

# Fünf Jahre integrative Forschung zur Energiewende

## Erfahrungen und Einsichten



Armin Grunwald, Ortwin Renn,  
Jens Schippl

Nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima 2011 wurde die Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS gegründet, um die technisch ausgerichtete Energieforschung um eine sozialwissenschaftlich geprägte interdisziplinäre Perspektive zu ergänzen. Seit 2012 haben die Wissenschaftler(innen) hier über ihre Projekte berichtet. ENERGY-TRANS wird fristgerecht Ende 2016 beendet – die abschließende Mitteilung fasst wichtige Ergebnisse zusammen.

**Five Years of Integrated Research on Energy Transition.** Experiences and Insights | GAIA 25/4 (2016): 302–304

**Keywords:** energy policy, energy scenarios, energy transition, interdisciplinary research, socio-technical systems

Dem interdisziplinären Ansatz von der Energiesystemanalyse über die Nachhaltigkeitsforschung bis hin zu den Sozial- und Rechtswissenschaften sowie der Philosophie trägt bereits der vollständige Titel der Allianz Rechnung: *Zukünftige Infrastrukturen der Energieversorgung. Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit und Sozialverträglichkeit*. Die Arbeit der rund 100 Wissenschaftler(innen) zielte darauf ab, das Energiesystem in Deutschland in seinem europäischen und internationalen Kontext vor

allem von der gesellschaftlichen Bedarfs- und Nutzerseite her zu erforschen und für auftretende Probleme Lösungswege zu ermitteln. Sie bearbeiteten 17 Projekte in vier Querschnittsthemen.

### Integrative Energieforschung

Zur Grundannahme von ENERGY-TRANS gehörte, dass es bei der Energiewende um deutlich mehr geht als um den Ersatz alter Technologien durch neue. Vielmehr war uns klar, dass neue Infrastrukturen geschaffen werden müssen, die komplexe soziotechnische Systeme darstellen, in denen Technologien nur eine Rolle neben anderen Einflussfaktoren spielen. Technische Artefakte, Institutionen, Organisationen und Handlungsmuster bis hin zum Verbraucherverhalten müssen aufeinander abgestimmt sein, um im Zusammenwirken die gewünschten Funktionalitäten zu erzielen (Schippl und Grunwald 2013). Dementsprechend weisen die Möglichkeiten der Wissenschaft, zur Transformation beizutragen, weit über die Entwicklung und Bereitstellung neuer Technologien sowie die wirtschaftswissenschaftliche Erforschung neuer Geschäftsmodelle und Dienstleistungen hinaus. Sozial- und Geisteswissenschaften sind zu gesellschaftlichen, politischen, kulturellen, psychologischen und ethischen Aspekten gefragt.

Zudem dürfen der technik-, der wirtschafts- und der sozialwissenschaftliche Strang der Energieforschung nicht unverbunden nebeneinander herlaufen. In diesem Sinne hat sich die Allianz von Anfang an auch als Wegbereiter einer integrativen Energieforschung verstanden.

Des Weiteren geht es bei der Forschung zur Transformation soziotechnischer Systeme nicht nur um die Produktion wissenschaftlichen Wissens für Publikationen und Konferenzen, sondern vor allem um die Lösung von gesellschaftlichen Problemen, um Auslöser, Umsetzungshemmnisse oder nicht beabsichtigte Folgen soziotechnischer Transformationen. Daher sind für die Erforschung des Energiesystems und seiner erfolgreichen Transformation unterschiedliche Wissensbestände gefragt und zu integrieren. In der Konzeption problemorientierter Forschung hat sich eine Dreiteilung nach den Wissenstypen *Systemwissen*, *Orientierungswissen* und *Handlungswissen* bewährt (Weber und Whitelegg 2003). ENERGY-TRANS hat in allen drei Bereichen zu neuem Wissen beigetragen.

### Systemwissen

Vorschläge zur weiteren Gestaltung der Energiewende bedürfen einer genauen Kenntnis des Energiesystems und seiner

**Kontakt Autoren:** Prof. Dr. Armin Grunwald |  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) |  
Institut für Technikfolgenabschätzung und  
Systemanalyse (ITAS) | Karlsruhe | Deutschland |  
E-Mail: armin.grunwald@kit.edu

Prof. Dr. Ortwin Renn | Institute for Advanced  
Sustainability Studies (IASS) | Potsdam | Deutsch-  
land | E-Mail: ortwin.renn@iass-potsdam.de

Dipl.-Geogr. Jens Schippl | Adresse siehe unten

**Kontakt ENERGY-TRANS:** Dipl.-Geogr. Jens Schippl |  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | Institut  
für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse  
(ITAS) | Postfach 3640 | 76021 Karlsruhe |  
Deutschland | Tel.: +49 721 60823994 | E-Mail:  
jens.schippl@kit.edu | [www.energy-trans.de](http://www.energy-trans.de)

© 2016 A. Grunwald et al.; licensee oekom verlag.  
This is an article distributed under the terms  
of the Creative Commons Attribution License  
(<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>),  
which permits unrestricted use, distribution, and reproduction  
in any medium, provided the original work is properly cited.

Wechselwirkungen. Diese Kenntnis muss neben den technischen Zusammenhängen auch die institutionellen, regulatorischen, ökonomischen und verhaltensbezogenen Aspekte des Energiesystems umfassen sowie die Wechselwirkungen zwischen diesen Größen. Gerade die Erforschung der Wechselwirkungen führt wegen der Komplexität des Systems immer wieder zu teils kontra-intuitiven und unerwarteten Effekten, die zeigen, dass die Aufdeckung der Mechanismen des soziotechnischen Ener-

giewendensystems mit einer gezielten Aufbereitung von Informationen zum Energieverbrauch über ein Webportal – zusätzliche Energie sparen lässt (Tampe-Mai und Mack 2016). Andere Forschungsarbeiten weisen auf die Bedeutung „individueller Nachhaltigkeitsmotivationen“ für die Entwicklung oder Vermeidung von Rebound-Effekten hin (Arnold und Otto 2013).

Bürger(innen) nutzen nicht nur Energie, sie können auch direkt vom Ausbau der Energieinfrastrukturen vor Ort betrof-

systems in übergeordnete Zukunftsbilder und Kontexte. Um in prospektiven Ansätzen den soziotechnischen Charakter der Energiewende besser zu adressieren, hat ENERGY-TRANS mit sogenannten Kontextszenarien gearbeitet (Weimer-Jehle et al. 2016). Der Ansatz zielt darauf ab, die real vorhandene und folgenreiche Einbettung der Energiesystementwicklung in die allgemeine gesellschaftliche Entwicklung analytisch zu erfassen und die Konstruktion von langfristigen Energieszenarien so

## Bei der Forschung zur Transformation soziotechnischer Systeme geht es vor allem um die Lösung gesellschaftlicher Probleme, um Auslöser, Umsetzungshemmnisse oder nicht beabsichtigte Folgen soziotechnischer Transformationen.

giesystems nach wie vor eine Herausforderung für die Forschung darstellt.

Als Beispiel sei hier auf die Diskussion zu Energiearmut in der Folge der Energiewende verwiesen, die man 2011 nicht vorhergesehen hatte. Auch wenn die steigenden Strompreise nicht oder nur zum Teil dem *Erneuerbaren-Energien-Gesetz* als prominentester Regulierung angelastet werden können (Gawel et al. 2014), hat diese Debatte zwar nicht die Akzeptanz der Energiewende als Ganzes gefährdet, jedoch Fragen bezüglich ihrer sozialverträglichen und gerechten Umsetzung aufgeworfen. Forschungen in ENERGY-TRANS haben die Notwendigkeit einer sorgfältigen Ex-ante-Bilanzierung der Verteilungseffekte der umlagefinanzierten Energiewende hervorgehoben (Tews 2014).

### Weitere ausgewählte Forschungsergebnisse

Private Haushalte spielen im Hinblick auf die Steigerung der Energieeffizienz beziehungsweise Reduzierung des Energieverbrauchs eine wichtige Rolle. Das empirisch stabile Wissen dazu ist bisher eher lückenhaft, zum Beispiel hinsichtlich der Frage, welche Faktoren das Energieverhalten in Privathaushalten bestimmen. So hat ein Forschungsteam in einem Feldversuch in Heidelberg gezeigt, wie sich durch die Installation von *smart meter* – in Kombi-

fen sein. Analysen zu Einstellungen und zur Protestbereitschaft im Zusammenhang mit Netzausbauvorhaben zeigen, dass der Protest meistens auf das lokale Vorhaben beschränkt ist und eine überregionale Vernetzung kaum stattfindet (Neukirch 2014). Weitere Forschungen helfen zu verstehen, dass sich durch einen optimierten Einsatz partizipativer Verfahren örtliche Konflikte entschärfen lassen. Ein Projekt der Allianz entwickelte Prinzipien für eine optimierte Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planungsvorhaben (Renn et al. 2014). Dabei konnten die Wissenschaftler(innen) zeigen, dass die Energiewende eine inklusive Planungskultur erfordert, die auf Kooperation und Integration beruht. Bürgerbeteiligung ist hier der richtige Weg, setzt aber Offenheit über Optionen voraus. Wenn diese besteht, schafft Beteiligung die Voraussetzung für eine breite Zustimmung.

### Orientierungswissen

Die Energiewende bedarf orientierender Kriterien und plausibler Zukunftüberlegungen, die nachvollziehbare und transparente Unterscheidungen zwischen normativ verschiedenen Pfaden erlauben, um Gesellschaft und Entscheidungsträger(inne)n entsprechende Orientierung zu geben. Szenarien erlauben die Einbettung von Transformationspfaden des Energie-

zu gestalten, dass sie diese Einbettung aufgreifen können.

Ausgehend vom *Integrativen Konzept Nachhaltiger Entwicklung* (Kopfmüller et al. 2001, Grunwald und Rösch 2011) wurden zur Nachhaltigkeitsbewertung der Energiewende in einem iterativen und inklusiven Prozess 46 Indikatoren bestimmt, die sowohl für ein Monitoring als auch zur Nachhaltigkeitsbewertung möglicher Maßnahmen oder soziotechnischer Szenarien geeignet sind. Das Indikatorensystem umfasst bekannte und neue techno-ökonomische und ökologische Indikatoren. Zum Beispiel zeigt der Indikator *Anzahl an Energiekooperativen im Bereich erneuerbare Energien* an, ob und wie sich die Bevölkerung an der Entwicklung des Energiesystems beteiligen kann.

### Handlungswissen

Das Wissen über Maßnahmen der Transformation und ihre voraussichtlichen Wirkungen muss verfügbar sein, damit bei der Energiewende gut abgewogene Entscheidungen getroffen werden. Die Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS hat fünf *policy briefs* veröffentlicht, die handlungsorientierte Ergebnisse zusammenfassen. So zeigt zum Beispiel das *policy brief Braucht Deutschland jetzt Kapazitätzahlungen für eine gesicherte Stromversorgung?* Argumente auf, warum

die Einführung sogenannter Kapazitätzahlungen derzeit nicht erforderlich ist, um die Versorgungssicherheit hierzulande zu gewährleisten (Lehmann et al. 2015).

In zwei weiteren *policy briefs* fordern die Autor(inn)en, dass die Energiewende nicht auf das Thema Strom reduziert werden darf, sondern auch die Sektoren Wärme und Mobilität berücksichtigen muss. Das *policy brief Reduktion des gebäuderelevanten Energiebedarfs als Herausforderung für die Energiewende zeigt anhand von sechs Themen auf, wo Barrieren – aber auch Potenziale – für die Umsetzung der Energiewende im Gebäudesektor liegen* (Vögele et al. 2016). Möglichkeiten der Förderung einer konkreten Technologie, nämlich der Elektromobilität, stehen im Mittelpunkt des *policy briefs Zur besseren Verbreitung von Elektroautos – Was können wir in Deutschland von Norwegen lernen?* (Matthies et al. 2016).

## Ausblick

Die Forschungsergebnisse zeigen auch, dass viele Fragen bei der Energiewende noch ungeklärt sind. Es bedarf weiterer sozialwissenschaftlicher und interdisziplinärer Forschung, um die Entscheidungsträger(innen) angemessen zu informieren. Ebenso bleibt die Integration unterschiedlicher Wissensbestände eine Herausforderung. Die ursprüngliche Forschungsstrategie von ENERGY-TRANS orientierte sich an Forschungsrichtungen nahe der jeweiligen Heimatdisziplin. Im Projektverlauf wurden Methoden entwickelt und angewendet, interdisziplinäre Kooperationen erprobt und sowohl institutionen- als auch disziplinübergreifende Publikationen veröffentlicht. Diese Erfahrung gemeinsamen Arbeitens hat dazu beigetragen, dass im Verlauf des Forschungsprozesses eine spürbare Verschiebung in Richtung inter- und transdisziplinäres Arbeiten stattgefunden hat. Dieser Übergang war keinesfalls von Anfang an so vorgezeichnet; vielmehr hat die zunehmende Orientierung an einem gemeinsamen Referenzproblem, nämlich die Energiewende als Transformation eines soziotechnischen Systems zu sehen, zu dieser Entwicklung im Sinne integrierter Energieforschung geführt. Der hiermit erreichte Stand ist Ausgangspunkt für eine weitere Intensivierung der inter- und zu-

nehmend transdisziplinären Forschung zur Transformation des Energiesystems. Im Kopernikus-Projekt *Systemintegration und Vernetzung der Energieversorgung (ENavi)* werden die Erfahrungen und Ergebnisse von ENERGY-TRANS zentraler Ausgangspunkt der Forschungstätigkeit sein und die Arbeit dort konstruktiv bereichern.

## Literatur

- Arnold, O., S. Otto. 2013. Die Psychologie spielt bei der Energiewende eine entscheidende Rolle. *GAIA* 22/1: 65–66.
- Gawel, E. et al. 2014. *Die Zukunft der Energiewende in Deutschland*. Policy Brief. Karlsruhe: Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.
- Grunwald, A., C. Rösch. 2011. Sustainability assessment of energy technologies: Towards an integrative framework. *Energy, Sustainability and Society* 1: 3. Open access. doi 10.1186/2192-0567-1-3.
- Kopfmüller, J. et al. 2001. *Nachhaltigkeit integrativ betrachtet: Konstitutive Elemente, Regeln und Indikatoren*. Berlin: edition sigma.
- Lehmann, P. et al. 2015. *Braucht Deutschland jetzt Kapazitätzahlungen für eine gesicherte Stromversorgung?* Policy Brief. Karlsruhe: Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.
- Matthies, E., S. Bobeth, C. Klöckner, J. Schippl. 2016. *Zur besseren Verbreitung von Elektroautos – Was können wir in Deutschland von Norwegen lernen?* Policy Brief. Karlsruhe: Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.
- Neukirch, M. 2014. *Konflikte um den Ausbau der Stromnetze. Status und Entwicklung heterogener Protestkonstellationen*. Stuttgarter Beiträge zur Organisations- und Innovationssoziologie. [www.uni-stuttgart.de/soz/oi/publikationen/soi\\_2014\\_1\\_Neukirch\\_Konflikte\\_um\\_den\\_Ausbau\\_der\\_Stromnetze.pdf](http://www.uni-stuttgart.de/soz/oi/publikationen/soi_2014_1_Neukirch_Konflikte_um_den_Ausbau_der_Stromnetze.pdf) (abgerufen 10.11.2016).
- Renn, O. et al. 2014. *Öffentlichkeitsbeteiligung bei Planungsvorhaben der Energiewende*. Policy Brief. Karlsruhe: Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.
- Schippl, J., A. Grunwald. 2013. *Energiewende 2.0: Vom technischen zum soziotechnischen System? Einführung in den Schwerpunkt. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 22/2: 4–10.
- Tampe-Mai, K., B. Mack. 2016. *Smart meter intelligent nutzen*. *GAIA* 25/2: 135–136.
- Tews, K. 2014. *Energiearmut – vom politischen Schlagwort zur handlungsleitenden Definition*. *GAIA* 23/1: 14–18.
- Vögele, S. et al. 2016. *Reduktion des gebäudelevanten Energiebedarfs als Herausforderung für die Energiewende. Sechs Thesen zu unterschätzten Barrieren und Potenzialen*. Policy Brief. Karlsruhe: Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.
- Weber, M., K. Whitelegg. 2003. Grundorientierungen einer Wissenschafts- und Forschungspolitik für nachhaltige Entwicklung. In: *Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel*. Herausgegeben von J. Kopfmüller. Berlin: edition sigma. 113–135.
- Weimer-Jehle, W. et al. 2016. Context scenarios and their usage for the construction of socio-technical energy scenarios. *Energy* 111: 956–970. doi 10.1016/j.energy.2016.05.073.

**GAIA** ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY

© 2016 Verein Gaia | Konstanz, St. Gallen, Zurich

### EDITOR-IN-CHIEF

Verena Winiwarter | Vienna  
(responsible according to the press law)

### EDITORIAL OFFICE

Dr. Almut Jödicke | ETH Zentrum |  
PO Box CAB 42 | 8092 Zurich | Switzerland |  
E-Mail: redgaia@env.ethz.ch

Dr. Martina Blum/Tobias Mickler | oekom verlag |  
Waltherstr. 29 | 80337 Munich | Germany |  
E-Mail: blum@oekom.de/mickler@oekom.de

Dr. Ulrike Sehy | oekom verlag | Hagenbuchrain 13 |  
8047 Zurich | Switzerland | E-Mail: sehy@oekom.ch

### GRAPHIC DESIGN + TYPESET

Heike Tiller | Munich | E-Mail: h.tiller@freenet.de

### PUBLISHER

oekom verlag – Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH | Waltherstr. 29 | 80337 Munich | Germany | [www.oekom.de](http://www.oekom.de) | Partners and shareholders: Jacob Radloff, Feldafing, 77 percent, and Christoph von Braun, Munich, 23 percent

### ADVERTISEMENTS

Tabea Köster | oekom GmbH |  
Tel.: +49 89 54418435 | E-Mail: anzeigen@oekom.de

### PRINTER

Kessler Druck + Medien | 86399 Bobingen |  
Germany | [www.kesslerdruck.de](http://www.kesslerdruck.de)

The magazine and its contents are protected by copyright. Any use, which is not explicitly provided for by copyright law requires the permission of Verein Gaia. Articles by named authors do not necessarily reflect the opinion of the publisher and editors. Unsolicited manuscripts, for which no responsibility is accepted, will be treated as being offered for publication according to the conditions of the publishers. Only original unpublished works will be accepted. The author(s) shall consent to any editorial changes that do not distort the meaning of the original text.

**FREQUENCY** Four times a year.

### SUBSCRIPTION

**Trial subscription** (2 issues including shipping in Germany): 29.50 EUR | **Subscription: private:** 106.80 EUR; institutional: 192.70 EUR; reduced: 72.00 EUR | **Single issue:** 27.30 EUR. VAT included, plus shipping. Cancellations six weeks before end of subscription year. Payment in advance.

### SUBSCRIPTIONS, DISTRIBUTION

InTime Media Services GmbH | Zeitschriften oekom |  
PO Box 1363 | 82034 Deisenhofen | Germany |  
Tel.: +49 89 85853570 | Fax: +49 89 8585362570 |  
E-Mail: [oekom@intime-media-services.de](mailto:oekom@intime-media-services.de)  
[www.oekom.de/gaia/abonnement](http://www.oekom.de/gaia/abonnement)

**ACCOUNT** for Germany: Postbank München |  
IBAN DE59 7001 0080 0358 7448 03 | BIC PBNKDEFF |  
for Switzerland: PostFinance SWISS POST |  
IBAN CH73 0900 0000 4019 4607 4 | BIC POFICHB

Since 2008, oekom offsets its unavoidable CO<sub>2</sub> emissions.

**ClimatePartner** 

ISSN 0940-5550

Printed on  
Circle Offset  
Premium White,  
certified with  
The Blue Angel  
(RAL-UZ 14).