Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung

Nr. 36/2010
77. Jahrgang
8. September 2010

DIW BERLIN

Wirtschaft Politik Wissenschaft www.diw.de

Wochenbericht

Hohe Unsicherheiten bei der CO_2-Abscheidung: Eine Energiebrücke ins Nichts? Seite 2

Die Vermeidung von CO_2-Emissionen durch Abscheidung und Speicherung wird weltweit ein wichtiges Verfahren werden. Dafür werden aber Anlagen benötigt, die in großtechnischem Rahmen arbeiten. Deutschland und Europa werden hier kaum eine Führungsrolle übernehmen, da die Widerstände groß sind.

Von Johannes Herold und Christian von Hirschhausen

„CCTS: CO_2-Abscheide-, Transport-, und Speichertechnologie hat energiepolitisch keine Zukunft“ Seite 8

Acht Fragen an Fragen an Christian von Hirschhausen

Die notwendige Versöhnung von Familie und Beruf Seite 12

Kommentar von Klaus F. Zimmermann

Hohe Unsicherheiten bei der CO_2-Abscheidung: Eine Energiebrücke ins Nichts?

Johannes Herold
jherold@diw.de

Christian von Hirschhausen
chirschhausen@diw.de

Am 14. Juli 2010 brachte die Bundesregierung zum zweiten Mal einen Gesetzesentwurf zur CO_2-Abscheide-, Transport- und Speichertechnologie (Carbon Capture, Transport, and Storage, CCTS) in das parlamentarische Verfahren ein. Der erste Vorstoß war unter der Großen Koalition im Jahr 2009 am Widerstand der unionsgeführten Länder gescheitert. Der nun vorliegende Entwurf bleibt weit hinter den notwendigen Maßnahmen zurück, die eine großtechnische Erprobung der gesamten CCTS-Prozesskette ermöglichen würde. Er schafft somit keine verlässliche Grundlage für die kommerzielle Entwicklung und Verbreitung dieser Technologie in Deutschland.

Ohnehin haben sich die Aussichten, dass die CCTS-Technologie mittelfristig ein wichtiger Pfeiler der CO_2-Vermeidungsstrategie der deutschen Energiewirtschaft sein wird, in der jüngeren Vergangenheit stark eingetrübt. Gründe hierfür sind unter anderen Schwierigkeiten bei der technischen Umsetzung der CO_2-Abscheidung, ungelöste regulatorische Fragen des Transports, eine deutliche Reduzierung der zu erwartenden Speicherpotentiale sowie die starke Ablehnung der gesamten Prozesskette durch die jeweils betroffene Bevölkerung und einige Landespolitiker. So bleibt der Einsatz von CCTS in der zukünftigen Energieversorgung unter den heutigen Bedingungen in Deutschland und Europa eher fraglich.

Mit CCTS befinden sich Technologien in der Entwicklung und Erprobung, mit denen CO_2 aus großtechnischen Prozessen abgeschieden (capture), über eine Pipeline abtransportiert (transport) und unterirdisch dauerhaft eingelagert (storage) werden soll. Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wies in einem Sonderbericht 2005 auf die potenziell erhebliche Bedeutung von CCTS für das Erreichen der langfristigen globalen CO_2-Emissionsreduktionsziele hin. Danach könnten 15 bis 55 Prozent der kumulierten, globalen CO_2-Reduktion im Jahr 2100 auf das Konto von CCTS gehen.[1] Dieser Technologie könnte somit eine zentrale Rolle in einem zukünftigen Portfolio möglicher CO_2-Vermeidungstechnologien zukommen. Die internationale Energieagentur (IEA) stützte diese These mit dem *Blue Map Szenario*:[2] Eine Halbierung der Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050 im Vergleich zu 2005 würde ohne CCTS global um bis zu 71 Prozent höhere Kosten verursachen. Zugleich wies die IEA aber auch auf die Vielzahl von Hindernissen auf dem Weg zu einer erfolgreichen Umsetzung dieser Technologie hin.

Im *Blue Map Szenario* wird detailliert dargelegt, welche globalen Investitionen entlang der CCTS-Wertschöpfungskette benötigt werden, um eine Kommerzialisierung der Technologie bis zum Jahr 2020 zu ermöglichen. Global benötigt werden die Inbetriebnahme von 100 Demonstrationsprojekten im Kraftwerks- und vor allem im Industriebereich, der Bau und Betrieb von mindestens 10 000 km CO_2-Transportpipeline sowie die Speicherung von 1,2 Milliarden Tonnen CO_2.

1 IPCC: IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Cambridge 2005.

2 IEA: Technology Roadmap – Carbon Capture and Storage. OECD, Paris 2009. Für eine weitere Abschätzung der Klimawandelvermeidungskosten ohne CCTS siehe auch Edenhofer, O. et al.: Report on Energy and Climate Policy in Europe (RECIPE) – The Economics of Decarbonization. Synthesis Report, November 2009.

Angesichts der weltweit bisher schleppend verlaufenden Realisierung von Pilotprojekten sind allerdings erhebliche Zweifel angebracht, ob diese ambitionierten Ziele erreicht werden können. Eine ausführliche Analyse angekündigter und geplanter CCTS-Projekte über die vergangenen Jahre hat gezeigt, dass es immer wieder zu einer Absage oder Verzögerung gekommen ist. Von den im Rahmen der hier präsentierten Untersuchung identifizierten 69 CCTS-Projekten sind bis Juni 2010 lediglich acht in Betrieb gegangen.[3] Es handelt sich dabei um Pilotanlagen mit einer Größe unter 40 Megawatt.

Hindernisse auf dem Weg zu einem erfolgreichen Roll-out

Die Techniken zur Abtrennung, zum Transport und zur unterirdischen Injektion von CO_2 aus industriellen Prozessen sind seit Jahrzehnten bekannt und werden bereits in kleinem Maßstab in verschiedenen Industriezweigen eingesetzt. Dennoch variieren die mittelfristig verfügbaren Optionen – Post- und Pre-Combustion-Capture und der Oxyfuel-Prozess – in ihrem technischen Entwicklungsstand. Eine Anwendung der Prozesse auf große Emittenten wie Kohlekraftwerke wirft eine Vielzahl an Fragen auf, die ausschließlich in größeren Demonstrationsprojekten beantwortet werden können.

Technische Hürden bei der Abscheidung

Post-Combustion-Capture

Die Post-Combustion-Capture-Technologie wurde erstmals in den 80er Jahren angewandt, um CO_2 aus der Ammoniakproduktion abzuscheiden. Das so gewonnene CO_2 wird unter anderem in der Nahrungsmittelproduktion eingesetzt, um Softdrinks und Sodawasser mit Kohlensäure zu versetzen. Für die Abtrennung von CO_2 aus dem Rauchgas nach der Verbrennung stehen drei Verfahren zur Verfügung:

1. *Chemische Bindung*: Hierbei wird das CO_2 chemisch an ein Lösungsmittel gebunden, beispielweise an das giftige und hochkorrosive Monoethanolamin (MEA). Dieser Prozess ist unter Zuführung von Wärme reversibel. Einschließlich der Kompression des CO_2 ist mit einer Reduktion des Wirkungsgrades des Kohlekraftwerks um etwa ein Viertel zu rechnen.
2. *Der Ammoniak-Prozess*: Dieser innovative Prozess basiert auf der Verwendung von Ammoniak als CO_2-Bindemittel. Eine 20 Megawatt Testanlage wurde 2009 in den USA in Betrieb genommen.[4] Um das CO_2 effektiv aus dem Rauchgas abscheiden zu können, muss dieses auf Temperaturen von unter 10°C abgekühlt werden (*chilled amonia process*). Die Vorteile liegen in einem deutlich niedrigeren Energiebedarf bei der anschließenden Freisetzung des gebundenen CO_2.[5]
3. *Die Trennung mit Hilfe eines physikalischen Prozesses*: Hierbei wird das CO_2 unter erhöhtem Druck von entsprechenden Stoffen, zum Beispiel Selexol, absorbiert. Allerdings werden ein Druck von zehn Bar und mehr und eine möglichst hohe Konzentration von CO_2 im Rauchgas benötigt. Diese finden sich bei Prozessen, wie sie bei der Wasserstoff- oder Ammoniakproduktion Anwendung finden, nicht jedoch in der konventionellen Kohleverstromung.

Für alle Technologien bedeutet die CO_2-Abscheidung eine signifikante Erhöhung der Investitionskosten, höhere Stromgestehungskosten sowie einen Verlust an Flexibilität. Aufgrund der vergleichsweise ausgereiften Technologie sowie der Möglichkeit der Nachrüstung bestehender Anlagen, erscheint Post-Combustion-Capture trotz allem als die mittelfristig attraktivste Abscheideoption. Allerdings kommt die Technik bisher nur für die Behandlung von sehr sauberen, möglichst homogenen Gasgemischen zur Anwendung. Auch existieren bisher keine Anlagen, die auf die hohen Volumenströme eines Kohlekraftwerks angewendet werden können.[6]

Pre-Combustion-Capture

Pre-Combustion-Capture bezieht sich auf die Trennung von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff (H_2) nach der Dampf-Reformierung von Erdgas oder der Vergasung von Kohle oder Biomasse (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC).[7] CO_2 und H_2 können mit Hilfe des oben beschriebenen physikalischen Absorptionsverfahrens getrennt werden. Zukünftig vorteilhaft kann die Produktion von Wasserstoff sein, der sowohl in einem kombinierten Gas- und Dampfturbinenprozess verbrannt als auch direkt in einer Brennstoffzelle verstromt werden kann. Zudem er-

3 Herold, J., von Hirschhausen, C.: Carbon Capture, Transport, and Sequestration (CCTS) – The Real Threat to European Supply Security with Coal. Secure Deliverable 5.3.5., 2010.

4 American Electric Power: Carbon Capture and Storage. *www.aep.com/environmental/climatechange/carboncapture/.*

5 Dardea, V., Thomsena, K., Wellb, W., Erling H., Stenbya, E.: Chilled Ammonia Process for CO_2 Capture. Energy Procedia Vol. 1, No. 1, 2009, 1035–1042.

6 Eine Abscheidung der Emissionen eines modernen 1-Gigawatt-Steinkohlekraftwerks würde rund 13 000 Tonnen CO_2 pro Tag erforderlich machen. Existierende Anlagen leisten bis zu 4 000 Tonnen CO_2 pro Tag. Vgl. Vallentin, D.: Inducing the International Diffusion of Carbon Capture and Storage Technologies in the Power Sector. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy 2007.

7 Die kohle- oder biomassebasierte IGCC-Technologie befindet sich aufgrund der begrenzten Zahl existierender Anlagen selbst noch in der Phase der Demonstration. Auch wird in diesen Anlagen bisher kein Wasserstoff zur Stromerzeugung genutzt.

möglicht der Prozess, über eine Zwischenspeicherung des Wasserstoffs bei der Stromerzeugung flexibler auf Laständerungen zu reagieren. Ein Nachteil des Verfahrens ist die mangelnde Kompatibilität zu bestehenden, konventionellen Kraftwerken. Deshalb wird dieser Technologie mittelfristig vor allem eine Option für industrielle Anwendungen bleiben.

Oxyfuel-Prozess

Der Oxyfuel-Prozess verlagert die Trennung von Gasen vor den Kraftwerksprozess. Mit Hilfe eines vorgelagerten Prozesses wird reiner Sauerstoff bereitgestellt. Eine Verbrennung von Brennstoff in einer reinen Sauerstoffatmosphäre ergibt einen CO_2-Abgasstrom, aus dem nur noch der verbleibende Wasserdampf auskondensiert werden muss. Anschließend erhält man einen vergleichsweise reinen, hochkonzentrierten CO_2-Strom.[8] Ein Teil des CO_2 wird in die Brennkammer zurückgeleitet, um die Verbrennungstemperatur auf ein materialverträgliches Maß zu begrenzen. Versuche zur Entwicklung und Anwendung der Technologie wurden in den 80er Jahren von der Erdölindustrie gestartet. Das Verfahren findet auch in der Glas- und Stahlindustrie Anwendung, um von deutlich höheren Prozesstemperaturen zu profitieren.

Die Oxyfuel-Technologie kann prinzipiell in bestehende Kraftwerke nachgerüstet werden. Weiterhin wird diesem Verfahren ein hohes Entwicklungspotential zugeschrieben, sodass der Wirkungsgradverlust und die Konzentration des abgeschiedenen CO_2 in Zukunft stark verbessert werden könnten.

Die tatsächlichen Kosten der CO_2-Abscheidung

Aufgrund der deutlich höheren Investitionskosten für CCTS-Kraftwerke sowie des Rückgangs der thermischen Effizienz würden sich die Kosten der Stromerzeugung mit CCTS erhöhen. Schätzungen gehen von einer anfänglichen Zunahme in den Stromgestehungskosten von 48 bis 92 Prozent aus. Aktuelle Schätzungen gehen im Vergleich zu früheren Studien von nochmals höheren Investitionskosten für CCTS aus. Kostenschätzungen für europäische Demonstrationskraftwerke sind in der Tabelle dargestellt. Im Vergleich zur Referenztechnologie, der Kohlenstaubfeuerung, zeigen sich deutlich höhere Investitionskosten der drei Abscheideoptionen, welche zudem mit einer hohen Unsicherheit behaftet sind. Notwendig sind daher größer angelegte Demonstrationsprojekte, um den tatsächlichen Stand der CCTS-Technik zu validieren und Entwicklungspotentiale aufzuzeigen.

Offene Fragen des CO_2-Transports

Die Transport- und Speicherinfrastruktur hat sich in letzter Zeit mehr und mehr als Nadelöhr auf dem Weg zu einer breiten Anwendung von CCTS herauskristallisiert. Der Transport von CO_2 über Pipelines, vergleichbar dem Transport von Erdgas, stellt bei den erwarteten Transportmengen eines durchschnittlichen Kraftwerks die einzige wirtschaftliche Lösung dar.[9] Der Pipelinetransport von CO_2 wäre jedoch eine typische Netzwerkindustrie, die durch sehr hohe, gegebenenfalls versunkene Investitionskosten geprägt wäre.[10] Die variablen Kosten sind vergleichsweise gering. Es ergeben sich, in Abhängigkeit von der Entfernung und der Menge, Gesamttransportkosten zwischen weniger als einem Euro und mehr als 20 Euro pro Tonne CO_2.

Ein hoher Grad an Unsicherheit über die Größe und die Ausgestaltung des benötigten Pipeline-Netzes ergibt sich aus der Unsicherheit über zukünftige CO_2-Preise und damit die Wirtschaftlichkeit des CCTS-Verfahrens. Dieser Effekt wird durch ein ebenfalls hohes Maß an Unsicherheit über die Eignung der vorliegenden geologischen Formationen zur CO_2-

8 In der Praxis kommt es zum Vorhandensein von nicht kondensierbaren Gasen (Sauerstoff, Stickstoff, Argon), da die Bereitstellung von 99,9-prozentigem Sauerstoff in der Praxis zu teuer ist. Diese können beim Pipelinetransport des CO_2 im überkritischen Zustand zu Schäden an der Pipeline führen. Vgl. Kanniche, M., Gros-Bonnivard, R., Jaud, P., Valle-Marcos, J., Amann, J.M., Bouallou, C.: Pre-combustion, Post-combustion and Oxy-combustion in Thermal Power Plant for CO_2 Capture. Applied Thermal Engineering, Vol. 30, 2010, 53–62.

Tabelle

Kostenabschätzung für CCTS-Demonstrationsprojekte mit 400 Megawatt

Technologie	Kraftwerksinvestitionskosten in Euro je Kilowatt[1]	Wirkungsgrad in Prozent
Kohlenstaubfeuerung	1,478	46
Kohlenstaubfeuerung mit Abscheidung (Post-Combustion)	2,5	35
IGCC mit Abscheidung (Pre-Combustion)	2,7	35
Oxyfuel	2,9	35

1 Zu Preisen von 2008.

Quelle: Tzimas, E.: The Cost of Carbon Capture and Storage Demonstration Projects in Europe. JRC Scientific and Technical Reports. European Commission, 2009.

DIW Berlin 2010

Die CO_2-Abscheidung erhöht nicht nur die Kosten der Stromproduktion, sondern senkt auch den Wirkungsgrad.

9 Eine Ausnahme bildet der Transport auf See. Hier kann ab einer bestimmten Entfernung der Transport mit Hilfe von Tankschiffen die wirtschaftlichere Alternative darstellen.

10 Diese schwanken an Land zwischen 0,2 Millionen bis 1 Million Euro pro Kilometer Rohrleitung mit einer Nennweite zwischen 200 und 1 200 mm.

Speicherung und deren Kapazität noch verstärkt.[11] Ohne entsprechende Anreize ist nicht davon auszugehen, dass der Kraftwerkssektor allein für den Aufbau einer effizienten Transportinfrastruktur sorgt. Dem Staat käme daher eine zentrale Rolle in der Übernahme der Risiken, der Bereitstellung und Regulierung der Transportstufe zu.

Hohe Unsicherheit bezüglich der Speicherpotentiale

Die Injektion von CO_2 in unterirdische Reservoirs wird in der Ölindustrie seit einigen Jahrzehnten durchgeführt, um die Fördermenge zu erhöhen. Zwei Besonderheiten sind jedoch hervorzuheben:[12] Zum einen verbleibt nur ein geringer Teil des eingespeisten CO_2 im Untergrund; zum anderen wurde die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens durch günstig förderbare, natürliche CO_2-Quellen sowie anfängliche Steuervergünstigungen für das geförderte Öl sichergestellt.[13]

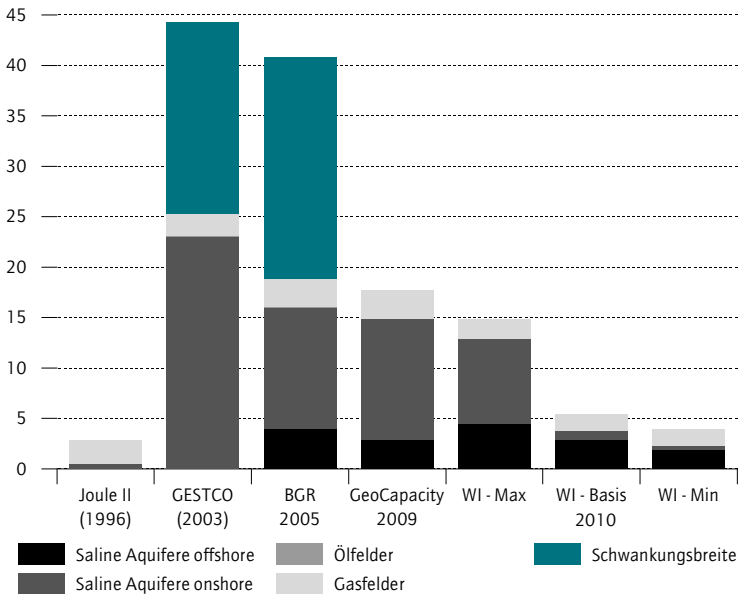
Nur wenige aktuelle Projekte zielen bisher auf die dauerhafte Speicherung von CO_2 im Untergrund ab. Eine langfristig angelegte CO_2-Speicherung findet beispielsweise im Sleipner Field (Norwegen) oder in In Salah (Algerien) statt. Die Speicherung von CO_2 in erschöpften Öl- und Gasfeldern ist möglich, jedoch bieten diese ein vergleichsweise niedriges Speicherpotential. Problematisch ist aber, dass oftmals keine genaue Kenntnis über Lokalisation, Zahl und Zustand von früheren Förderbohrungen existiert. Von den verschiedenen Optionen erscheinen aus heutiger Sicht für Deutschland vor allem die salinen Aquifere vielversprechend. Diese können global eine potentielle Speicherkapazität von 1 000 bis 10 000 Gigatonnen CO_2 bereitstellen. Sie sind aber zugleich durch größere Unsicherheit bezüglich des nutzbaren Potentials, der zu erwartenden Einspeiseraten und der langfristigen Dichtheit gekennzeichnet.

Ungewißheit über die langfristige Sicherheit der geologischen Speicher bildet für die breite Öffentlichkeit sicherlich den größten Kritikpunkt an der CCTS-Technologie. Die Debatte hat dabei in letzter Zeit deutlich an Schärfe gewonnen. Prinzipiell kann das Leckagerisiko in zwei Kategorien eingeordnet

Abbildung

Abschätzung der CO_2-Ablagerungspotentiale für Deutschland nach diversen Studien

In Milliarden Tonnen CO_2



Quelle: Höller, S., Viebahn, P.: Kritische Abschätzung der CO_2-Lagerkapazitäten in Deutschland. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, 19. Jg., Heft 2, Juli 2010. **DIW** Berlin 2010

Die geschätzten CO_2-Speicherpotentiale unterliegen großen Schwankungsbreiten, jüngere Studien sehen jedoch deutlich kleinere Volumina.

werden. Global trägt ausgetretenes CO_2 zu einer Verschärfung des Treibhauseffekts bei.[14] Lokal kann austretendes CO_2 in sehr hohen Konzentrationen giftig wirken oder einen negativen Einfluss auf Flora und Fauna haben. Voraussetzung dafür ist aber, dass CO_2 plötzlich in großen Mengen ausströmt und sich in Bodennähe sammelt. Bei einer möglichen langsamen Migration im Untergrund und sicher verschlossenen und überwachten Injektionsbohrungen scheint dieses Risiko gering.

Neue Studien kommen für Deutschland zu einer drastischen Revision der geschätzten Speicherpotentiale. Die Abbildung zeigt sowohl den Rückgang der Schätzungen der Speichervolumina im Lauf der Zeit, als auch die große Schwankungsbreite der Schätzungen. Begründet wird dies mit einem besseren Verständnis der geologischen Anforderungen und dem Einsatz

11 In den USA existieren einige Backbone-Pipelines, welche eine große Zahl an Senken, hier Ölfelder, mit einigen wenigen, vorwiegend natürlichen Quellen verbinden. Diese Struktur könnte in Europa in umgekehrter Richtung Anwendung finden – von vielen Erzeugern zu wenigen Speicherorten.

12 Dieses Verfahren wird als Enhanced Oil Recovery (EOR) bezeichnet.

13 Varun, R., Victor D. G., Thurber M. C.: Carbon Capture and Storage at Scale: Lessons from the Growth of Analogous Energy Technologies. Program on Energy and Sustainable Development, Stanford University Working Paper No. 81, 2009.

14 Dabei sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass die oftmals angeführte 100-prozentige Speicherung über Jahrmillionen nicht zwingend notwendig ist. Eine 90-prozentige Zurückhaltung über 100 bis 10 000 Jahre, je nach Entwicklung der zukünftigen CO_2-Emissionen, erscheint ausreichend. Vgl. Benson S. M.: Carbon Dioxide Capture and Storage in Underground Geologic Formations. From workshop proceedings: The 10-50 Solution: Technologies and Policies for a Low-Carbon Future. The PEW Center on Global Climate Change and the National Commission on Energy Policy, 2004.

genauerer Methoden zur Abschätzung. Vergleichbare Absenkungen der Kapazitätsschätzungen sind auch für den Rest Europas zu erwarten.

Ein ähnlicher Trend zeichnet sich bei den maximalen Einspeiseraten ab. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) schätzt die jährliche Einspeiserate für Deutschland auf 50 bis 75 Millionen Tonnen CO_2.[15] Dies entspricht etwa 20 Prozent der deutschen CO_2-Zertifikatezuteilung unter dem Europäischen Emissionshandel und unterstreicht die begrenzte Rolle, die CCTS insgesamt zukommen kann.

Eine jüngere Studie zur Modellierung einer künftigen Abscheide-, Transport- und Speicherinfrastruktur verdeutlicht das geringe Potential der Technologie auf europäischer Ebene:[16] CCTS kann zwar theoretisch einen Beitrag zur Dekarbonisierung des Energie- und Industriesektors leisten, dies setzt aber sehr günstige Annahmen voraus, wie eine drastische CO_2-Preissteigerung, ein hohes und verfügbares Speicherpotential sowie eine gleichbleibende CO_2-Intensität des Energie- und Industriesektors. Im Fall einer ausschließlichen CO_2-Speicherung unter dem Meeresgrund (offshore) oder einer nur moderaten CO_2-Preissteigerung spielt CCTS als CO_2-Vermeidungstechnologie im Kraftwerkssektor kaum eine Rolle. Es zeigt sich aber in allen Szenarien eine große Bedeutung der CCTS-Technologie für Industrieanlagen.

Vorliegender Gesetzentwurf unzureichend

Im Januar 2008 hat die Europäische Kommission einen *CCS-Richtlinienentwurf* vorgelegt. Dieser wurde bereits im Dezember 2008 durch das Europäische Parlament gebilligt, im April 2009 vom Europäischen Rat angenommen und konnte somit in Kraft treten.[17] Damit hat der *CCS-Gesetzentwurf* in gerade einmal 14 Monaten den Europäischen Gesetzgebungsprozess durchlaufen, was als deutlicher Hinweis auf den Stellenwert der Technik auf Ebene der Europäischen Kommission verstanden werden kann.[18]

Parallel dazu hat die damalige Große Koalition in Deutschland einen ersten *CCS-Gesetzentwurf* vorgelegt. Dieser scheiterte überraschend kurz vor seiner Verabschiedung am Widerstand einiger Bundesländer, insbesondere Schleswig-Holstein und Bayern. In Schleswig-Holstein sah sich Ministerpräsident Peter Harry Carstensen aufgrund des massiven Widerstands der Bevölkerung gegen das von RWE angekündigte Demonstrationsprojekt zu einer Ablehnung des Entwurfs genötigt.[19] Aufgrund des Diskontinuitätsgrundsatzes in der Gesetzgebung musste das Gesetzgebungsverfahren nach der Bundestagswahl 2009 neu aufgerollt werden. Die EU-Vorgabe nicht umzusetzen, ist nicht möglich; bei Verzögerung werden Strafzahlungen an die EU fällig.

Der nun vorgelegte Gesetzentwurf beruht im Wesentlichen auf dem Entwurf von 2009, wurde aber in einigen Punkten geändert, sodass man letztendlich nur noch von einem *CCTS-Demonstrationsgesetz* sprechen kann. Einige der wichtigsten Änderungen:[20]

1. „**Beschränkung der Speicherung auf die Erprobung und Demonstration:** Speicher dürfen nur zugelassen werden, wenn der Zulassungsantrag bis Ende 2015 gestellt ist und die jährliche Speichermenge pro Speicher nicht mehr als drei Millionen Tonnen und bundesweit pro Jahr nicht mehr als acht Millionen Tonnen CO_2 beträgt. Die Genehmigungsfrist endet 2015.
2. **Evaluierung:** Das Gesetz wird im Jahr 2017 umfassend evaluiert. Hierzu erstellt die Bundesregierung einen Bericht an den Deutschen Bundestag. Wenn der Bericht positiv ausfällt, kann CCS in größerem Umfang genutzt werden.
3. Wirksame **Absicherung gegenüber möglichen langfristigen Risiken** durch den Betreiber: Ansparung des Nachsorgebeitrags von der ersten gespeicherten Tonne an.
4. **Andere Nutzungsansprüche** im Untergrund, zum Beispiel Geothermie und Energiespeicher, werden noch umfassender berücksichtigt.
5. **Grundstückseigentümer** müssen den CO_2-Speicher erst dann dulden, wenn der Planfeststellungsbeschluss bestandskräftig ist.“

Eine maximale jährliche Speicherung von drei Millionen Tonnen CO_2 pro Standort entspricht den erwarteten Emissionen eines CCS-Demonstrationskraftwerks. Damit wird prinzipiell die großtechnische Erprobung der CO_2-Speicherung möglich. Die Nutzung eines Speichers für Emissionen mehrerer Kraftwerke ist aber praktisch ausgeschlossen. Somit lassen sich

15 Gerling, J. P.: CO_2 Storage – German and International Perspective. Presentation at the Berlin Seminar on Energy and Climate Policy, 3. Juni 2010.

16 Mendelevitch, R., Oei, P., Tissen, A., Herold, J.: CO_2-Highways – Modeling Aspects of a Future CO_2 Transport Infrastructure. DIW Discussion Paper Nr. 1052, Berlin 2010.

17 Richtlinie 2009/31/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid.

18 Hellriegel, M.: Carbon Capture and Storage. Legal Perspectives of CCS in Europe and Germany. Presentation at the Berlin Seminar on Energy and Climate Policy, 3. Juni 2010.

19 Die Pläne von RWE sahen ein CCTS-Kohlekraftwerk am Standort Hürth sowie eine 500 km lange Pipeline zur Speicherstätte bei Husum in Schleswig-Holstein vor.

20 BMU und BMWI: CCS-Gesetz wichtiger Schritt für eine Zukunftstechnologie. Gemeinsame Pressemitteilung von BMU und Bundeswirtschaftsministerium. Nr. 109/10. Berlin, 14. Juli 2010.

keine Skalenerträge in der Errichtung der Transport- und Speicherinfrastruktur realisieren. Dieser Effekt kann durch die Begrenzung der Speicherung auf acht Millionen Tonnen CO_2 pro Jahr noch verstärkt werden.

Aufgrund der begrenzten Gesamtspeichermenge kann das geplante Gesetz mittelfristig nur Anwendung auf einige wenige Kraftwerksprojekte oder Industrieanlagen finden. Es dürfte nicht ausreichen, um alle drei technischen Abscheideoptionen über die gesamte Prozesskette im Kraftwerksbereich in Deutschland zur Marktreife zu bringen.

Als kritisch anzusehen ist die geplante Evaluierung der Technik erst im Jahr 2017. Dies schafft nicht die notwendige Planungssicherheit für den großtechnischen Einsatz der Technologie in Deutschland, insbesondere nicht für die notwendigen Investitionen in die benötigte Transportinfrastruktur. Es ist kaum davon auszugehen, dass der Widerstand der Bevölkerung gegen die CO_2-Speicherung künftig an Schärfe verliert. Damit wird das Problem eines fehlenden verlässlichen Rechtsrahmens für die CCTS-Technologie bis weit in die Zukunft verlängert.[21]

Problematisch ist auch die Möglichkeit der Ablehnung der Genehmigung für einen CO_2-Speicher aufgrund der potenziellen Nutzung des Untergrunds für andere Zwecke. Zu nennen wären hier vor allem die Geothermie oder die Speicherung anderer Stoffe, ohne dass hierfür bereits konkrete Zulassungen bestehen. Auch die Duldung des CO_2-Speichers durch betroffene Personen erst nach bestandskräftigem Planfeststellungsbeschluss kann zu weiteren Verzögerungen von Projekten durch gerichtliche Streitfälle führen.

Ausblick

Der vorliegende Gesetzentwurf der Bundesregierung zur CO_2-Abscheide-, Transport- und Speichertechnologie (CCTS) erscheint nicht geeignet, die großtechnische Anwendung der Technologie in Deutschland voranzubringen. Sowohl die begrenzte Zahl der realisierbaren Projekte, als auch die weiterhin bestehende Unsicherheit über die langfristige Perspektive für CCTS in Deutschland wirken einer erfolgreichen Kommerzialisierung entgegen.

Der Erfolg von CCTS auf deutscher, aber auch auf europäischer Ebene steht damit mehr und mehr in Frage. Wenn aber Europa seine Vorreiterrolle bei CCTS ablegt, stellt sich die Frage, wo die Technologie entwickelt und zur Marktreife gebracht werden soll. Die Bedeutung der CCTS-Technologie für das Erreichen der globalen Klimaziele kann aber nach heutigem Erkenntnisstand nicht infragegestellt werden.

In Anbetracht neuer Daten bezüglich der zu erwartenden Kosten, eines besseren Verständnisses der Komplexität des CCTS-Technologieverbunds, des deutlich niedrigeren Speicherpotentials sowie des starken Wachstums der erneuerbaren Energieträger, sollte eine Neubewertung der Technologie vorgenommen werden. Ein Scheitern dieser Technologieoptionen erscheint aus heutiger Sicht durchaus möglich. Sollte sich allerdings die Regierung klar hinter die CCTS-Technologie stellen, sind drastische Maßnahmen dringend notwendig, um eine erfolgreiche Kommerzialisierung der Technologie zu beschleunigen. Dazu gehören die zügige Umsetzung der zugesagten Investitionen und Investitionsbeihilfen für konkrete Projekte, inklusive eines verlässlichen Rechtsrahmens, eine aktive Rolle des Staates bei der Planung, Finanzierung, Bereitstellung und Regulierung der Infrastruktur sowie eine umgehende Festlegung von Speicherstätten.

Die prozessbedingten Emissionen aus der Papier-, Stahl- und Zementproduktion sowie der chemischen Industrie bilden mit etwa 90 Millionen Tonnen CO_2 (2009) einen nicht zu vernachlässigen Anteil an den Gesamtemissionen in Deutschland.[22] Eine Reduzierung dieser Emissionen ist ohne den Einsatz der CCTS-Technologie kaum möglich. Gleichzeitig würde eine ausschließliche Anwendung der Technologie auf industrielle Prozesse neue Schwierigkeiten aufwerfen. Zwar ist die CO_2-Abscheidung in industriellen Prozessen oftmals zu niedrigeren Kosten möglich, aber die punktuell deutlich geringeren Emissionen lassen eine Amortisation der benötigten Transport- und Speicherinfrastruktur nur zu deutlich höheren Kosten zu.

Aus heutiger Sicht erscheinen die Perspektiven der CO_2-Abscheide-, Transport- und Speichertechnologie (CCTS) sowohl in Deutschland als auch im Rest Europas als sehr unsicher. Vor einer eventuellen großflächigen Umsetzung dieser Technologie dürften mehrere Jahrzehnte vergehen. So bleibt der Einsatz von CCTS in der zukünftigen Energieversorgung unter den heutigen Bedingungen in Deutschland und Europa eher fraglich.

JEL Classification:
Q55

Keywords:
CCTS

21 Die angedachte Übertragung der Verantwortung für eine Speicherstätte an den Staat nach 30 Jahren, anstatt wie von der EU vorgeschlagen nach 20 Jahren, ist in der Praxis nur von geringer Bedeutung.

22 Umweltbundesamt: Emissionshandel: 9,4 Prozent weniger CO_2-Emissionen im Jahr 2009. Presse-Information 022/2010.

Acht Fragen an Christian von Hirschhausen

„CCTS: CO_2-Abscheide-, Transport-, und Speichertechnologie hat energiepolitisch keine Zukunft“

Prof. Dr. Christian von Hirschhausen, **Forschungsdirektor** am DIW Berlin

Herr Prof. von Hirschhausen, die Grundidee der CCTS-Technologie (Carbon Capture, Transport, and Storage) ist, CO_2 aus Industrie- und Kraftwerksabgasen abzuspalten und unterirdisch zu speichern. Der erste Vorstoß für diese Technologie war 2009 gescheitert. Nun liegt ein neuer Entwurf der Bundesregierung vor. Was hat sich geändert?

Man ist jetzt auf ein Forschungsgesetz zurückgefallen, welches lediglich die Erforschung von CCTS adressiert, nicht aber die großindustrielle Nutzung und Umsetzung in Deutschland.

Welche Perspektiven hat diese Technologie dann noch?

Der Gesetzentwurf schließt aus, dass man vor dem Jahr 2020 Informationen über die kommerzielle Nutzung dieser Technologie in Deutschland vorzuliegen hat. Es gibt sowohl erhebliche technische Probleme, zum Beispiel bei der Abscheidung des CO_2, aber auch beim Transport und der Speicherung. Die CCTS-Technologie, auf die man vor einigen Jahren noch sehr große Hoffnungen setzte, hat sich als sehr unsicher und gleichzeitig als sehr teuer herausgestellt.

» Die Energieszenarien, in denen CCTS eine wichtige Rolle spielt, sind unrealistisch. «

Wo ist CCTS sinnvoll und wo nicht?

In der Industrie macht die Technologie mehr Sinn, weil es sich um kleinere Anlagen handelt und es keine technologischen Alternativen gibt. Im Kraftwerksbereich sieht es anders aus, weil es dort günstige und längerfristige Alternativen zur CO_2-Reduktion gibt.

Welche Bedeutung hat CCTS für das Erreichen der Klimaziele?

Kurzfristige, aber auch langfristige Prognosen bis zum Jahr 2100 gehen von einer sehr großen Bedeutung von CCTS aus. Realistischer Weise aber muss man davon ausgehen, dass diese Technologie nicht zu den geschätzten Kosten zur Verfügung steht. Das heißt, man muss sich rechtzeitig nach Alternativen umschauen.

Was bedeutet das für das Energiekonzept der Bundesregierung?

Das Energiekonzept geht von einer kommerziell verfügbaren CCTS-Technologie bereits im Jahr 2025 aus. Das ist angesichts des vorliegenden Gesetzentwurfs sowie der sowohl in Deutschland als auch europaweit starken Verzögerung von Pilotanlagen sehr unrealistisch. Daher sind auch die Ergebnisse der Energieszenarien, in denen vor allem Steinkohle-CCTS eine wichtige Rolle spielt, unrealistisch.

Welche Alternativen gäbe es?

In den Energieszenarien, die zur Zeit diskutiert werden, wird explizit der Einsatz von erneuerbaren Energien als Alternative genannt. Ich halte das für eine realistische Einschätzung, die sich auch unter Kostengesichtspunkten günstiger darstellt, da es hier in den vergangenen Jahren sehr hohe Kostendegressionen gab, die auch für die nächsten Jahre zu erwarten sind.

Welche Chancen hat die CCTS-Technologie in anderen Ländern?

Die Skepsis ist auch in anderen Ländern stark gestiegen, insbesondere in den wichtigen Ländern USA, Kanada und Australien. China hat zwar ein Pilotprogramm zur Erforschung von CCTS. Gleichzeitig werden in China aber in sehr hoher Geschwindigkeit neue Kohlekraftwerke ans Netz gebracht, die nicht mit entsprechender Nachrüsttechnologie ausgestattet sind. Das heißt, auch in China ist die Bedeutung von CCTS mittelfristig nicht hoch einzuschätzen.

Plädieren Sie für einen Ausstieg aus der CCTS-Technologie?

Forschungsmittel sind wie alle Güter begrenzt. Daher sollte man das Forschungsportfolio so ausrichten, dass perspektivisch bedeutendere Technologien größere Anteile erhalten. Sicherlich ist Grundlagenforschung nützlich, aber die Überbewertung dieser Technologie, auch in Forschungsprogrammen auf deutscher und europäischer Ebene, ist nicht angemessen.

Das Gespräch führte Erich Wittenberg.

Das vollständige Interview zum Anhören finden Sie auf www.diw.de/interview

Tseveen Gantumur, Andreas Stephan

Do External Technology Acquisitions Matter for Innovative Efficiency and Productivity?

To quickly adapt to technological change and developments, and thus remain competitive, firms increasingly resort to the use of external technology. This paper investigates whether and to what extent the acquisition of external disembodied technology affects the efficiency and productivity in innovation of technology acquiring firms. Using the stochastic frontier analysis combined with a difference-in-difference matching approach and firm-level panel from the German Innovation Survey for the period 1992–2004, we find that manufacturing firms that acquire disembodied technology experience more growth in innovative productivity than non-acquiring firms do. Thus, this study provides evidence on complementarity between internal and external R&D in innovation production, which is attributed by increasing returns to R&D scale and increasing technical efficiency. Moreover, we find that firm size significantly contributes to innovative efficiency and productivity of external technology acquirers.

Discussion Paper Nr. 1035
Juli 2010

Konstantin A. Kholodilin, Boriss Siliverstovs

Measuring Regional Inequality by Internet Car Price Advertisements: Evidence for Germany

We suggest to use Internet car sale price advertisements for measuring economic inequality between and within German regions. Our estimates of regional income levels and Gini indices based on advertisements are highly, positively correlated with the official figures. This implies that the observed car prices can serve as a reasonably good proxy for income levels. In contrast to the traditional measures, our data can be fast and inexpensively retrieved from the web, and more importantly allow to estimate Gini indices at the NUTS2 level-something that never has been done before. Our approach to measuring regional inequality is a useful alternative source of information that could complement officially available measures.

Discussion Paper Nr. 1036
Juli 2010

Friedrich Breyer, Jan Marcus

Income and Longevity Revisited: Do High-Earning Women Live Longer?

The empirical relationship between income and longevity has been addressed by a large number of studies, but most were confined to men. In particular, administrative data from public pension systems are less reliable for women because of the loose relationship between own earnings and household income. Following the procedure first used by Hupfeld (2010), we analyze a large data set from the German public pension scheme on women who died between 1994 and 2005, employing both non-parametric and parametric methods. To overcome the problem mentioned above we concentrate on women with relatively long earnings history. We find that the relationship between earnings and life expectancy is very similar for women as for men: Among women who contributed at least for 25 years, a woman at the 90th percentile of the income distribution can expect to live 3 years longer than a woman at the 10th percentile.

Discussion Paper Nr. 1037
Juli 2010

Erika Schulz

The Long-Term Care System in Denmark

This document provides an overview of the long-term care system, the number and development of beneficiaries and the long-term care policy in Denmark. The report is part of the first stage of the European project ANCIEN (Assessing Needs of Care in European Nations), commissioned by the European Commission under the Seventh Framework Programme (FP7). The first part of the project aims to facilitate structured comparison of the long-term care systems and policies in European Nations. Thus, this report is one of comparable reports provided for most European countries.

Discussion Paper Nr. 1038
August 2010

Themen des nächsten Wochenberichts:

Auswanderungen aus Deutschland

Veröffentlichungen des DIW Berlin

Erika Schulz

The Long-Term Care System in Germany

This document provides an overview of the long-term care system, the number and development of beneficiaries and the long-term care policy in Germany. The report is part of the first stage of the European project ANCIEN (Assessing Needs of Care in European Nations), commissioned by the European Commission under the Seventh Framework Programme (FP7). The first part of the project aims to facilitate structured comparison of the long-term care systems and policies in European Nations. Thus, this report is one of comparable reports provided for most European countries.

Discussion Paper Nr. 1039

August 2010

Ansgar Belke

Driven by the Markets? ECB Sovereign Bond Purchases and the Securities Markets Programme

After the dramatic rescue package for the euro area, the governing council of the European Central Bank decided to purchase European government bonds—to ensure an "orderly monetary policy transmission mechanism". Many observers argued that, by bond purchases, national fiscal policies could from now on dominate the common monetary policy. This note argues that they are quite right. The ECB has indeed become more dependent in political and financial terms. The ECB has decided to sterilise its bond purchases—compensating those purchases through sales of other bonds or money market instruments to keep the overall money supply unaffected. This is to counter accusations that the ECB is monetizing government debt. This note addresses how effective these sterilisation policies are. One problem inherent in the sterilization approach is that it reshuffles only the liability side of the ECB's balance sheet. It is not well-suited to either diminish the bloated ECB balance sheet or to remove the potentially toxic covered or sovereign bonds from it. In addition, the intake of potentially toxic assets as collateral and by outright purchases in the central bank balance sheet artificially keeps the asset prices up and does not prevent the (quite intransparent) risk transfer from one group of countries to another to occur. Finally, sterilization takes place in a setting of still ultra-lax monetary policies, i.e. of new liquidity-enhancing operations with unlimited allotment, and, hence, does not appear to be overly irrelevant. A credible strategy to deal with the financial crisis should deal primarily with the asset side of the ECB balance sheet.

Discussion Paper Nr. 1040

August 2010

Impressum

DIW Berlin
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
Tel. +49-30-897 89-0
Fax +49-30-897 89-200

Herausgeber
Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann (Präsident)
Prof. Dr. Alexander Kritikos (Vizepräsident)
Prof. Dr. Tilman Brück
Prof. Dr. Christian Dreger
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Prof. Dr. Viktor Steiner
Prof. Dr. Gert G. Wagner

Chefredaktion
Dr. Kurt Geppert
Carel Mohn

Redaktion
Tobias Hanraths
PD Dr. Elke Holst
Susanne Marcus
Manfred Schmidt

Lektorat
Dr. Thure Traber

Pressestelle
Renate Bogdanovic
Tel. +49-30-897 89-249
presse@diw.de

Vertrieb
DIW Berlin Leserservice
Postfach 7477649
Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. 01805-19 88 88, 14 Cent/min.
Reklamationen können nur innerhalb von vier Wochen nach Erscheinen des Wochenberichts angenommen werden; danach wird der Heftpreis berechnet.

Bezugspreis
Jahrgang Euro 180,–
Einzelheft Euro 7,–
(jeweils inkl. Mehrwertsteuer und Versandkosten)
Abbestellungen von Abonnements spätestens 6 Wochen vor Jahresende
ISSN 0012-1304
Bestellung unter leserservice@diw.de

Satz
eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck
USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an die Stabsabteilung Kommunikation des DIW Berlin (Kundenservice@diw.de) zulässig.

Gedruckt auf
100 Prozent Recyclingpapier

Schüssler 2008

Die notwendige Versöhnung von Familie und Beruf

von Klaus F. Zimmermann*

Heute beginnt in Kiel die Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik zum Thema Familienökonomie. DIW-Forschungsdirektorin C. Katharina Spiess wird dabei einen Plenumsvortrag halten.

Zu Beginn der 60er Jahre legten Nobelpreisträger Gary Becker und IZA-Preisträger Jacob Mincer die Grundlagen der modernen Familienökonomie und der Ökonomie demographischer Prozesse. Dem lag die Erkenntnis zugrunde, dass ökonomische Wirtschafts- und Verhaltensmodelle nicht an den Türen der Haushalte enden, sondern für das Verständnis von Haushaltsproduktion, der Allokation von Zeit, der Bildung und Funktionsweisen von Partnerschaften und von Reproduktion nutzbar gemacht werden können. Bald stand im Mittelpunkt, dass der Zeiteinsatz Restriktionen unterliegt und Geld kostet, und die Familie komplexe Haushaltsgüter in Verbundproduktion realisiert. 1985, also vor 25 Jahren, wurde mein Buch zur Familienökonomie publiziert, das all diese Themen bereits diskutiert.

Dies ermöglichte, den langfristig zu beobachtenden Geburtenrückgang und den Anstieg der Frauenerwerbstätigkeit als gemeinsamen Prozess zu verstehen: Steigende Löhne und damit gestiegene Kosten der Haushaltstätigkeit und steigender Attraktivität von Erwerbstätigkeit von Frauen sowie der Wunsch, immer bessere Lebensverhältnisse für (schlussendlich weniger) Kinder zu realisieren, bildeten die Erklärung. Eine Fokussierung der Familienförderung auf Kindergeld und die Bereitstellung von Kinderbetreuungseinrichtungen ermöglicht die Auflösung wirtschaftlicher und zeitlicher Restriktionen und die Vereinbarung von Familie und Beruf.

Während die Frauenerwerbstätigkeit in Deutschland weiter auf Expansionskurs liegt, und Frauen auch relativ zu den Männern glänzend durch die letzte große Wirtschaftskrise gekommen sind, bleibt es beim Geburtenstreik. Auch 2009 haben deutsche Frauen die niedrigste Nettoreproduktionsrate von allen 27 Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

Demographie und Bildungsexpansion bringen immer mehr Frauen in den Arbeitsmarkt. Eine Ausweitung der gesellschaftlich gewünschten und durch Fachkräftemangel auch nötigen Frauenerwerbstätigkeit ist aber nur mit besseren Rahmenbedingungen für die Kinderbetreuung umsetzbar. Geschieht dies nicht, so werden die Geburtenraten weiter niedrig bleiben.

Eine arbeitsmarktorientierte Familienpolitik getragen durch Betriebskindergärten, frühkindliche Betreuungssysteme, ausreichende Kindergartenplätze und eine Ganztagsbetreuung in den Schulen könnte Wirkung zeigen. Eine Abschaffung des Ehegattensplittings erbrächte mehr als 30 Milliarden Euro an Steuereinnahmen zur Finanzierung. Die dadurch weiter steigende Frauenerwerbstätigkeit wäre wachstumsfördernd und würde durch Verlagerung von Haushalts- in Marktproduktion die Binnennachfrage stärken.

Weitere Informationen:
Zimmermann, K. F.: Familienökonomie. Theoretische und empirische Untersuchungen zur Frauenerwerbstätigkeit und Geburtenentwicklung, 1985; Zimmermann, K. F.: Grenzen einer Bevölkerungspolitik durch Familienpolitik. Wirtschaftsdienst 1984, IV, 180–185.

*Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann ist Präsident des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin) und Herausgeber des Journal of Population Economics.