahlen, trotz höchst unsicherer Rendite. Kurzfristig bleibt dadurch das Produktionsniveau hoch, aber die Tendenz dürfte sich künftig umkehren. Welche Rolle die Förderung von Schiefergas in den vergangenen zehn Jahren für die US-amerikanische Wirtschaftsleistung gespielt hat, ist schwer zu ermitteln. Aus dieser Erfahrung gewonnene Lektionen sind nur begrenzt auf Europa übertragbar, da die Bedingungen beider Regionen zu unterschiedlich sind. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass Europa einen Schiefergas-, Boom' wie die USA erleben wird.

Überdies ist die Ökonomie des Schiefergases – auf globaler Ebene – mit anderen Märkten für fossile Brennstoffe verknüpft, was Folgen für die Energie- und Klimapolitik hat. So hat die Verfügbarkeit von billigem Gas in den USA zur teilweisen Verdrängung von Kohle aus dem Strommix geführt. Die nicht verbrauchte Kohle wird in andere Regionen exportiert – vor allem nach Europa –, was den Kohlepreis auf dem Weltmarkt drückt. Die Konsequenz ist, dass die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den USA durch den Wechsel von der Kohle zu Gas bis zu einem wohl erheblichen Grad durch ‚exportierte‘ Emissionen aufgehoben wird. Das wirft Fragen hinsichtlich der internationalen Koordination von Klimapolitik auf.<sup>6</sup>

Schließlich haben die Schiefergasprojekte in den USA Folgen für die Erdölmärkte (und umgekehrt). Der Schiefergas-, Boom' trägt weltweit zum Sinken der Preise für fossile Brennstoffe bei, ein Trend, der Strategien zur Eindämmung der globalen Erwärmung behindern kann (z.B. weil er die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien beeinträchtigt). In Europa hat der weltweite Einbruch der Ölpreise zu einer Senkung der EU-Preise für Flüssigerdgas geführt, die nach wie vor an den Ölpreis gekoppelt sind; das Gleiche

che gilt für das Gas, das über Pipelines in europäische Länder gelangt. Dennoch können hier Gaskraftwerke bei der Stromerzeugung noch nicht mit Kohlekraftwerken konkurrieren. Gleichzeitig werfen die gesunkenen Preise auf dem europäischen Spotmarkt die Frage auf, ob sich Schiefergasprojekte künftig rechnen werden, denn der Kostendeckungspreis für Schiefergas läge höher als heutige Gaspreise. Somit hängt die künftige Wettbewerbsfähigkeit von EU-Schiefergasprojekten weitgehend von den Spotpreisen in der Region ab und diese wiederum von der internationalen Öl- und Gasmarktdynamik.<sup>7</sup>

### Wie ist der aktuelle Stand der Schiefergasentwicklung in Europa?

Nach gegenwärtigem geologischen Kenntnisstand gibt es über ganz Europa verteilt Schiefergaslagerstätten, wobei sich Schätzungen zufolge das in Lagerstätten vorhandene Gas (Gas in Place, GIP) für England auf 37,6 tcm, für Deutschland auf 13 tcm, für Spanien auf 2 tcm und für Polen auf annähernd 5 tcm beläuft. Technisch förderbar sind in der Regel zwischen 10 und 20% des GIP. Größere Lagerstätten gibt es auch in Frankreich, der Ukraine, Bulgarien und Rumänien, obgleich dort noch keine nationalen Untersuchungen durchgeführt wurden, die das Potenzial bestätigen. In einigen Schieferlagerstätten ist auch Öl vorhanden und förderbar („Schieferöl“).

■ **Polen:** Bisher ist Polen das einzige europäische Land, in dem die Exploration aktiv vorangetrieben wurde. In den vergangenen fünf Jahren wurden rund 60 Erkundungsbohrungen durchgeführt, wobei nur neueste Bohrungen Erfolge versprechen. Die polnische Regierung hat zwar angekündigt, dass die kommerzielle Förderung bald beginnen soll, realistisch betrachtet ist aber ein längerer Zeitrahmen anzusetzen.

■ **Großbritannien:** Die Ausbeutung von Schiefergas wird von der aktuellen Regierung massiv gefördert, an den gesetzlichen Rahmenbedingungen wird derzeit gearbeitet. Die Ergebnisse einer 2014 durchgeführten 14. Vergaberunde für Bohrlizenzen sollen Ende 2015 bekannt gegeben werden. Neben teilweiser Zustimmung in der Öffentlichkeit existiert ein aktiver Widerstand durch Umweltorganisationen, und die Oppositionsparteien fordern bessere Umweltschutzmaßnahmen.

■ **Deutschland:** Derzeit gibt es noch keine Vorschriften, die sich explizit mit dem Fracking von Schiefergas befassen, generelle Lizenzen werden nicht erteilt. In Niedersachsen wurde 2008/2009 eine Erkundungsbohrung durch Shell unternommen und gefrackt. Der öffentliche Widerstand gegen Fracking ist massiv und beruft sich auf Umweltschäden, die in den USA aufgetreten sind. Die Bundesregierung hat einen Gesetzentwurf eingebracht, der Rahmenbedingungen für Schiefergas-Fracking festlegt, der das parlamentarische Verfahren durchläuft und voraussichtlich im Spätsommer 2015 verabschiedet werden soll. Nach jetzigem Stand würde das Gesetz Fracking für Pilotversuche zulassen, die darauf abzielen, Umweltauswirkungen einzuschätzen. Strenge Auflagen (etwa zum Frac-Fluid oder zu den infrage kommenden Gebieten) müssten beachtet werden, der kommerzielle Einsatz von Fracking zur Förderung von Schiefergas bliebe vorläufig zumindest bis 2018 verboten, bis Ergebnisse der Pilotversuche ausgewertet wären. Zu einigen Punkten hat sich jedoch Kritik geregt, möglicherweise werden durch den Bundestag noch Änderungen eingebracht.

Das nächste Land, wo Fracking infrage kommt, könnte **Rumänien** sein, wo Ende 2013 Erkundungsbohrungen genehmigt wurden. **Frankreich** und **Bulgarien** haben ein Moratorium für Schiefergas-Explo-

<sup>1</sup> Zum Vergleich, der weltweite Gasverbrauch liegt derzeit bei 3,4 tcm/Jahr (davon 0,45 tcm in Europa) und soll laut Prognosen bis 2040 auf 5,4 tcm steigen.

<sup>2</sup> Genauer: Fracking wird manchmal in „konventionellen“ Brunnen eingesetzt (z. B. bei Tight Gas), dabei werden geringere Wassermengen verbraucht als für Schiefergasextraktion.

<sup>3</sup> Weil Schiefergas oft in horizontalen Schichten lagert, ermöglicht diese Technik eine weitreichendere Ausbeutung als bei rein vertikalen Brunnen.

<sup>4</sup> Howarth u. a., *A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas*, in: *Energy Science and Engineering*, 2(2): S. 47–60, 2014.

<sup>5</sup> Siehe World Resources Institute, *Clearing the Air: Reducing Upstream Greenhouse Gas Emissions from U.S. Natural Gas Systems*, Working Paper, März 2013.

<sup>6</sup> Broderick, J., Anderson, K., *Has US Shale Gas Reduced CO<sub>2</sub> Emissions?*, Tyndall Centre for Climate Change Research, Oktober 2012.

<sup>7</sup> Europäische Kommission, Gemeinsame Forschungsstelle, *Unconventional Gas: Potential Energy Market Impacts in the European Union*, 2012.

ration verhängt, das mit Umweltrisiken begründet wird, während in **Spanien** die politische Debatte noch ganz am Anfang steht. In der **Ukraine** wurden wegen der Krise mit Russland die Pläne zur Schiefergasentwicklung auf Eis gelegt.

Die Ausbeutung von Schiefergas in den Vereinigten Staaten wurde häufig kritisiert, weil dort geeignete

Verfahren und Vorschriften fehlen. Es ist damit zu rechnen, dass Rechtsvorschriften und ihre Durchsetzung in europäischen Ländern sehr viel strenger ausfallen und sämtliche Risiken gründlich untersucht werden, bevor überhaupt Probebohrungen stattfinden. Im Januar 2014 empfahl die Europäische Kommission Mindestgrundsätze, um Klima- und Umweltschutzmaßnahmen zu garantieren.

### SUMMARY

■ In den letzten zehn Jahren wurde in Nordamerika Fracking eingesetzt, um Schiefergas kommerziell auszu-beuten. Während Befürworter der Technik mögliche Vorteile im Hinblick auf Energiesicherheit, Preise, Beschäftigung und Einnahmen hervor-heben, verweisen Kritiker auf negati-ve Erfahrungen und Umweltrisiken.

■ Fracking wird mit einer Reihe von Umweltgefahren verbunden: Verschmutzung des Grundwassers, Risiken bei der Aufbereitung/Ent-sorgung von Flowback-Wasser und induzierte Seismizität. Geeignete rechtliche Rahmenbedingungen können beitragen, diese Risiken abzuschwächen.

■ Hohe Methanemissionen über den gesamten Lebenszyklus der Förde-rung können den Gewinn, den die Verbrennung von Methan im Ver-gleich zu Kohle für das Klima bringt, zunichtemachen.

■ In Europa finden Schiefergas-Erkundungsbohrungen zurzeit nur in Polen statt, obwohl auch die künftige Wirtschaftlichkeit noch nicht erwiesen ist. In Deutschland berät der Bundestag über einen Gesetz-entwurf, der Fracking regeln und voraussichtlich im im Spät-sommer 2015 verabschiedet werden soll.

#### Ansprechpartner:

Lorenzo Cremonese (wissen-schaftlicher Mitarbeiter):  
lorenzo.cremonese@iass-potsdam.de  
Marianne P. Flynn (Research Fellow):  
marianne.flynn@iass-potsdam.de

#### Redaktion/Übersetzung:

Corina Weber/Sonja Schuhmacher

#### Adresse:

Berliner Straße 130  
14467 Potsdam  
Deutschland  
Telefon: 0049 331-28822-340  
E-Mail: media@iass-potsdam.de  
www.iass-potsdam.de  
10.2312/iass.2015.016

