

Abschlussbericht

15.6.2017

Institutionell und technologisch konsistente Energiestrategien für eine zentral oder dezentral ausgerichtete Energiewende in Deutschland (de.zentral)

Autor/innen: Klaus Eisenack, Paul Neetzow, Linda Neubauer, Anna Pechan, Christina Roofls, Eva Schmid

Laufzeit des Vorhabens: 1.9.2013 bis 31.3.2017

Förderkennzeichen: 03EK3523A

Forschungspartner: Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (UO), Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Humboldt-Universität zu Berlin (HU).

Praxispartner: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) e.V., Germanwatch e.V., Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V., VKU e.V. - Landesgruppe Berlin-Brandenburg, 8 KU GmbH - Kooperation von acht großen kommunalen Energieversorgungsunternehmen

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den Autoren.

Projektteam

Leitung

Prof. Dr. Klaus Eisenack, Humboldt-Universität zu Berlin (klaus.eisenack@hu-berlin.de)

Dr. Anna Pechan (ab 04/2016), Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (anna.pechan@uni-oldenburg.de)

Dr. Brigitte Knopf (bis 01/2015), Dr. Eva Schmid (ab 02/2015), Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (eva.schmid@pik-potsdam.de)

Mitarbeiter/innen:

Nils Marscheider, Paul Neetzow, Linda Neubauer, Christina Roofls, Jan Micha Steinhäuser, Dr. Matteo Roggero

Inhaltsverzeichnis

I.	Kurze Darstellung	3
I.1	Aufgabenstellung	3
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	5
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	10
II.	Eingehende Darstellung	11
II.1	Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele	11
II.1.1	Wesentliche inhaltliche Projektergebnisse	11
II.2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	18
II.2.1	Universität Oldenburg	18
II.2.2	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung	18
II.2.3	Humboldt-Universität zu Berlin	18
II.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	18
II.4	Voraussichtlicher Nutzen insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans	19
II.5	Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	20
II.6	Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse	23
II.6.1	Publikationsverzeichnis des de.zentral Projektes	23
II.6.2	Liste wissenschaftlicher Vorträge	24
II.6.3	Organisation von Veranstaltungen für Wissenschaft und Praxis	26
II.6.4	Geplante Veröffentlichungen	27
II.6.5	Liste der Abschlussarbeiten während der Laufzeit des Projektes	27
III.	Anlagen	28

I. Kurze Darstellung

I.1 Aufgabenstellung

Die Bundesregierung hat 2011 ein umfangreiches energiepolitisches Gesetzespaket beschlossen und damit die Energiewende eingeleitet. Daraus ergaben sich weitreichende Konsequenzen für das deutsche Energiesystem und seine Einbettung in den europäischen Markt. Nur auf den ersten Blick sieht es so aus, als wäre 2011 ein gesellschaftlicher Konsens für die Entwicklung einer deutschen Energiestrategie erreicht worden. Allerdings wurde und wird die tatsächliche Ausgestaltung der Energiewende von verschiedenen Interessengruppen mit sehr unterschiedlichen Vorstellungen verknüpft. Dies offenbaren auch die weiteren energiepolitischen Reformprozesse aus den Jahren 2013 und 2016. Während auf der einen Seite Vorstellungen von einem dezentralen, bürgernahen Energiesystem präferiert werden, plädieren andere Stimmen und auch die EU Kommission für eine stärkere Zentralisierung. Es stellt sich also die Frage, welche Möglichkeiten es gibt, die Transformation des Energiesystems in dem Spannungsfeld zwischen dezentraler und zentraler Energieversorgung zu gestalten.

Eine genauere Betrachtung verlangt dabei ein differenzierteres Verständnis von Dezentralität und Zentralität. Aufgabe des Projektes *de.zentral* war es, genau dieses differenzierte Verständnis zu entwickeln: Welche Technologien und Institutionen sind miteinander konsistent, wenn Energiestrategien dezentral oder zentral ausgestaltet werden sollen? Wie können die unterschiedlichen institutionellen Ebenen zusammenwirken? Wo schließen sich vorgeschlagene Pfade aus, wo ergänzen sie sich? Welche Institutionen werden für die Umsetzung einer dezentralen oder zentralen Transformation des Energiesystems benötigt? Diese Fragen wurden im Projekt unter einem gemeinsamen Rahmenkonzept sowohl von technischer als auch von institutioneller Seite her bearbeitet. Die Ziele des *Projekts de.zentral* waren: (1) Die Entwicklung von technologisch, ökonomisch und institutionell konsistenten Energiestrategien für die Transformation des deutschen Energiesystems. (2) Ein tieferes Verständnis der Grenzen, Möglichkeiten und gegenseitigen Abhängigkeiten von dezentralen und zentralen Gestaltungsoptionen der Energiewende. (3) Die Entwicklung von konsistenten Energiestrategien als mögliche Grundlage eines weiteren gesellschaftlichen und politischen Dialogs.

Das Projekt *de.zentral* stellte sich damit der Aufgabe, durch eine integrierte Analyse von unterschiedlichen Transformationsoptionen für das deutsche Energiesystem sowie möglicher Governance-Strukturen einen innovativen Ansatz zur Erarbeitung einer transdisziplinären Perspektive zu entwickeln. Die Transformationsoptionen sollten dadurch nicht nur die technische Machbarkeit adressieren, sondern auch deren Umwelt- und Gesellschaftsverträglichkeit und somit wissenschaftliche Grundlagen für den gesellschaftspolitischen Dialog zur praktischen Umsetzung der Energiewende liefern.

Als Praxispartner für den transdisziplinären Ansatz wurden der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Germanwatch, die Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), der Verband kommunaler Unternehmen (VKU), der Verband kommunaler Unternehmen – Landesgruppe Berlin-

Brandenburg, und die 8 KU – Kooperation von acht großen kommunalen Energieversorgungsunternehmen, gewonnen.

Durch Workshops und zahlreiche Interviews konnte das Projektteam ein differenziertes Bild von unterschiedlichen Annahmen über Zusammenhänge im Stromsystem zeichnen. Parallel dazu untersuchte das Projektteam anhand von analytischen und institutionenökonomischen Ansätzen einzelne Systemzusammenhänge unter Einbeziehung der europäischen Perspektive: Zwischen Netz- und Speicherausbau; zwischen Marktdesign und Standortwahl für Windenergieerzeugungsanlagen; zwischen Marktdesign und Investitionen in unterschiedliche Erzeugungstechnologien; zwischen europäischer Netzregulierung und Netzausbau; zwischen europäischer und nationaler Klimapolitik. Somit wurde ein breites Spektrum an Transformationsoptionen analysiert und für die jeweiligen Zusammenhänge ein vertieftes und differenziertes Verständnis geschaffen, das als Grundlage für weitere politische Entscheidungen herangezogen werden kann.

I.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt de.zentral wurde in Kooperation zwischen den Projektpartnern Universität Oldenburg (UO) und Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), sowie ab April 2016 der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) durchgeführt. In regelmäßigen Abständen wurden Projekttreffen und Telefonkonferenzen mit dem gesamten Team durchgeführt um den Fortschritt in der Forschungsarbeit zu diskutieren und das weitere Vorgehen zu planen, sowie bereits Erreichtes zu reflektieren und evaluieren.

Universität Oldenburg: Das Vorhaben wurde von Projektleiter Prof. Dr. Klaus Eisenack (bis 03/2016), den (Post-) Doktorand/innen Dr. Anna Pechan, Micha Steinhäuser (bis 03/2015), Linda Neubauer, Maren Petersen (10/2013 bis 02/2014) und Nils Marscheider (03/2014 bis 12/2015) bearbeitet. Extern finanzierter Mitarbeiter war Paul Neetzow (01/2016-03/2017). Nils Marscheider befand sich vom 03.10. bis 02.12.2014 in Elternzeit. Linda Neubauer war vom 16.11.2014 bis 01.03.2015 in Mutterschutz, hat vom 02.03. bis zum 03.06.2015 in Elternzeit mit reduzierter Stundenzahl gearbeitet und war im Anschluss bis zum 03.09.2015 völlig vom Dienst freigestellt. Nach dem Wechsel von Herrn Eisenack an die HU Berlin (03/2016) übernahm Frau Pechan die Leitung in Oldenburg. Die Projektlaufzeit wurde kostenneutral bis zum 31.03.2017 verlängert.

PIK: Das Projekt de.zentral wurde hier erst von Dr. Brigitte Knopf und ab 03/2015 von Dr. Eva Schmid geleitet. Christina Roolfs bearbeitet das Projekt über die gesamte Dauer hinweg als Doktorandin. Im Zeitraum vom 30.10.2015 bis zum 30.09.2016 war Dr. Eva Schmid in Mutterschutz und Elternzeit. Die Projektlaufzeit wurde kostenneutral bis zum 31.03.2017 verlängert.

HU: Mit dem Wechsel des Projektleiters Prof. Dr. Klaus Eisenack an die HU (03/2016) und der damit verbundenen und bewilligten Neubeantragung wurde die HU ab 04/16 weiterer Projektpartner. Mitarbeiter war dort Dr. Matteo Roggero (04/2016 bis 03/2017).

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Arbeitsplan des Projektes sah 3 Phasen vor: Die Entwicklung von Narrativen, die Entwicklung und Analyse von dezentralen und zentralen Gestaltungsoptionen, sowie die Synthese technologisch und institutionell konsistenter Energiestrategien, siehe Abbildung 1. Diese sind wie geplant ausgeführt worden.

In Phase 1 wurden bestehende Energiestrategien in einer ausführlichen Literaturübersicht erfasst. Im ersten Stakeholder-Workshop am 20.02.2014 wurde diskutiert wo die Schwerpunkte für die Forschung im Projekt aus Sicht der Praxisakteure gelegt werden sollte. Die Phase wurde abgeschlossen mit einem internen Diskussionspapier über die zwei wichtigsten Dimensionen der Narrative, welche letztendlich über die gesamte Projektdauer hinweg genutzt wurden.

In Phase 2 wurden zentrale und dezentrale Gestaltungsoptionen aus den Perspektiven Technologie sowie Institutionen und Akteure analysiert. Die jeweiligen Aktivitäten fanden im intensiven Austausch über das gesamte Projektteam hinweg statt. In Aktivität II.1 wurde aus der technologischen Perspektive geforscht und verschiedene numerische und analytische Modelle entwickelt bzw. weiterentwickelt, die jeweils unterschiedliche Aspekte von Zentralität und Dezentralität bei der Stromerzeugung beleuchten. Aktivität II.2 widmete sich der Perspektive der Institutionen und Akteure; hier wurde insbesondere eine innovative Methode zur qualitativen Szenario-Entwicklung basierend auf den mentalen Modellen von Praxisakteuren angewandt.

Phase 3 widmete sich der Synthese von technologisch und institutionell konsistenten Energiestrategien. In Aktivität III.1 stand die Einbettung von Deutschland in Europa als Mehr-Ebenensystem im Vordergrund. Es erfolgte die Entwicklung eines ökonomischen Föderalismusmodells, welches von der Konzeption einen theoretischen Neuansatz darstellt, da es die Zustimmung der Staaten als Prämisse annimmt. Weiterhin wurde anhand eines qualitativen Ansatzes die Verteilung von Entscheidungskompetenzen für spezifische Funktionen der EU-weiten Netzregulierung analysiert. In Aktivität III.2 wurde die Interdependenzen von Stromspeichern und Übertragungsnetzen untersucht. Dies erfolgte einerseits mittels eines analytischen Ansatzes und andererseits mit Hilfe eines numerischen Simulationsmodells. In Aktivität III.3 ermöglichte der Stakeholder-Workshop am 10.11.2016 Feedback von Praxispartnern und Stakeholdern bezüglich der Forschungsergebnisse welches dann Eingang in die Synthese der Projektergebnisse aus Sicht des gesamten Projektes fand.

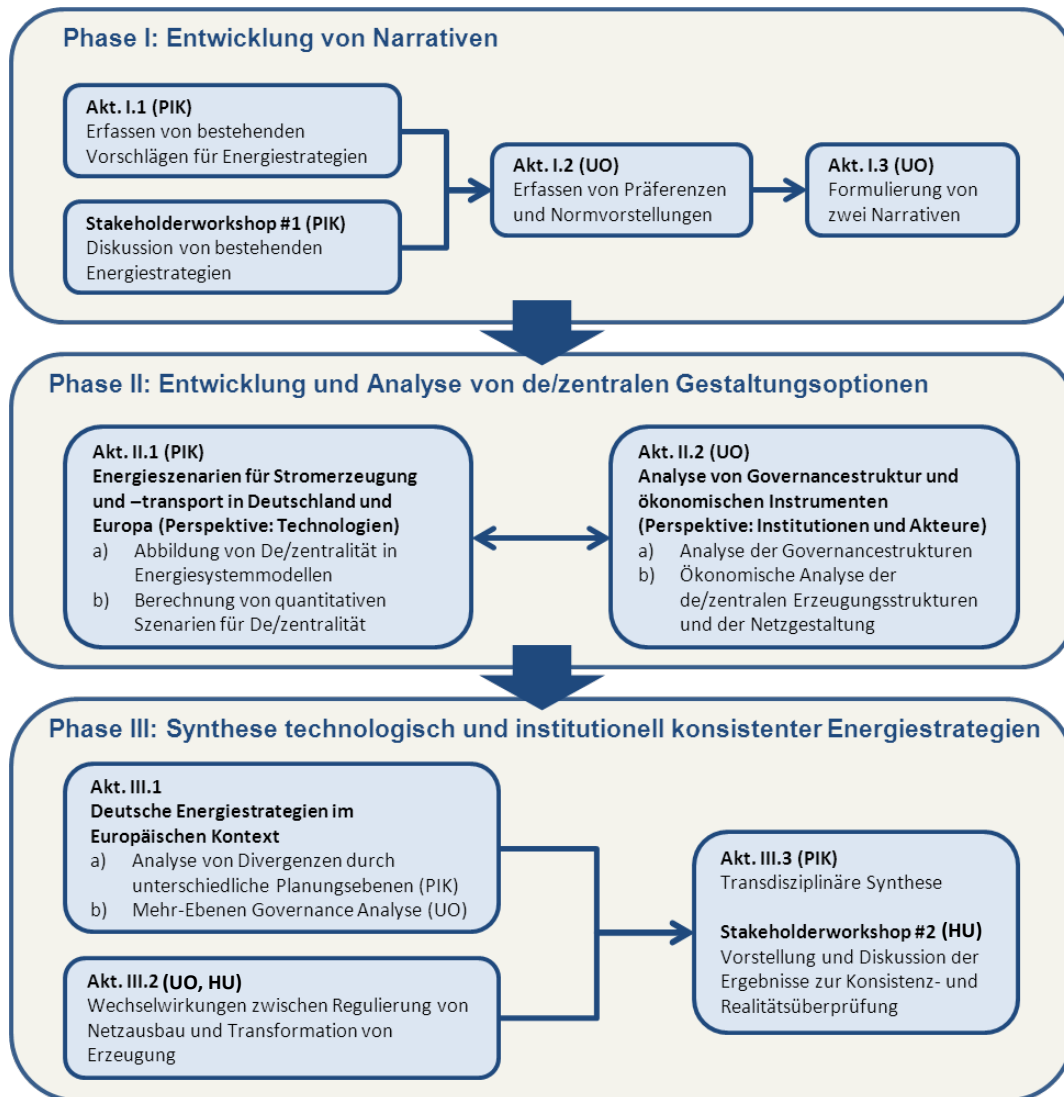


Abbildung 1: Übersicht des Arbeitsplans des Projekts de.zentral. Federführung der Aktivitäten in Klammern: Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Universität Oldenburg (UO), Humboldt-Universität zu Berlin (HU).

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Naturgemäß kann hier nur eine kleine Auswahl besonders wichtiger Arbeiten angeführt werden.

Veröffentlichungen mit besonderer Bedeutung für das Gesamtprojekt

Die folgenden Publikationen waren wichtige Eingangsliteratur für das Gesamtprojekt:

- Künneke, R. (2008) Institutional reform and technological practice: the case of electricity; Industrial and Corporate Change, Volume 17, Number 2, pp. 233–265.
- Stoft, S. (2002) Power System Economics: Designing Markets for Electricity, Wiley.

- Battaglini, A., Lilliestam, J. (2011): Zur Governance des Übertragungsnetzes. Schriftenreihe Ökologie, Band 16, Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin.
- Umweltbundesamt (UBA) (2010): Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen, Dessau
- Growitsch C, Müller C, Pavel F, Plum A, Süße M, Wissner M (2011). Anforderungen an die Unternehmenslandschaft zur volkswirtschaftlich bestmöglichen Bewältigung der derzeitigen und zukünftigen Aufgaben im Strom- und Gasmarkt – Brauchen wir eine Rekommunalisierung der Energiewirtschaft? Abschlussbericht einer Studie der WIK-Consult für RWE, Bad Honnef
- Becker, S., Wilmert, B. (Hrsg., 2011) d-zentral. Verantwortlich und effizient - für die Energie-Zukunft einer offenen Gesellschaft, Wesentlich Verlag.
- Dieckhoff, C., W. Fichtner, A. Grunwald, S. Meyer, M. Nast, L. Nierling, O. Renn, A. Voß, M. Wietschel (Hrsg., 2011) Energieszenarien Konstruktion, Bewertung und Wirkung – „Anbieter“ und „Nachfrager“ im Dialog, KIT Scientific Publishing
- Ambec, S., C. Crampes (2010): Electricity Provision with Intermittent Sources of Energy, Working Papers, LERNA, University of Toulouse
- Künneke, R., Groenewegen, J., Menard, C. (2010): Aligning Modes of Organization with Technology: Critical Transactions in the Reform of Infrastructures. *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 75, No. 3, p. 494 – 505’
- Verbong, G.P.J., Geels, F.W. (2010). Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. In: *Technological Forecasting and Social Change*, 77 (8), 1214–1221

Veröffentlichungen mit besonderer Bedeutung für die einzelnen Aktivitäten

Phase I (Akt. I.1, I.2 & I.3): Entwicklung von Narrativen

- Jasanoff, S. and S.-H. Kim (2013), “Sociotechnical Imaginaries and National Energy Policies,” *Science as Culture*, vol. 22, no. 2, pp. 189–19.
- Hård, M. (1993). “Beyond Harmony and Consensus: A Social Conflict Approach to Technology. *Science*”, *Technology & Human Values*, 18(4), 408–432.
- Gailing, L., F. Hüesker, K. Kern, and A. Röhring (2013). „Die räumliche Gestaltung der Energiewende zwischen Zentralität und Dezentralität“ Working Paper 51, Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung.
- Leprich, U., Bauknecht, Di., Evers, E., Gaßner, H., & Schrader, K. (2005). Dezentrale Energiesysteme und Aktive Netzbetreiber (DENSAN). Endbericht.
- Agora Energiewende (2013). *Kostenoptimaler Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland - Ein Vergleich möglicher Strategien für den Ausbau von Wind- und Solarenergie in Deutschland bis 2033*. Berlin (Germany). Agora Energiewende.
- Breyer, C., B. Müller, C. Möller, E. Gaudchau, L. Schneider, K. Gajkowski, M. Resch, and G. Pleßmann (2013). *Vergleich und Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus erneuerbaren Energien in Deutschland*. Technical report, Reiner Lemoine Institut, Berlin (Germany).

- Peter, S. (2013). Modellierung einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung im Jahr 2050 in autarken, dezentralen Strukturen. Technical Report Climate Change 14/2013, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (Germany).
- Klaus, T., C. Vollmer, K. Werner, H. Lehmann, K. Müschen, C. Pape, M. Sterner, S. Peter, and M. Nowakowski (2012). Lokale Autarkie vs. Stromverbund - Szenarien für eine zukünftige Stromversorgung. Technical report, Umweltbundesamt.

Aktivität II.1 Energieszenarien für Stromerzeugung und –transport in Deutschland und Europa

- Chao, H.-P., Peck, S. C., 1998. Reliability management in competitive electricity markets. *Journal of Regulatory Economics* 14 (2), 189–200.
- Dietrich, K., Leuthold, F., Weigt, H., 2010. Will the market get it right? The placing of new power plants in Germany. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 34 (4), 255–265.
- Hitaj, C., Schymura, M., Löschel, A., 2014. The impact of a feed-in tariff on wind power development in Germany. Discussion Paper No. 14-035, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)
- Schmidt, J., Lehecka, G., Gass, V., Schmid, E., 2013. Where the wind blows: Assessing the effect of fixed and premium based feed-in tariffs on the spatial diversification of wind turbines. *Energy Economics* 40 (C), 269–276.

Aktivität II.2 Analyse von Governancestruktur und ökonomischen Instrumenten

- Chao, H.-p. (2011). Efficient pricing and investment in electricity markets with intermittent resources. *Energy Policy* 39 (7), 3945-3953.
- Crew, M. A., C. S. Fernando, and P. R. Kleindorfer (1995). The theory of peak-load pricing: A survey. *Journal of Regulatory Economics* 8, 215-248.
- Fligstein, N. and D. McAdam (2012), *A theory of fields*. New York: Oxford University Press.
- Förster, H. and J. Lilliestam (2010). Modeling thermoelectric power generation in view of climate change. *Regional Environmental Change* 10 (4), 327-338.
- Foxon, T. J., Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., & Thornton, J. (2013). “Branching points for transition pathways: assessing responses of actors to challenges on pathways to a low carbon future” *Energy Policy*, 52, 146–158.
- Hård, M. (1993) ‘Beyond harmony and consensus: a social conflict approach to technology’, *Science, Technology & Human Values* 18: 408–432.
- Schmid, E, Knopf, B (2012) 'Ambitious mitigation scenarios for Germany: A participatory approach', *Energy Policy* 51: 662–672.

Aktivität III.1 Deutsche Energiestrategien im europäischen Kontext

- Williams, Roberton C. (2012), “Growing state–federal conflicts in environmental policy: The role of market-based regulation” *Journal of Public Economics* 96 (11-12), pp. 1092–1099.
- Chichilnisky, Graciela; Heal, Geoffrey (1994) “Who should abate carbon emissions?” *Economics Letters* 44, pp. 443–449.

- Olson, Mancur (1965). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Cambridge, Massachusetts, London, England: Harvard University Press (20 printing, 2002).

Aktivität III.2 Wechselwirkungen zwischen der Regulierung von Netzausbau und Transformation der Elektrizitätserzeugung

- Tangeras, T., 2012 Optimal transmission regulation of an integrated energy market, *Energy Economics*, Vol. 34, Issue 5, 1644-1655
- Turvey, R., 2006. Interconnector economics. *Energy Policy*, 34 (13), 1457–1472
- Purchala, K., Meeus, L., & Belmans, R. (2004). The analysis of the cross-border capacity allocation in the Benelux region. In Proc. 40th CIGRE Conference.
- Eberlein, B. (2007). EU Experimentalist Governance in the Energy Sector. Conference paper “EU Governance: Towards a New Architecture”.
- Gravelle, H. (1976). The peak load problem with feasible storage. *The Economic Journal* 86(342), 256–277.
- Haller, M., S. Ludig, and N. Bauer (2012). Bridging the scales: A conceptual model for coordinated expansion of renewable power generation, transmission and storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(5), 2687–2695.
- Steinke, F., P. Wolfrum, and C. Hoffmann (2013). Grid vs. storage in a 100 % renewable Europe. *Renewable Energy* 50, 826–832.
- Denholm, P. and R. Sioshansi (2009). The value of compressed air energy storage with wind in transmission-constrained electric power systems. *Energy Policy* 37(8), 3149–3158.

Aktivität III.3 Transdisziplinäre Synthese, Stakeholder Workshop

- Rhyne, R. (1995). “Field anomaly relaxation” *Futures*, 27(6), 657–674.
- Weimer-Jehle, W. (2006) “Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 73, no. 4, pp. 334–361.
- Denzau, A.T. and D. C. North (1994), “Shared Mental Models: Ideologies and Institutions,” *Kyklos*, vol. 47, no. 1, pp. 3–31.
- Mahoney, J., & Goertz, G. (2006). “A Tale of Two Cultures: Contrasting Quantitative and Qualitative Research” *Political Analysis*, 14(3), 227–249.
- Hess, D. J. (2013). Political Ideology and the Green-Energy Transition in the United States. In D. Kleinman & K. Moore (Eds.), *Routledge Handbook of Science and Technology Studies*. New York: Routledge.
- Hendriks, C. M. (2009). “Policy design without democracy? Making democratic sense of transition management” *Policy Sciences*, 42(4), 341–368.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Praxispartner

- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) e.V.
- Germanwatch e.V.
- Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP)
- Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V.
- Verband kommunaler Unternehmen (VKU) e.V.- Landesgruppe Berlin-Brandenburg
- 8 KU GmbH- Kooperation von acht großen kommunalen Energieversorgungsunternehmen

Weitere privatwirtschaftliche und öffentliche Einrichtungen, die an den Workshops beteiligt waren

- 50Hertz Transmission GmbH
- Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
- Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- Energiewendeministerium Schleswig-Holstein
- MetropolSolar Rhein-Neckar e.V.
- Öko-Institut e.V.
- EnerNOC, Inc.
- Renewables Grid Initiative e.V.
- Statkraft Germany GmbH
- Stiftung Neue Verantwortung e.V.
- Vattenfall GmbH
- Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.
- EnBW AG
- Trianel GmbH
- crowdener.gy
- Verbraucherzentrale Bundesverband (VZBV)

Andere Forschungseinrichtungen

- Freie Universität Berlin, Forschungszentrum für Umweltpolitik (Ansprechpartnerin: Karoline Steinbacher)
- Mercator-Institut für Research on Global Commons and Climate Change (Ansprechpartner: Prof. Dr. Lion Hirth)
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Ansprechpartner: Dr. Sebastian Strunz)
- Università di Firenze (Ansprechpartnerin: Corinne Baukloh)

II. Eingehende Darstellung

II.1 Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

II.1.1 Wesentliche inhaltliche Projektergebnisse

Phase I: Entwicklung von Narrativen

Aktivität I.1: Erfassen von bestehenden Vorschlägen für Energiestrategien (PIK)

Im Rahmen des ersten Arbeitspaketes erfolgte eine ausführliche Literaturrecherche, welche in Form eines internen Diskussionspapiers festgehalten wurde. Fokus war hier neben wissenschaftlicher Literatur die Erfassung von bestehenden Vorschlägen für Energiestrategien.

Zudem fand der erste Stakeholder-Workshop am 20. Februar 2014 am PIK statt. Hierfür wurde eine gründliche Konzeptionierung entwickelt, Agenda und Moderationsmethoden geplant. Ein erweiterter Kreis von Stakeholdern wurde aktiviert, und gemeinsam mit den Praxispartnern eingeladen. Mit insgesamt 15 Stakeholdern wurden die Relevanz und Grundlagen von möglichen Forschungsschwerpunkten diskutiert. Die Resultate des Workshops wurden in einem Ergebnisprotokoll festgehalten und an die Teilnehmer sowie weitere interessierte Stakeholder disseminiert.

Aktivität I.2: Erfassung von Präferenzen und Normvorstellungen (UO)

Auf der Basis der in der Literaturübersicht verwendeten Analysekategorien wurden bestehende Vorschläge und Positionen von Stakeholdern für Energiestrategien nach genannten Zielen, Instrumenten und Akteuren der Energiewende in einem internen Dokument aufgeschlüsselt. Dieses diente insbesondere auch zur Vorbereitung und Ergebnisaufbereitung des Stakeholder-Workshops und fand bei der Erstellung der Narrative Verwendung.

Aktivität I.3: Formulierung von zwei Narrativen (UO)

Das Diskussionspapier zu den entwickelten Narrativen wurde erarbeitet und an die Praxispartner sowie einen erweiterten Stakeholderkreis disseminiert. In diesem Diskussionspapier werden verschiedene Entwicklungen des Energiesystems anhand zweier Dimensionen eingeteilt. Diese Dimensionen sind einerseits die Einbindung von Konsumenten, von passiven zu aktiven Konsumenten, und andererseits die Ebene der Koordination, von nachbarschaftlichen bzw. lokal organisierten Koordinationsmechanismen hin zur EU-Ebene. Um die Ergebnisse mit dem analytischen Ansatz von de.zentral „Technologie-Akteure-Institutionen“ (TAI) fassbar zu machen, werden sowohl mögliche beteiligte Akteure, als auch technische und institutionelle Ausgestaltungen jeweils für die verschiedenen Dimensionen (aktive Konsumenten / passive Konsumenten / lokale Koordination / Koordination durch die EU) beschrieben und diskutiert. Diese Arbeiten finden im weiteren Verlauf des Projektes unter anderem als Arbeitsgrundlage für die Research-Designs für Qualitative Infrastrukturszenarien Verwendung.

Phase II: Entwicklung und Analyse von de/zentralen Gestaltungsoptionen

Aktivität II.1: Energieszenarien für Stromerzeugung und –transport in Deutschland und Europa (Perspektive: Technologien) (PIK)

In dieser Aktivität wurden Konzepte entwickelt, wie sich die in der vorhergehenden Aktivität identifizierten eher zentralen sowie eher dezentralen Gestaltungsoptionen in Energiesystemmodellen abbilden lassen. Das Europäische Stromsystemmodell LIMES-EU wurde genutzt um Analysen zu den Auswirkungen unilateraler Klimaschutzpolitiken von Deutschland, also dezentral veranlassten, im europäischen Kontext, also der zentralen Ebene, zu rechnen. Das Modell bildet Stromerzeugung und Transport aller europäischen Mitgliedsstaaten ab. Betrachtet wurden Politiken wie ein vorzeitiger deutscher Kohleausstieg, ein Mindestpreis für CO₂ sowie ambitionierte nationale Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien. Die Ergebnisse können mit Hilfe des numerischen Modells zeigen, dass ein zentral gesetzter Mindestpreis von CO₂ auf europäischer Ebene dazu führt, dass unilaterale, also dezentral entschiedene, höhere Klimaschutzambitionen nicht komplett von anderen Ländern im Europäischen Emissionshandelssystem ausgeglichen werden. Die Aktivität mündete in einer Publikation in Verbindung mit der Forschung in Aktivität III.1, und zwar einem englischsprachigen Buchkapitel in einem hochkarätigen Sammelbandes der MIT Press, welcher die Forschung einer breiten politischen Leserschaft zugänglich macht.

In einer weiteren Arbeit wurde mit Bezug auf die Fragestellung von Einflussfaktoren der räumlichen Verteilung des Ausbaus von Windenergieanlagen ein bestehendes Modell erweitert und für die Berechnungen erfolgreich angewendet. Das Sechs-Knoten Testmodell von Chao und Peck¹ wurde bereits vielfach in der Literatur angewendet, um Auswirkungen von Marktdesign und Investitionsanreizen zu untersuchen. Untersucht werden die Einflüsse von (a) unterschiedlichen Fördermechanismen von Windenergieanlagen und (b) unterschiedlicher Energiemarktdesigns. Es zeigt sich, dass das institutionelle Setting einen großen Einfluss auf die Standortwahl hat. Während das Winddargebot die Standortwahl in allen betrachteten Fällen dominiert, beeinflussen die Varianz der Windeinspeisung, sowie die Korrelation mit der Nachfrage bzw. mit anderen Standorten die räumliche Verteilung, wenn eine Marktprämie vorliegt. Wenn mehrere Standorte ähnliche Windkonditionen aufweisen führt eine Marktprämie zu einer größeren räumlichen Verteilung, also einem dezentraleren Ausbau, als eine fixe Einspeisevergütung. Der wissenschaftliche Artikel wurde bei einer internationalen Fachzeitschrift eingereicht und zwischenzeitlich weiter überarbeitet und neu eingereicht. Eine Entscheidung des Journals steht noch aus.

Des Weiteren wurde das detaillierte technisch-ökonomisches Lastflussmodell des deutschen Elektrizitätssystems weiterentwickelt. Damit wird am Beispiel der regionalen Abschaltung von Großkraftwerken die Auswirkung regional begrenzter Entscheidungen auf die restlichen Regionen Deutschlands untersucht. Insbesondere wird dabei auf die Frage eingegangen, wie sich die Auswirkungen bei unterschiedlichen Market-Designs (nodal pricing / uniform pricing) unterscheiden und

¹ Chao, H.-P., Peck, S.C. (1998) Reliability management in competitive electricity markets. Journal of Regulatory Economics 14 (2), 189-200

wie sich dabei die jeweiligen Anreizstrukturen gestalten. Hauptergebnis ist hier, dass sich die Auswirkungen bei verschiedenen ökonomischen Marktdesigns weniger hinsichtlich der Systemkosten, deutlich aber hinsichtlich der Verteilung der Kosten zwischen Konsumenten und Produzenten im Raum unterscheiden. Der wissenschaftliche Artikel befindet sich aktuell im Begutachtungsprozess.

Aktivität II.2: Analyse von Governancestruktur und ökonomischen Instrumenten (Perspektive: Institutionen und Akteure) (UO)

In dieser Aktivität wurde eine theoriegestützte Literaturrecherche durchgeführt um die in der Energiewende relevanten Akteure und deren Handlungsmöglichkeiten, also die Governancestrukturen im deutschen Stromsystem, systematisch zu verstehen. Die angewandte Theorie ist die der strategischen Aktionsfelder von Fligstein und Mc. Adam (2012)². Ziel ist es, die soziale Dimension der Energiewende zu unterstreichen. Es wurden sieben strategische Aktionsfelder unterschieden und zwar aus Sicht der technologischen Perspektive: Konventionelle Kraftwerke, großskalige Erneuerbare Energien, Übertragungsnetz, Nachfrageseite, Speicher, Verteilnetz und kleine & mittlere Erneuerbare Energien. Die Analyse zeigt eine große Bandbreite von Akteuren die sich bezüglich ihrer Motive und unterliegenden Weltansichten und damit einhergehenden Präferenzen unterscheiden. Die langfristigen Visionen für den Stromsektor reichen von den Archetypen der dezentralen, regionalisierten Lösung (von herausfordernden Akteuren favorisiert) bis zu zentralisierten, europäischen Lösungen (von den etablierten Akteuren favorisiert). Wir zeigen, dass für die Frage welche Lösung sich letztendlich durchsetzen wird, die ausschlaggebenden Faktoren primär institutioneller Natur sind und zwischen den Akteuren in der politischen Arena ausgefochten werden. Aus technologischer Sicht sind dezentrale und zentrale Lösungen gut miteinander vereinbar; aus institutioneller Sicht aber nicht unbedingt. Die Forschungsergebnisse gewannen auf der 9. Internationalen Energiewirtschaftstagung (IEWT) in Wien im Februar 2015 den "Young Scientist Best Paper Award". Sie wurden im gleichen Jahr im Fachjournal „Energy Research and Social Science“ publiziert.

Weiterhin wurden auf Basis der Ergebnisse des Stakeholder-Dialogs mögliche Strommarktdesigns zum Umgang mit Flexibilität untersucht. Ein Thema war hier die Option abschaltbarer Verträge für Privatkunden. Theoretisch lassen sich bei heutigen technologischen Optionen damit bereits Effizienzgewinne realisieren. Diese könnten eine dezentrale Stromversorgung erleichtern. In diesem Themenfeld der Flexibilität bei verschiedenen Strommarktdesigns wurden insbesondere die theoretischen Aspekte des Peak-load-pricing untersucht. Eine Frage ist, ob die Berücksichtigung nicht-regelbarer Erzeugung hier Modifikationen der Standardtheorie und damit auch des Marktdesigns erfordert. Zudem wird die Bedeutung langsam regelbarer konventioneller Kraftwerke im Zusammenspiel mit fluktuierenden Erneuerbaren untersucht. Es zeigt sich unter anderem, dass der sich dadurch der Wettbewerb zwischen Erneuerbaren und konventioneller Erzeugung verschärft, und dass bei einem konventionellen Energiemarktdesign Kostendeckungsprobleme auftreten. Diese Arbeit befand sich zu Projektende kurz vor der Einreichung für eine Fachzeitschrift.

Phase III: Synthese technologisch und institutionell konsistenter Energiestrategien

² Fligstein N, McAdam D. A theory of fields. New York: Oxford University Press; 2012.

Aktivität III.1 Deutsche Energiestrategien im Europäischen Kontext (PIK, UO)

Das in dieser Aktivität entwickelte ökonomische Föderalismusmodell untersucht vorteilhafte Gestaltungsmöglichkeiten von Politikinstrumenten in politischen Mehrebenensystemen, wie beispielweise der EU. „Vorteilhaft“ meint in diesem Kontext, dass die Politik der oberen Ebene die Zustimmung der unteren Ebenen sicherstellen muss um ein föderales oder globales Gut (z.B. Emissionsverminderung zum Klimaschutz) bereitzustellen. Die Bereitstellung wird gesteuert durch einen einheitlichen Preis (z.B. CO₂-Preis) und die Rückverteilung der Einnahmen durch den (CO₂-)Preis (Transfer). Parallel wurde das theoretische Modell, welches von der Konzeption einen theoretischen Neuanfang darstellt, auch numerisch programmiert. Eine Weiterentwicklung des numerischen Modells und Anwendung auf den europäischen Kontext ist geplant. Die Ergebnisse zeigen, dass eine obere Regierungsebene keine Verbesserung erzielt, wenn sie Transfers in Abhängigkeit der tatsächlichen Emissionsmenge einsetzt. Wenn die obere Ebene jedoch einen Transfer auf Grundlage von Gleichheit oder dezentralen Emissionsmengen der unteren Ebenen implementiert, kann sie 1.) unter bestimmten Voraussetzungen eine Pareto-Verbesserung zur dezentralen Lösung erzielen 2.) einen Mindestpreis ermitteln, der auf die Zustimmung aller Länder trifft. Bei Implementierung des endogenen Mindestpreises stimmt das reichste Land Staat zu, einen überverhältnismäßig großen Teil der föderalen Politikkosten zu tragen. Diese Kostenübernahme durch den reichsten Staat definiert die ökonomische, neoliberalen Theorie als den wohlwollenden Hegemon (nicht zu verwechseln mit der Definition es Neorealismus-Theorie). Das erarbeitete Konferenzpapier wurde in 2016 und 2017 auf mehrere Tagungen vorgestellt und diskutiert und steht nun kurz vor Einreichung.

In einer weiteren Publikation (Edenhofer et. al 2017) für die breitere politische Öffentlichkeit wurden Empfehlungen zur EU ETS Reform auf dem Hintergrund heterogener Mitgliedsstaaten (d.h. unterschiedlichen Präferenzen für Klimaschutz und unterschiedliche Zahlungsfähigkeiten bzw. Bereitschaften). Insbesondere wurden Szenarien eine EU ETS Mindestpreise in Kombination mit einem deutschen CO₂-Preis gerechnet. In 2016 erfolgten editorische Arbeiten. Der Aufsatz wird in 2017 mit einem Kommentar von Jos Delbeke erscheinen. Diese Publikation resultierte in direktem Zusammenhang mit Aktivität II.1 Energieszenarien für Stromerzeugung und –transport in Deutschland und Europa (Perspektive: Technologien) (PIK), in dem die Szenarien mit LIMES-EU gerechnet wurden.

Anhand eines qualitativen, politik-ökonomischen Ansatzes wurde die Verteilung von Entscheidungskompetenzen für spezifische Funktionen der EU-weiten Netzregulierung analysiert. Im Vordergrund standen dabei die langfristige Bereitstellungsfunktion, also der Ausbau der grenzüberschreitenden Infrastruktur und die kurzfristige Lastmanagementfunktion, also die grenzübergreifende Koordination von Lastflüssen. Für beide Funktionen wurde mit dem 3. Energiemarktpaket 2009, der TEN-E Regulierung 2013 und der Umsetzung der Netzwerk Codes eine neue Governancestruktur geschaffen, die Entscheidungs- und Gestaltungskompetenzen bei Institutionen auf EU Ebene bündelt.

Aufgrund des hohen Koordinationsbedarfes wird eine Konzentration der Entscheidungs- und Gestaltungskompetenz aus wissenschaftlicher und technischer Sicht zumeist als Vorteilhaft erachtet. Demgegenüber stehen der Machtverlust nationalstaatlicher Entscheidungsträger und damit deren

Fähigkeit, die im regulierten Markt entstehenden Verteilungskonflikte zugunsten der nationalen Akteure zu beeinflussen. Die Arbeit fragte deshalb, wie in diesem Spannungsfeld der Wandel hin zu zentralisierten Entscheidungs- und Regelsetzungsstrukturen für bestimmte Funktionen der grenzüberschreitenden Übertragungsnetzregulierung erklärt werden kann. Hierzu wurde ein theoretischer Rahmen entwickelt, der auf Erklärungsansätze des Historischen Institutionalismus und der Rational Choice Theorie zurückgreift. Die historische Perspektive verdeutlichte dabei, wie sich durch die Schaffung neuer Akteure, nämlich der entflochtenen Übertragungsnetzbetreiber, nationaler Regulierungsbehörden und neuer Anbieter insbesondere erneuerbarer Energien, die Konfliktlinien und der Koordinationsbedarf verändert haben. Die Rational Choice Perspektive zeigte welche Konfliktlinien die Verhandlungen für das 3. Energiemarktpaket 2009 determiniert haben und wie diese sich hin zur Verhandlung der TEN-E Regulierung und dem Umsetzungsprozess der Network Codes verändert bzw. verstetigt haben. Dominant ist demnach nicht mehr die national-supranationale Konfliktachse, sondern vielmehr Konflikte zwischen den Akteuren (Anbieter-Übertragungsnetz-Behörden).

Bestätigt wird dies weiter durch eine Analyse von 20 deutschen Akteuren im Konsultationsverfahren zur Reform des Marktdesigns auf EU-Ebene (Winter Package 2016). Deutlich zeigt sich dabei der Konflikt zwischen Übertragungsnetzbetreibern und anderen Marktakteuren, die mehr Beteiligung an den Regelsetzungsverfahren des europäischen Verbands der Übertragungsnetzbetreiber fordern. Auf Basis der Konsultationsergebnisse ist davon auszugehen, dass sich Deutschland zukünftig nicht für eine weitere Delegation von Entscheidungskompetenzen an die EU Ebene einsetzen wird.

Die Beschreibung des institutionellen Wandels wurde durch eine detaillierte Analyse der Governancestruktur zum grenzüberschreitenden Kapazitätsmanagement, insbesondere der Gebotszonenkonfiguration, ergänzt. Die Analyse zeigt drei zentrale Herausforderungen und mögliche Gestaltungsprinzipien auf, die zu einer effektiven Mehr-Ebenen Netzregulierung beitragen können: 1. Das Fehlen, bzw. die Schaffung eindeutiger Entscheidungsbefugnisse. 2. Die Überlappung und Fragmentierung von Regulierungen bzw. deren Reduktion durch klare Regeln zu Hierarchien, Kooperations- und Konfliktlösungsmechanismen. 3. Das Fehlen von bzw. die Schaffung geeigneter Mechanismen zur Einbeziehung zentraler Stakeholder ohne dabei dem sogenannten „regulatory capture“ Raum zu geben.

Aktivität III.2 Wechselwirkungen zwischen der Regulierung von Netzausbau und Transformation der Elektrizitätserzeugung (UO, HU)

Eine weitere Forschungsarbeit untersucht die Interdependenzen von Stromspeichern und Übertragungsnetzen, welche auch Implikationen für die Planung und Regulierung von Infrastrukturen haben. Dazu wurde im Laufe des Jahres 2016 ein analytisches Speicher-Netz-Modell entwickelt und für Berechnungen genutzt. Mit Blick auf bisherige Arbeiten (z.B. Haller et al. 2012, Steinke et al. 2013) bestand unseres Erachtens nach noch weiterer Analysebedarf. Insbesondere die Frage der Substituierbarkeit von Übertragungsnetzen durch Speicher wurde bisweilen nur unter speziellen Voraussetzungen untersucht, was teils zu gegenläufigen Aussagen führte. Unser analytischer Ansatz erlaubt hingegen eine Betrachtung des gesamten Variablenraums wodurch allgemeingültige Ergebnisse abgeleitet werden können. Vorläufige Resultate unserer Analyse für zwei Regionen und zwei

Zeitperioden wurden sowohl auf deutschen, als auch internationalen Workshops und Konferenzen präsentiert und zur Diskussion gestellt. Kommentare und Anmerkungen der Fachaudienzen wurden im Folgenden berücksichtigt. Die Einreichung beim Journal Nature Energy ist für das Frühjahr 2017 geplant, nachdem eine Voranfrage im August 2016 positiv evaluiert wurde. Eine Veröffentlichung wird über das Projektende hinweg angestrebt.

In diesem Themenkomplex wurde auch die Masterarbeit von Felix Reutter mit dem Titel „Impact of battery storage siting on network congestion“ an der Universität Oldenburg betreut. Diese untersucht anhand eines numerischen Simulationsmodells des deutschen Strommarkts die Auswirkungen unterschiedlicher Batteriespeicherstandorte auf die Übertragungsnetze, wobei auch unterschiedliche Einfluss und Regulierungsmöglichkeiten des ÜNB betrachtet werden. Es zeigt sich, dass Batterien in Norddeutschland die Netze entlasten können, während sie im Süden diese eher belasten. Eine flexible Steuerung der Speicher durch den ÜNB entlastet die Netze in jedem Fall verglichen mit einem Ansatz ohne Einflussmöglichkeiten des ÜNB. Auf Grundlage der Masterarbeit wird ein wissenschaftlicher Artikel erarbeitet. Die bis zu dem Zeitpunkt erzielten Ergebnisse wurden Ende März auf einer Konferenz vorgestellt und bei weiteren Konferenzen eingereicht. Die Fertigstellung der Arbeit wird über das Projektende hinweg verfolgt werden.

Des Weiteren wurde ein Diskussionsbeitrag zur Novelle des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG 2017) verfasst und im Journal „Energiewirtschaftliche Tagesfragen“ veröffentlicht. Der Artikel diskutiert Theorie und Praxis von Ausschreibungen, die Kompatibilität von zentralen Ausschreibungen mit regionaler Ausbaudynamik, Mengenfestlegung unter Unsicherheit, sowie die Erreichbarkeit von netzkonformem Ausbau der Erneuerbaren. Er kommt zu dem Schluss, dass die regionalen Ausbauambitionen gedämpft werden, sowie dass die ausgeschriebenen Mengen langfristig nicht ausreichen um den EE-Anteil zielkonform zu erhöhen. Außerdem ist es fraglich, ob durch die Novelle ein netzkonformer EE-Ausbau erreicht wird.

Aktivität III.3 Transdisziplinäre Synthese (PIK) und Stakeholderworkshop #2 (HU)

In dieser Aktivität erfolgte die Ausarbeitung und Durchführung eines Research-Designs für qualitative Infrastrukturszenarien in Verbindung mit den Erkenntnissen aus Aktivitäten II.1.a und II.2.a: Zur Erstellung von konsistenten Infrastrukturszenarien wurden aufbauend auf der ersten, theoretischen Veröffentlichung aus Aktivität II.2a die im Papier identifizierten Akteure in einer Reihe von Telefoninterviews in einen qualitativen Szenarienprozess einbezogen. Mit Hilfe der Cross-Impact Methode von Weimer-Jehle (2006)³ wird sichergestellt, dass die qualitativen Szenarien in sich konsistent sind. Die gewählten Szenariodeskriptoren entsprechen den im ersten Papier identifizierten und beschriebenen „strategic action fields“. Im Zeitraum Juni-Oktober 2015 wurden 26 Praxisakteure in einstündigen Telefoninterviews befragt. Die damit erhobenen mentalen Modelle der Praxisakteure finden Eingang in die formale Szenarien-Methode von Weimer-Jehle (2006). Hauptergebnis der Forschung ist, dass eine unerwartet große Heterogenität zwischen Akteuren besteht, die auf Basis der Unterscheidung von etablierten und herausfordernden Akteure wie im ersten Papier erläutert eigentlich ähnliche Ansichten haben müssten. Sie unterscheiden sich nicht nur bezüglich ihrer Präferenzen, sondern auch bezüglich der Art und Weise wie sie kausale Systemzusammenhänge bewerten und beschreiben (also ihrer mentalen Modelle). Diese Heterogenität führt dazu, dass kein in sich konsistentes Szenario über alle Akteure hinweg identifiziert werden kann. In sich konsistente Szenarien mit einem eingeschränkten Set von Akteuren haben gemein, dass sie vor allem auf Deutschland fokussiert sind und keine koordinierte Europäische Energiewende widerspiegeln. Insgesamt unterstreichen die Forschungsergebnisse die Notwendigkeit für einen öffentlichen Diskurs über unterliegende Wertvorstellungen und Weltbilder im Zusammenhang mit der Energiewende, die ja eine langfristige gesellschaftliche Transformation darstellt. Die Forschungsergebnisse wurden in 2017 im Fachjournal „Energy Research and Social Science“ publiziert.

Basierend auf den Umfrageergebnissen für die Erstellung der Infrastrukturszenarien wurden in einem internen Diskussionspapier die aufgedeckten Unstimmigkeiten in den Systemzusammenhängen genauer beleuchtet und mit eigenen und anderen Arbeiten verglichen. Dies diente als Vorbereitung für den zweiten Stakeholder-Workshop, der am 10. November an der HU Berlin stattfand. Die Projektergebnisse und Unstimmigkeiten wurden mit 16 Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert. Die Resultate des Workshops wurden in einem Ergebnisprotokoll festgehalten und an die Teilnehmer sowie weitere interessierte Stakeholder disseminiert. Weiterhin wurden die Kernergebnisse der qualitativen Infrastrukturszenarien-Erstellung den Praxispartnern und Stakeholdern in einem deutschsprachigen Dokument zur Verfügung gestellt.

Die Gesamtergebnisse des Projekts wurden in Form eines Thesenpapiers aufbereitet. Dieses soll Diskussionen stimulieren und zukünftige Forschung anregen. Die Thesen lauten wie folgt: (1) Zentral versus dezentral ist kein hilfreicher Gegensatz; es geht um das Kontinuum von „konzentriert“ bis „verteilt“ im Mehrebenensystem. (2) Die Diskussion „Wo konzentriert, wo verteilt?“ ist primär institutioneller Art, nicht technischer. (3) Herausfordernde Akteure präferieren eine eher verteilte

³ W. Weimer-Jehle, „Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis,“ *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 73, no. 4, pp. 334–361, May 2006.

Ausgestaltung der Energiewende. (4) Je verteilter die angestrebte Ausgestaltung der Energiewende, desto substanzieller die notwendigen Reformen. (5) Ob der Ausbau von Windenergieanlagen eher räumlich konzentriert oder verteilt stattfindet ist abhängig vom institutionellen Rahmen. (6) Die Systemvorteile von Speichern sind vom Standort abhängig. (7) Ein Mindestpreis im EU-ETS stärkt die Möglichkeiten von unilateralen Klimaschutzambitionen Deutschlands. Im Thesenpapier wird jede dieser These erläutert und die wissenschaftliche Fundierung aufgeführt, sowie Forschungslücken identifiziert.

II.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

II.2.1 Universität Oldenburg

Die Kosten folgten der ursprünglichen Planung bis auf folgende Anpassungen.

In Absprache mit dem Projektträger wurde das Projekt auf Grund von Verzögerungen im Forschungsablauf bis zum 31.03.2017 kostenneutral verlängert.

Prof. Dr. Klaus Eisenack trat zum 01.03.2016 die Professur für Ressourcenökonomie an die HU Berlin an. Damit erfolgte ebenfalls die Übergabe der Verbundkoordination an die HU Berlin. Gleichzeitig wurde dort ein bewilligter Neuantrag gestellt, dementsprechend die HU als dritter Verbundpartner ab 01.04.2016 Aufgaben im Projekt übernahm. Gleichzeitig wurden die Mittel an der Universität Oldenburg um 67.559,19 € gekürzt, wovon alle Positionen betroffen waren.

II.2.2 Potsdam Institut für Klimafolgenforschung

Die Kosten folgten der ursprünglichen Planung bis auf folgende Anpassung: In Absprache mit dem Projektträger wurde das Projekt auf Grund von Verzögerungen im Forschungsablauf bis zum 31.03.2017 kostenneutral verlängert.

II.2.3 Humboldt-Universität zu Berlin

Die Kosten an der HU folgten mit Eintritt als Verbundpartner ab 01.04.2017 der vorgesehenen Planung.

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Transformation des deutschen Energiesystems steht auch zum Ende des Projektes weiterhin hoch in den öffentlichen und wissenschaftlichen Diskursen. Durch das Paris-Abkommen hat sich der Handlungsdruck für schnelle Veränderungen gar noch erhöht. Tatsächlich besteht aber weiterhin kein Konsens, wie genau eine weitere Ausgestaltung der Energiewende aussehen kann und soll. Insbesondere führen neue technologische Möglichkeiten, eine Zunahme der Akteursvielfalt, sowie sich häufig ändernde institutionelle Rahmenbedingungen zu einem komplexeren Spielfeld. Die Entscheidungsdimension wird dabei oft vereinfachend zwischen zentralen und dezentralen Gestaltungsmöglichkeiten wahrgenommen.

In der ersten Projektphase zeigte sich, insbesondere durch die Analyse dieser Positionen sowie den Stakeholder-Workshop, dass die einfache Dichotomie nicht aufrechterhalten werden kann, sondern

ausdifferenziert werden muss. Zu Projektbeginn gab es allerdings kaum Auseinandersetzungen damit, was eine zentrale oder dezentrale Energiewende im speziellen bedeutet, wie genau sich die beteiligten Akteure den Fortgang der Energiewende vorstellen und welche technisch-institutionellen Interdependenzen in Zukunft auftreten können. Hier konnte mit der Forschung an vielen Punkten, wie zum Beispiel Marktdesign, Wechselwirkungen oder Akteursperspektiven angesetzt werden. Die hohe politische Relevanz der Fragestellungen und Ergebnisse zeigt sich zum Beispiel in der EEG-Novelle 2017.

Vor diesem Hintergrund hat sich die Projektgruppe mit einem gesellschaftlich relevanten, und bis dato nicht hinreichend in Wissenschaft und Praxis untersuchten Thema befasst. Es war hierbei möglich, zentrale Einsichten zu gewinnen, in Praxis und Wissenschaft zu verbreiten, und künftige Forschungsbedarfe zu identifizieren. Hier ist die Zusammenarbeit mit den Praxispartnern sowie weiteren öffentlichen und privatwirtschaftlichen Einrichtungen hervorzuheben, die einerseits eine gute empirische Grundlage für die Projektarbeit bildete und andererseits auch eine Evaluierung der Ergebnisse und ein Feedback wichtiger Impulse in die Praxis ermöglichte. Hierbei sind insbesondere die Interviews mit Akteuren des Stromsystems als Grundlage für wissenschaftliche Veröffentlichungen, der Stakeholder-Abschlussworkshop zur Erprobung der Praxisrelevanz der Ergebnisse sowie eine Veröffentlichung in der praxisnahen Zeitschrift *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* zu unterstreichen.

Des Weiteren ist die disziplinäre Exzellenz des Projekts hervorzuheben, welche sich durch eine Vielzahl von Konferenzbeiträgen, sowie die bisher erschienen und über das Projektende hinaus geplanten wissenschaftlichen Veröffentlichungen ausdrückt. Zusätzlich trug das Projekt zur Qualifizierung mehrerer MitarbeiterInnen und Studierender bei.

Der Einsatz von Bundesmitteln war für die Durchführung des Vorhabens ursächlich. Da die Universitäten und das PIK selber nicht über ausreichende Mittel verfügen und keine anderen Mittelgeber für ein entsprechendes Vorhaben zur Verfügung standen, wären die Ziele, die mit dem Projekt verbunden waren, ohne Bundesmittel nicht erreicht worden.

II.4 Voraussichtlicher Nutzen insbesondere der Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Die im Projekt analysierten Energiestrategien fanden als Diskussionsgrundlage planungsgemäß Eingang in die wissenschaftsbasierte Politikberatung. Die Verwertung der Erkenntnisse des Projektes für die Praxis wurde durch die starke Beteiligung der Praxispartner gesichert. Die bei den beiden Workshops eingebundenen Stakeholder aus Energiewirtschaft, führenden Verbänden bzw. Organisationen der Energiewirtschaft, Ministerien, sowie der Zivilgesellschaft sorgen für eine Multiplikatorwirkung und lassen Resultate in politische Prozesse einfließen. Die Praxispartner des Projekts deckten eine große Breite an verschiedenen Interessen- und Zielgruppen ab, die dadurch treffend erreicht werden konnten. Das Projekt trug dem politischen Diskurs zur Energiewende als gesellschaftlichem Transformationsprozess als informierende und strukturierende Diskussionsgrundlage bei. Der Zeithorizont für diese Verwertung ist eher langfristiger Natur.

Das im Projekt de.zentral erreichte bessere Verständnis von Grenzen, Möglichkeiten und gegenseitigen Abhängigkeiten von zentralen und dezentralen Gestaltungsoptionen der Energiewende bzw. Energiestrategien stellt einen wichtigen Beitrag zur sozialwissenschaftlichen Energie- und Institutionenforschung sowie zur wissenschaftliche Politikberatung im Zuge der Energiewende dar. Die im Projekt identifizierten institutionelle Voraussetzungen und Energieszenarien können Eingang in politische Gestaltungsprozesse finden.

Die Ergebnisse des Projekts de.zentral konnten in hochrangigen wissenschaftlichen Fachjournalen publiziert werden bzw. sind noch im Review-Prozess. Weiterhin wurden und werden die Forschungsergebnisse auf zahlreichen Tagungen, Konferenzen, wissenschaftlichen Netzwerken und Workshops vorgestellt und so disseminiert. Darüber hinaus wurde auch in der deutschsprachigen Fachzeitschrift *Energiewirtschaftlichen Tagesfragen* publiziert, welche nicht nur eine breite Leserschaft in der Forschung, sondern auch in der Wirtschaft hat. Zukünftige Forschungsvorhaben können somit auf den Ergebnissen des Projekts de.zentral und den dabei identifizierten Forschungslücken aufbauen

Um die verschiedenen theoretischen Erkenntnisse und Ergebnisse des Projekts in der Praxis umzusetzen wären unter anderem folgende Schritte notwendig:

Die nächste Reform des Erneuerbaren-Energien Gesetzes (EEG) sollte explizit darauf geprüft werden, welches ihre Implikationen für die räumliche Struktur des Windenergieausbaus sind. Die aktuellste Reform, welche das System der Ausschreibungen eingeführt hat und eine Ausbaubegrenzung in den ertragreichsten Regionen für Windenergieanlagen vorsieht, reizt eher einen systemfreundlichen Ausbau von Windenergieanlagen an. Dies sollte noch genauer empirisch untersucht werden.

Im Europäischen Emissionshandel EU-ETS sollte ein Mindestpreis eingeführt werden. Dabei können über angemessene Transferzahlungen aus den EU-ETS-Einnahmen die Akzeptanz der Mitgliedsstaaten erhöht werden und nationale Politiken zum EU-ETS koexistieren. Somit würden die Unterschiedlichkeiten der verschiedenen Mitgliedsländer bezüglich ihrer Klimaschutzambitionen berücksichtigt und gleichzeitig die zusätzlich eingesparten Emissionen von Ländern, die unilateral ambitionierteren Klimaschutz betreiben wollen, nicht im Rahmen des EU-ETS von anderen, weniger ambitionierteren Ländern, zusätzlich ausgestoßen werden.

Ein expliziterer Diskurs über Werte und Weltbilder in der Energiewende kann dadurch erreicht werden, dass die unterliegenden Werte und Weltbilder von Transformationsoptionen sowohl in zukünftigen wissenschaftlichen Gutachten als auch in der mündlichen Kommunikation von Multiplikatoren transparent gemacht werden. Eine Reflektion von Werten und Weltbildern ist nur möglich, wenn der eher technokratisch geprägte Expertendiskurs zu Zielen und Mitteln der Energiewende weiter einwickelt wird in Richtung eines partizipativ geprägten Gesellschaftsdiskurses.

II.5 Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordener Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Folgende Projekte wurden während der Projektlaufzeit bekannt, die Schnittstellen zum de.zentral-Projekt aufwiesen und mit denen ein Austausch stattgefunden hat:

- ENERGIO - Die Energiewende im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und Zentralisierung - Empirische Analysen zum Energieföderalismus (Leitung Prof. Dr. Karen Pittel)
- RESYSTRA - Auf dem Weg zu Resilienten Energiesystemen! Resiliente Gestaltung des Energiesystems am Beispiel der Transformationsoptionen EE-Methan-System und regionale Selbstversorgung (Leitung Prof. Dr. Arnim von Gleich und Dr. Stefan Gößling-Reisemann)
- AKZEPTANZ - Die Gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende (Leitung Prof.Dr. Roland Menges)
- Transparenz Stromnetze - Erhöhung der Transparenz über den Bedarf zum Ausbau der Strom-Übertragungsnetze (Leitung Christoph Timpe)

Folgende für das Gesamtprojekt und für die einzelnen Arbeitsbereiche wichtige Veröffentlichungen sind während der Projektlaufzeit erschienen (Auswahl):

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), (2016) Klimaschutzplan 2050.

Phase I (Akt. I.1, I.2 & I.3): Entwicklung von Narrativen

- Lilliestam, J., S. Hanger (2016), "Shades of green: Centralisation, decentralisation and controversy among European renewable electricity visions," *Energy Research and Social Science*, vol. 17, pp. 20–29, 2016.
- Ballo, I. F. (2015). "Imagining energy futures: Sociotechnical imaginaries of the future Smart Grid in Norway" *Energy Research & Social Science*, 9, 9–20.
- Joas, F., Pahle, M., Flachsland, C., & Joas, A. (2016). „Which goals are driving the Energiewende? Making sense of the German Energy Transformation" *Energy Policy*, 95, 42–51.
- Shenhav, S. R. (2016) "Political Narratives and Political Reality," *International Political Science Review*, vol. 27, no. 3, pp. 245–262.

Aktivität II.1 Energieszenarien für Stromerzeugung und –transport in Deutschland und Europa

- Goetzke, F., Rave, T. (2016). Exploring heterogeneous growth of wind energy across Germany. *Utilities Policy*, 1–13.
- Grimm, V., Martin, A., Schmidt, M., Weibenzahl, M., Zoetl, G. (2016). Transmission and generation investment in electricity markets: The effects of market splitting and network fee regimes. *European Journal of Operational Research*, 254, 493–509.
- Hitaj, C., Schymura, M., Löschel, A. (2014). The impact of a feed-in tariff on wind power development in Germany. Discussion Paper No. 14-035, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

Aktivität II.2 Analyse von Governancestruktur und ökonomischen Instrumenten

- Hirth, L. (2013). The market value of variable renewables: The effect of solar wind power variability on their relative price. *Energy Economics* 38, 218-236.

- Kungl, G. (2015). Stewards or sticklers for change? “Incumbent energy providers and the politics of the German energy transition”, *Energy Research & Social Science*, 8, 13–23.
- Strunz, S. (2014). “The German energy transition as a regime shift” *Ecological Economics*, 100, 150–158.
- Matthes, F. C. (2017). “Energy transition in Germany: a case study on a policy-driven structural change of the energy system”. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 1–29.
- vanVliet, M.; Voegelé, S. & Ruebbelke, D. (2013) Water constraints on European power supply under climate change: impacts on electricity prices, *Environmental Research Letters*, 8.

Aktivität III.1 Deutsche Energiestrategien im europäischen Kontext

- Luelfesmann, Christoph; Kessler, Anke; Myers, Gordon M. (2015) “The architecture of federations: Constitutions, bargaining, and moral hazard”. *Journal of Public Economics* 124, pp. 18–29.
- Abrell, Jan; Rausch, Sebastian (2016): Combining Price and Quantity Controls under Partitioned Environmental Regulation. *Journal of Public Economics* 145, pp. 226-242.
- Böhringer, Christoph; Rivers, Nic; Yonezawa, Hidemichi (2016) “Vertical fiscal externalities and the environment”. *Journal of Environmental Economics and Management* 77, pp. 51–74.
- Fresa, S. (2015) Multilevel EU governance in Energy Infrastructure Development: A New Role for ACER? Conference Paper. The 2020 Strategy Experience: Lessons for Regional Cooperation, EU Governance and Investment.
- Jevnaker, T. (2015) Pushing administrative EU integration: the path towards European network codes for electricity, *Journal of European Public Policy*, 22:7, 927-947
- Hampson, J. (2015). Merchant Interconnection in the Internal Energy Market: Implications of the Network Code on Capacity Allocation and Congestion Management. IIIIEE Master thesis.

Aktivität III.2 Wechselwirkungen zwischen der Regulierung von Netzausbau und Transformation der Elektrizitätserzeugung

- Thrampoulidis, C., S. Bose, and B. Hassibi (2016). Optimal placement of distributed energy storage in power networks. *IEEE Transactions on Automatic Control* 61(2), 416-429.
- Zhou, Y., A. A. Scheller-Wolf, N. Secomandi, and S. Smith (2014). Managing wind-based electricity generation in the presence of storage and transmission capacity. Technical report, Tepper Working Paper 2011-E36.
- Babrowski, S. (2015). Bedarf und Verteilung elektrischer Tagesspeicher im zukünftigen deutschen Energiesystem. PhD thesis. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

Aktivität III.3 Transdisziplinäre Synthese, Stakeholderworkshop

- Sovacool, B. K. (2014). "What are we doing here? Analyzing fifteen years of energy scholarship and proposing a social science research agenda" *Energy Research & Social Science*, 1, 1–29.
- Kowarsch, M. (2016). A Pragmatist Orientation for the Social Sciences in Climate Policy. How to Make Integrated Economic Assessments Serve Society (Vol. 323). Cham: Boston Studies in the Philosophy and History of Science. Springer International Publishing Switzerland.
- Mielke, J., Vermaßen, H., Ellenbeck, S., Fernandez Milan, B., & Jaeger, C. (2016). Stakeholder involvement in sustainability science—A critical view. *Energy Research & Social Science*, 17, 71–81. <http://doi.org/10.1016/j.erss.2016.04.001>

II.6 Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse

II.6.1 Publikationsverzeichnis des de.zentral Projektes

- Edenhofer, O., Roolfs, C., Gaitan, B., Nahmmacher, P., Flachsland, C. (2017): Agreeing on an EU ETS price floor to foster solidarity, subsidiarity and efficiency in the EU. In: Parry, Pittel, Vollebergh (Eds.): *Energy Tax and Regulatory Policy in Europe: Reform Priorities*, MIT press.
- Eisenack, K. (Hg., 2015) Contributions to the institutional economics of the energy transition, Oldenburg Discussion Papers in Economics, V-385-15.
- Meya, J., Neetzow, P., Neubauer, L., Pechan, A. (2016): Die Menge macht's? Das EEG 2017 und die Folgen für die deutsche Energiewende. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, November 2016.
- Pechan, A. Where do all the windmills go? Influence of the institutional setting on the spatial distribution of renewable energy installation, *Energy Economics*, 65, pp. 75-86.
- Pechan, A., Neubauer, L., Steinhäuser, M., Schmid, E. (2014): Dimensionen für die Ausgestaltung der deutschen Energiewende, Projekt de.zentral – Bericht.
- Pechan, A. (2015): Auswirkungen unterschiedlicher Vergütungssysteme und Marktdesigns auf die räumliche Verteilung von Windenergieanlagen, Working Paper und Präsentation, IEWT Wien 2015.
- Schmid, E., Pechan, A., Mehnert, M., Eisenack, K. (2017): Imagine all these futures: On heterogeneous preferences and mental models in the German energy transition, *Energy Research & Social Science* 27, pp. 45-56.
- Schmid, E., Knopf, B., Pechan, A. (2016): Putting an energy system transformation into practice: The case of the German Energiewende, *Energy Research & Social Science* 11, pp. 263-275.
- Schmid, E., Knopf, B., Pechan, A. (2015): Qualitative Infrastrukturszenarien für die deutsche Energiewende: Integration von Akteuren und Institutionen in langfristige Technologiezukünfte, Working Paper und Präsentation, IEWT Wien 2015, Best Paper Award.
- Schmid, E. (2016): Ergebnisse der Telefoninterviews im Rahmen der Forschung „Qualitative Infrastrukturszenarien für die deutsche Energiewende“.
- Schmid, E., Knopf, B., Pechan, A. (2014). The crucial role of infrastructure design in the German Energiewende: An analysis of possible branching points, Conference Paper Enerday, Dresden
- Steinhäuser, J.M., Eisenack, K. (2015): Spatial incidence of large-scale power plant curtailment costs, Oldenburg Discussion Papers in Economics, V-379-15, Universität Oldenburg 2015.

- Rooofs, C.; Gaitan, B., Edenhofer, O. (2016) Reducing state-federal conflicts in environmental policy: The role of fiscal transfer design. EAERE-conference paper
- Rooofs, C.; Gaitan, B., Edenhofer, O. (2017). The richest wins them all: Triggering benevolent hegemony with federal transfers. PET-conference paper

II.6.2 Liste wissenschaftlicher Vorträge

- Eisenack K. Contributions to the institutional economics of the energy transition, IASC 2016, Bern, 13.5.2016.
- Eisenack, K. und Mier, M.: Peak-load-pricing with different dispatchability types, EAERE 2016, Zürich, 24.6.2016.
- Eisenack, K. und Paschen, M.: Designing long-lived investments under uncertain and ongoing change, EAERE 2015, Helsinki, 26.6.2015.
- Eisenack, K. und Paschen, M.: Designing long-lived investments under uncertain and ongoing change, ECCA 2015, Kopenhagen, 13.5.2015.
- Eisenack, K. und Pechan, A.: Incentives of regulation to adapt electricity grids to climate change, ECCA 2015, Kopenhagen, 13.5.2015.
- Eisenack, K. und Tan, R.: National energy strategies in the European and global context, Stockholm, 2.3.2017.
- Eisenack, K.: Peak-load-pricing with different dispatchability types, IAEE 2014, Rom, 30.10.2014.
- Gambardella, C.: Welfare Effects of Dynamic Retail Pricing in The Presence of Fluctuating Renewable Energy Supply, Carbon Taxation and Planning Reserve Margin Constraints, 33rd USAEE/IAEE North American Conference , Pittsburgh, 26.10.2015
- Hagen, A.: Trade sanctions and the stability of agreements. AURÖ Basel, 15.2.2017
- Meya, J.: Income inequality adjustment in benefit transfer. AURÖ Basel, 15.2.2017
- Neetzow, P.: Electricity grid and storage – complements or substitutes? EUROSOLAR e.V. IRES Konferenz Düsseldorf, 15.03.2017.
- Neetzow, P.: Electricity grid and storage – complements or substitutes? IEW Cork, 2.6.2016.
- Neetzow, P.: Electricity grid and storage – complements or substitutes? EAERE annual conference Zürich, 24.06.2016.
- Neetzow, P.: Electricity grid and storage – complements or substitutes? AURÖ Leipzig, 17.2.2016.
- Pechan, A.: The impact of battery storage siting on network congestion: an assessment for Germany, SciGrid, Oldenburg, 30.03.2017
- Pechan, A.: Making the Energiewende Happen - Who and How? , UBC Conference : Managing Decarbonization: The Cases of Canada and Germany, Vancouver, Kanada, 29.10.2016
- Pechan, A.: What influences the spatial allocation of wind power? Strommarkttreffen, BMWi, Berlin, 20.03.2015
- Pechan, A.: Auswirkungen unterschiedlicher Vergütungssysteme und Marktdesigns auf die räumliche Verteilung von Windenergieanlagen, IEWT Wien, Österreich, 13.02.2015

- Pechan, A.: Zum Umgang mit externen Kosten der Energieversorgung und industriellen Produktion, 7. Niedersächsische Energietage, Goslar, 09.10.2014
- Pechan, A.: The effect of renewable support schemes and pricing mechanisms on the spatial distribution of wind energy installation, IAEE, Rom, Italien, 30.10.2014
- Pechan, A.: Effect of Renewable Subsidy Scheme and Market Design on the Spatial Distribution of Wind Energy Installation, Doktorandenkolloquium, Universität Oldenburg, 04.12.2014
- Rooffs, C.: The role of a federal government with (simple) vertical transfers, PhD Workshop on International Climate Policy, ESCP Europe Berlin 28.05.2015
- Rooffs, C.: Multilevel climate policy – The role of a federal government with (simple) vertical transfers, PhD Conference Sustainable Environmental Politics and Economy, FU Berlin, 4.07.2015
- Roggero, M.: Adapting transactions: segregative vs. integrative institutions. Adaptation Futures, Rotterdam, 12.5.2016.
- Rooffs, C.: On reducing state-federal conflicts in multi level climate policy: The role of (simple) vertical transfers, Workshop on Energy and Territories, Dijon, Frankreich, October 16.10.2015
- Rooffs, C.: Reducing state-federal conflicts in environmental policy: The role of fiscal transfer design, EAERE, ETH Zürich, Schweiz, 24.06.2017
- Rooffs, C.: Reducing state-federal conflicts in environmental policy: The role of fiscal transfer design, PET, Rio de Janeiro, Brasilien, 13.07.2016
- Rooffs, C.: CO2-Mindestpreise und Transfers im EU ETS, Strommarkttreffen - Energiewende 2.0, VKU Berlin, 5.08.2016
- Rooffs, C.: Triggering benevolent hegemony: The case of the EU ETS from a multilevel policy perspective, Young Researchers Workshop „Environmental and Resource Economics“, Verein für Socialpolitik, Uni Basel, Schweiz, 13.02.2017
- Schmid, E.: The crucial role of infrastructure design in the German Energiewende: An analysis of possible branching points, Enerday Dresden 2014, 11.04.2014
- Schmid, E.: Possible Futures for Germany's electricity infrastructure from a socio-technical perspective, Strommarkttreffen Berlin, 09.07.2014
- Schmid, E.: Qualitative Infrastrukturszenarien für die deutsche Energiewende: Integration von Akteuren und Institutionen in langfristige Technologiezukünfte, IEWT Wien 2015, 12.02.2015
- Schmid, E.: Who can put the German Energiewende into practice? An analysis of actors and their demands for future electricity infrastructures, Enerday Dresden 2015, 17.04.2015
- Schmid, E.: Wie viel langfristige THG-Reduktion in Deutschland? Ein Impuls zu relevanten Einflussgrößen, Agora Energiewende Expertenworkshop in Berlin, 09.06.2015
- Schmid, E.: German energy and climate policy: An Energiewende towards sustainability, Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Berlin, 17.06.2015
- Schmid, E.: Technologie, Akteure, Institutionen – 5 Thesen zur Energiewende, Forum Alpbach 2015, Session 16: Energieversorgung im Wandel – Ungleichheit in Markt- und Machtzugang, 02.09.2015

- Schmid, E.: Zwischenergebnisse Projekt de.zentral, BMBF Statuskonferenz „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“ 16.09.2015
- Schmid, E.: Imagine all these futures: On heterogenous preferences and mental models in the German energy transition, artec Kolloquium, Universität Bremen, 16.11.2016
- Schmid, E.: Imagine all these futures: On heterogenous preferences and mental models in the German energy transition, IEWT Wien 2017, 16.02.2017

II.6.3 Organisation von Veranstaltungen für Wissenschaft und Praxis

- Stakeholder Workshop am 20.02.2014 am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung
- Abschlussworkshop am 16.11.2016 an der Humboldt-Universität zu Berlin

II.6.4 Geplante Veröffentlichungen

- Steinhäuser, J. M., Eisenack, K. Spatial incidence of large-scale power plant curtailment costs (under review)
- Eisenack, K., Mier, M. Peak-load pricing with dispatchability types.
- Neetzow, P., Pechan, A., Eisenack, E. Interdependence of electricity storage and transmission capacities.
- Reutter F., Pechan A., Neetzow P. The impact of battery storage siting on network congestion – an assessment for Germany
- Neubauer, L. Missing the woods for the trees: Electricity grid governance in the European Union
- Roofls, C.; Gaitan, B.; Edenhofer, O. The richest wins them all: Triggering benevolent hegemony with federal transfers

II.6.5 Liste der Abschlussarbeiten während der Laufzeit des Projektes

- Klink, S.: Marktstruktur im Elektrizitätssystem – Potenziale für Marktmacht im Erzeugungsmarkt und Netzbetrieb (2014, BA Wirtschaftswissenschaften)
- Pechan, A.: Utilities in a Changing Environment – Climate Change and the Energy Transition (2015, Dissertation an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)
- Neetzow, P.: Market failure in electricity storage investment (2016, MA Sustainability Economics and Management), Finalist des GEE Preis des Energieforums Berlin 2016.
- Reutter, F. J.: Impacts of battery storage siting on network congestion (2016, MA Sustainability Economics and Management).
- Helberg, K.: Elektrizitätsspeicher in Deutschland – Verhindert die deutsche Energiewende den Speichereinsatz? (2016, MA Wirtschafts- und Rechtswissenschaften)
- Mester, K.A.: Entwicklung einer Methodik zur Integration gesellschaftlicher Akzeptanz in die Strommarkt-Modellierung am Beispiel ausgewählter Netzausbauvorhaben in Deutschland (2016, MA Sustainability Economics and Management)
- Minnemann, J.: Kosteneffiziente Auktionen für den Ausbau von Stromnetzen – Eine institutionenökonomische Analyse (2016, MA Sustainability Economics and Management)
- Roofls, C.: New perspectives on beneficial federal-state interactions for global public good provision. A modelling approach. (wird zeitnah eingereicht, Dissertation an der Technischen Universität Berlin.)

Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des ZE oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z.B. zur Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der ZE den ZG ausdrücklich darauf hinzuweisen.

III. Anlagen

- Erfolgskontrollbericht
- Berichtsblatt