



RESYSTRA

Resiliente Gestaltung des Energiesystems
am Beispiel der Transformationsoptionen
EE-Methan-System & Regionale Selbstversorgung

Arbeitspapier 1

Innovationsmodell Schildkröte 2.0 – Schildkrötenmodell und Multi-Level- Ansatz

RESYSTRA – Auf dem Weg zu resilienten Energiesystemen!

Urte Brand, Jakob Wachsmuth, Arnim von Gleich

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Impressum

Herausgeber

Universität Bremen
artec | Forschungszentrum Nachhaltigkeit
Enrique-Schmidt-Str. 7
28359 Bremen

Autoren

Urte Brand, Universität Bremen
Jakob Wachsmuth, Universität Bremen
Arnim von Gleich, Universität Bremen

Die vorliegende Publikation wurde im Rahmen des Forschungsverbundes RESYSTRA – Resiliente Gestaltung des Energiesystems am Beispiel der Transformationsoptionen „EE-Methan-System“ und „Regionale Selbstversorgung“ erstellt. Für den Inhalt sind die genannten Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Diese Publikation ist im Internet als pdf-Datei abrufbar unter: www.resystra.de.

Bremen, Juni 2014

Die Transformation des Energiesystems soll im gesamten Vorhaben als Gestaltungsaufgabe für die Transition des sozio-technischen Energiesystems verstanden werden. Ziel des Projekts ist dabei einerseits eine wünschenswerte Zielperspektive für das Energiesystem zu beschreiben (Gestaltungsleitbild „Resilientes Energiesystem“). Diese Zielperspektive beschränkt sich auf das unten definierte sozio-technische System und macht nur soweit dafür nötig Aussagen, über das sozio-ökonomische Regime (also z.B. nicht zur Frage, ob Deutschland einen Energieminister braucht). Dies ist die zentrale Unterscheidung, die die Gestaltung des sozio-technischen Systems in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt. Das Projekt zielt also nicht auf eine ‚vollständiges Verständnis‘ von systemischen Innovationsprozessen, sondern fokussiert auf dasjenige Verständnis, das für die Gestaltungsaufgabe notwendig ist. Das Projekt setzt damit den Fokus weniger auf generelle Innovationshemmnisse wie Systemträgheiten oder z. B. Akzeptanz-Fragen. Es fokussiert auf Governance insoweit sie zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit (insb. der ‚Mobilisierung‘) sowie v.a. zur Richtungsgebung beiträgt. Insbesondere werden von den durch Schneidewind und Scheck (2012) genannten Herausforderungen nicht alle, sondern in erster Linie die Kompatibilitäts- und Infrastrukturherausforderungen, sowie in Teilen auch die Ressourcenherausforderungen angegangen.

Insbesondere geht es im Projekt darum, Faktoren zur Beeinflussung der Entwicklungsrichtung des sozio-technischen Energiesystems zu bestimmen. Diese Faktoren sollen schlussendlich in der Form des Schildkrötenmodells um das sozio-technische System herum angeordnet werden, um die Einflussmöglichkeiten bei der Gestaltungsaufgabe – insbesondere den Adressaten der Handlungsempfehlungen gegenüber – deutlich zu machen (vgl. Gleich et al 2010b). Um die Einflussfaktoren geeignet zu systematisieren und ihr Wechselspiel zu verstehen, muss der Blick hierbei jedoch auch auf weite Teile des sozio-ökonomischen Regimes gerichtet werden.

Zunächst ist es sehr wichtig klar abzugrenzen, was wir zum sozio-technischen System zählen, und was wir als externen Einflussfaktor auffassen. Diese Klassifikation kann über den Rückgriff auf den Begriff der Systemdienstleistungen erfolgen:

„Die verallgemeinerten Systemdienstleistungen von ökologischen, technischen, ökonomischen und sozialen Systemen bestehen aus Strukturen, Produkten und Leistungen, welche diese Systeme einem Empfängerkreis („Nutzer“) zur Verfügung stellen und welche für diesen Empfängerkreis einen technischen, ökonomischen bzw. Wohlstand erhaltenden oder vermehrenden Wert haben. Systemdienstleistungen werden dabei über mengen- oder objektartige („was“) und qualitätsartige („wie“) Kriterien beschrieben“ (Gleich et al 2010a)

Systemdienstleistungen des Energiesystems sind dann die Versorgung mit Elektrizität, Wärme, Kälte und Treibstoffen unter Einhaltung weiterer qualitativer Anforderungen (Nachhaltigkeit, insb. Klima, Sicherheit usw.). Komponenten des sozio-technischen Energiesystems sollen nun alle Objekte und Personen sein, die eine direkte Wirkung auf die Erbringung der Systemdienstleistungen (Bereitstellung von Energie und Leistung) und ihrer Qualitätskriterien (Kosten, Treibhausgasemissionen, Risiken, etc.) ausüben (also u.a. auch die Nutzerinnen, weil die Art und Weise der Nutzung z.B. die eingesetzten Anlagen sowie Spannung & Frequenz beeinflusst).

Dieses eng gefasste sozio-technische Energiesystem ist eingebettet in übergreifende technische, ökologische, soziale und ökonomische Systeme - und so gesehen auch in sozio-ökonomische Regime der Akteurinnen und Institutionen, die in irgendeiner Form, z.B. durch das Setzen von Rahmenbedingungen, Einfluss auf die Entwicklung und Gestaltung des Energiesystems ausüben (siehe folgende Tabelle). Einflussfaktoren sind dann alle Elemente der übergreifenden Systeme, die unmittelbar oder vermittelt über bestimmte Einflussfaktoren (z. B. Waldsterben => Großfeuerungsanlagenverordnung = regulation pull) die Objekte in ihrer Verwendung und die Personen des sozio-technischen Systems in ihrer eigenen Wirkung beeinflussen. Dabei werden die Einflussfaktoren, die selbst zum sozio-technischen System zählen, als interne Einflussfaktoren bezeichnet, die verbleibenden als externe Einflussfaktoren.

Tabelle 1: Auflistung der Komponenten des sozio-technischen Energiesystems und des umgebenden sozio-ökonomischen Regimes (evtl. unvollständig)

1 Sozio-technisches Energiesystem	2 Sozio-ökonomisches Regime des Energiesystems
Erzeugungsanlagen, Netze, Speicher, Wandler	Sozio-technisches Energiesystem (siehe links)
Normen	Gesetze, Verordnungen, Anreizsysteme, kulturelle Rolle von Energie
Nutzer	Nachfrager
Operativer Teil von EVUs (Netz- und Anlagenbetrieb, Anlagenbau, Beschaffung, Vertrieb)	Nicht-operativer Teil von EVUs (Strategie-, Politik-, F&E-Abteilungen)
Weitere Anlagenbetreiber	Forschung und Wissenschaft
Anlagenbauer	Politik und Regulation
Roh-/Brennstofflieferanten	Zivilgesellschaftliche Initiativen (Umweltverbände, regionale Energieinitiativen)
Energiedienstleister	...

Um die Einflussfaktoren geeignet zu systematisieren und ihr Wechselspiel zu verstehen, müssen insbesondere folgende Fragen adressiert werden:

1. Welche Komponenten des sozio-technischen Systems (Infrastrukturen, AkteurInnen, Institutionen) und Wechselwirkungen zwischen diesen sind maßgeblich für die Erbringung der Systemdienstleistungen?
2. Welche AkteurInnen und Institutionen verfügen über Einfluss auf welche Bereiche des sozio-technischen Energiesystems (an wen sind also Handlungsempfehlungen zu richten)?
3. Welcher Art sind die unter 2. bestimmten Einflüsse auf das sozio-technische Energiesystem (welche Art von Handlungsempfehlungen sind also zu geben)?
4. Wie bekommt man das träge komplexe System überhaupt in Bewegung?
5. Wie beeinflussen die Akteure dabei die Entwicklungsrichtung des Energiesystems?
6. Welche Rolle spielen dabei Leitbilder, Strategien, Diskurse, Szenarien?
7. Welches sind die wichtigsten Wechselwirkungen zwischen den Einflussfaktoren?
8. Bei welcher Art von Innovationsprozessen und in welcher Phase des Prozesses spielen welche Faktoren eine besondere Rolle?

Im AP 1.1 sind vor allen Dingen die ersten drei Fragen zu beantworten, um den Grundstein für die Beantwortung der weiteren Fragen in den folgenden APs zu legen. Hier wäre die Hoffnung, dass der MLA mit seinem auf das ganze sozio-ökonomische Regime gerichteten Analyseblick einen Beitrag zur Einengung der Einflussfaktoren und ihrer Wechselwirkungen leisten kann, wie dies in Verbong und Geels (2007, 2010) zum Teil erfolgt ist. Evtl. ist auch der TIS-Ansatz (Technological Innovation System) hilfreich, weil die dort definierten „Functions“ des Innovationssystems, deutliche Bezugspunkte zu den einzelnen Faktoren des Schildkrötenmodells haben (vgl. Bergek et al 2008), oder gar eine Kombination aus MLA und TIS, wie sie von Markard und Truffaut (2008) beschrieben worden ist.

Beeinflussung von Transitionsprozessen – Schildkrötenmodell und Multi-Level-Ansatz

Im Folgenden wird näher auf das Schildkrötenmodell und Multi-Level-Ansatz (MLA) eingegangen und Parallelen zwischen beiden aufgezeigt. Dies soll dazu dienen, die Anwendung des MLA so vorzubereiten, dass die damit gewonnenen Erkenntnisse für das Schildkrötenmodell ausgewertet werden können. Falls Einvernehmen über Untersuchungsgegenstand und Ziele besteht, wäre dann die konkrete Vorgehensweise durch das IÖW als Lead des AP 1.1 festzulegen.

Das Schildkrötenmodell von Ahrens et al. (2002), das auf den Untersuchungen von Hemmelskamp zu Einflussfaktoren von Umweltinnovationen (Hemmelskamp 1999) beruht und von Fichter (2005) und Stührmann et al. (2012) weiterentwickelt und modifiziert wurde, stellt anschaulich die internen und externen Einflussfaktoren bei Innovationsprozessen in sozio-technischen Systemen dar. Hierbei wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass eine Innovation nicht durch einzelne dominante Faktoren, sondern erst aufgrund eines dynamischen Wechselspiels vielfältiger Faktoren erfolgen kann.

Das Modell unterscheidet interne von externen Einflussfaktoren, die von außen auf das Innovationssystem wirken und in Push- und Pull-Faktoren eingeteilt werden. Unter Push-Faktoren sind Einflussfaktoren zu verstehen, die den Möglichkeitsraum für den Zustand des sozio-technischen Systems entweder erweitern oder einschränken. Sie destabilisieren die eingefahrenen Pfade, indem sie neue Voraussetzungen für Innovationen bereitstellen (insb. neue (zugelassene) technische Optionen) oder die alten Pfade durch Skandalisierung delegitimieren. Pull-Faktoren sind Einflussfaktoren, die bestimmte Teile des Möglichkeitsraums als besonders wünschenswert auszeichnen. Sie wirken selektierend, insbesondere in der sich durch die Destabilisierung eröffnenden ‚sensiblen Phase‘. Das Modell geht von sechs externen Einflussfaktoren aus (u.a. Hemmelskamp 1999; Ahrens et al. 2002; Fichter et al. 2007; Stührmann et al. 2012):

- 1.) **Technology Push:** Als zentraler Treiber für Innovationen gilt die Angebotsseite des Marktes. Damit sind insbesondere technologische Innovationen gemeint, die wiederum neue Einsatzmöglichkeiten eröffnen wie z.B. die Energieselbstversorgung durch Aufdach-Solaranlagen.
- 2.) **Market Pull:** Unter diesem Begriff sind Nachfrageveränderungen (z. B. veränderte Kundenwünsche und -bedürfnisse) zu verstehen, die zu Innovationsbemühungen führen, um diese Nachfragen befriedigen zu können.
- 3.) **Regulativer Push:** Als weitere Treiber können sämtliche staatliche und suprastaatliche Regulierungen verstanden werden, die einen Veränderungsdruck auf die in der Wertschöpfungskette beteiligten Akteure ausüben. Der Druck kann durch verabschiedete Gesetze, Verordnungen und Richtlinien, aber auch durch die bloße Ankündigung von Regelungen oder den politischen Diskurs über zukünftige Gesetzesentwicklungen erzeugt werden. Auf diese Weisen können Akteure wie Unternehmen frühzeitig den negativen Folgen zukünftiger Richtlinien entgegenwirken, um ihre Wettbewerbsposition auszubauen.
- 4.) **Regulativer Pull:** Dieser Begriff umfasst staatliche Anreize für Marktakteure, die zur Entwicklung oder Anwendung neuer Technologien führen. Dies sind zum einen Gesetze, die einen indirekten Veränderungsimpuls geben wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz, und zum anderen Förder- und Forschungsprogramme, mit denen eine finanzielle Unterstützung, die Vermittlung von Wissen oder die Bereitstellung von Know-how verbunden ist.
- 5.) **Zivilgesellschaftlicher Push:** Eine wachsende Bedeutung hat der Einfluss von zivilgesellschaftlichen Organisationen wie Menschenrechts-, Verbraucherschutz- oder Umweltschutzorganisationen, aber auch von Gewerkschaften und wissenschaftlichen Einrichtungen auf Innovationsprozesse. Im Zusammenspiel mit den Medien können sie öffentliche Skandalisierungen von Technologien initiieren und haben somit ein erhebliches Potenzial, um Innovationen sowohl positiv als auch negativ zu beeinflussen. Ein bekanntes Beispiel für eine öffentliche Skandalisierung ist der Diskurs über die Atomenergie oder über den ‚Schadstoff des Monats‘. Somit spielt die Analyse von zivilgesellschaftlichen Akteuren im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung eine bedeutende Rolle.

- 6.) *Vision Pull*: Unter diesem Einflussfaktor sind Visionen, Leitbilder, Szenarien und Handlungsgrundsätze zu verstehen, die die Akteure in der Wertschöpfungskette zu Innovationen anregen bzw. zur Gestaltung und Ausrichtung des Innovationsgeschehens maßgeblich beitragen. Oft werden diese Zielsetzungen durch nationale Leitbilder wie dem Leitbild „Nachhaltigen Entwicklung“ des Rio-Erdgipfels beeinflusst.

Auch im Rahmen des Multi-Level-Ansatzes wird davon ausgegangen, dass ein sozio-technischer Wandel von einer Instabilisierung (der Regime-Ebene) ausgelöst wird. Instabilitäten werden durch Spannungen zwischen dem Regime und seiner Umwelt (Landscape/Nische) oder durch Lern-/Anpassungsprozesse auf der Regime-Ebene hervorgerufen und können nach drei Mustern erfolgen (Schneidewind und Scheck 2012):

- 1.) *Bottom-up-Muster*: Nischen-Regime (Anhäufung und Verstärkung von sozio-technischen Nischen) werden so dominant, dass der Druck auf die Regime-Ebene dazu führt, dass das bestehende Regime „gestürzt“ wird.
- 2.) *Top-down-Muster*: Das bestehende Regime gerät durch die plötzliche Zunahme bestimmter Landscape-Entwicklungen unter Druck, was letztendlich zu einem Wandel des Regimes führt.
- 3.) *Hybrid aus Bottom-up- und top-down-Muster*: Aufgrund von Lern- und Anpassungsprozessen auf der Ebene des Regimes kommt es zur Annahme von Innovationen aus dem Nischen-Regime, um die Leistungsfähigkeit des Regimes zu verbessern

Mit der Beeinflussung von Wandelprozessen verbindet der Multi-Level-Ansatz drei Herausforderungen: 1.) ambivalente Ziele, 2.) unsicheres Systemwissen und 3.) verteilte Machtstrukturen, was eine reflexive Gestaltung erfordert. In diesem Zusammenhang geht der Transition-Management-Ansatz von sogenannten Meta-Prinzipien aus, die gemäß des Strukturationsbegriffes von Giddens (1985) (Handlung und Struktur bedingen sich gegenseitig und reproduzieren sich) aus einer System- und Governance-Perspektive hergeleitet werden und zur Gestaltung (Beeinflussung der Richtung und Geschwindigkeit) von Wandelprozessen dienen können. Hierbei wird auch vom sog. Transition-Enabling gesprochen, einem auf Problemlösung ausgerichteten Prozess-Design zur Ermöglichung von Such-/Lern- und Experimentierprozessen unter Beteiligung unterschiedlicher Akteure (Schneidewind und Scheck 2012). Als Gestaltungsprinzipien werden folgende benannt (Rotmans und Loorbach 2010):

Prinzipien der System-Perspektive:

- 1.) *Bereitstellung von Raum und Ressourcen für Nischen*: Das Experimentieren mit und das Aufzeigen von erfolgreichen, alternativen Entwicklungspfaden innerhalb von Nischen kann Veränderungsbedarf auf Ebene des Regime aufdecken.
- 2.) *Frontrunner innerhalb der Nischen*: Innovative, strategische und visionäre Akteure, die nicht an Regime-Strukturen gebunden sind, müssen innerhalb einer geschützten Umgebung kooperieren können.
- 3.) *Gesteuerte Variation und Selektion*: Aufgrund der Unsicherheit bzgl. der Wirksamkeit alternativer Entwicklungspfade ist eine gesteuerte Variation und Selektion von innovativen Optionen durch Experimente notwendig.
- 4.) *Entwicklung von langfristigen Visionen und Zielen/Antizipations- und Adaptionsleistungen/Lernprozesse*: Der Wandel kann mithilfe von Visionen und Zielen in inkrementellen Schritten vorangetrieben werden, um langfristige Anpassungen des Systems zu ermöglichen und Rückschläge/negative Rückkopplungen zu verhindern. Zur Anpassung von Systemen sind Lernprozesse notwendig.

Prinzipien der Governance-Perspektive:

- 1.) *Interaktive Politikprozesse unter Beteiligung unterschiedlicher Akteure von unterschiedlichen Organisations- und Politikebenen (Advocacy-Koalitionen)*: Interessen-Koalitionen mit geteilten Interessen, Weltanschauungen und Auffassungen über die Ausgestaltung von Wandelprozessen sind ein wichtiger Treiber von Übergangsprozessen, da sie in der Lage sind, ihre Vorstellungen von langfristigen Entwicklungsoptionen deutlich zu vertreten, zu artikulieren und im Rahmen von Experimenten umzusetzen.

- 2.) *Integrative Ansätze der Einigung*: Ein Pluralismus von Interessen und Ansichten erfordert weniger die Konsensherstellung, sondern vielmehr die Einsicht darüber, dass ein kollektives Problem existiert, das es zu lösen gilt.
- 3.) *Austausch- und Lernprozesse*: Zur Erarbeitung möglicher Lösungswege und alternativer Entwicklungsoptionen sind gegenseitige Austausch- und Lernprozesse notwendig

Die dargestellten Gestaltungsprinzipien weisen teilweise starke Parallelen zu den Einflussfaktoren des Schildkrötenmodells auf:

- 1.) Das Aufzeigen von erfolgreichen, alternativen Entwicklungspfaden innerhalb von Nischen zum Aufdecken von Änderungsbedarf (auf Regime-Ebene) z.B. in Form von technologischen Innovationen kann in Verbindung mit dem *Technology Push* gesetzt werden (Angebotsseite des Marktes zur Eröffnung neuer Einsatzmöglichkeiten).
- 2.) Das Vorhandensein von Frontruntern deckt sich mit der Forderung nach *Schlüsselpersonen (systemintern) mit entsprechenden Werten und Orientierungen* im Rahmen des Schildkrötenmodells.
- 3.) Die im Transition-Ansatz bezeichnete gesteuerte Variation und Selektion sowie Adaptionleistung (s. 3. und 4.) kann insbesondere dem *systeminternen Einflussfaktor Schlüsselpersonen* zugeordnet werden, welche die Fähigkeit besitzen sollten Unsicherheiten durch *reflexive Selektion und Adaption* zu bewältigen.
- 4.) Die Entwicklung von langfristigen Visionen und Zielen wird ebenfalls im Rahmen des Schildkrötenmodells im Sinne des *Vision Pull* als wichtiger Einflussfaktor bezeichnet. Kontinuierliche Antizipations- /Adaptionleistungen in Form von Lernprozessen können sowohl als *systemexterne* als auch *systeminterne Einflussfaktoren* bezeichnet werden. Hinsichtlich der systeminternen Einflussfaktoren sollten Lernprozesse auf allen internen Ebenen des Schildkrötenmodells (Schlüsselpersonen/-organisationen und F&E-/Innovationsnetzwerke) stattfinden.

Die Prinzipien der Governance-Perspektive decken sich ebenfalls mit möglichen internen/externen Einflussfaktoren des Schildkrötenmodells. Aufgrund von fehlenden Forschungsarbeiten im Bereich von Einflussfaktoren systemischer Innovationsprozesse können nur teilweise Zuordnungen vorgenommen bzw. Vermutungen angestellt werden.

- 1.) Ein möglicher *systeminterner Einflussfaktor*, der aufgrund von derzeitigen Forschungsarbeiten an der Uni HB (u.a. Projekt Leutkirch) identifiziert wurde, könnte als „*Vorhandensein von unterschiedlichen Interessen-Koalitionen*“ bezeichnet werden. Dieser lässt sich dem Gestaltungsprinzip „Interaktive Politikprozesse unter Beteiligung unterschiedlicher Akteure von unterschiedlichen Organisations- und Politikebenen“ zuordnen.
- 2.) Ein gemeinsames *Problembewusstsein* konnte ebenfalls im Rahmen von Forschungsarbeiten an der Uni HB als eine mögliche Voraussetzung für die Entwicklung von gemeinsamen Leitbildern identifiziert werden. Somit hat das Gestaltungsprinzip „integrative Ansätze zur Einigung“ einen engen Bezug zum *Vision Pull*. *Systemintern* sollte ebenfalls ein gemeinsames Problembewusstsein bestehen. Ja letzterer sagt eigentlich erst, wie die Integration und Einigung funktionieren könnte.
- 3.) Gegenseitige *Austausch- und Lernprozesse* werden bei Fichter et al. (2007) insbesondere unter den netzwerk-spezifischen Einflussfaktoren benannt. Bspw. wird das Vorhandensein von Innovationsnetzwerken als wichtiger Treiber erachtet, um in Kooperation mit anderen Organisationen Innovationsvorhaben zu initiieren, zu entwickeln und durchzusetzen.

Literaturverzeichnis

- Ahrens, Andreas; Braun, Angelika; Effinger, Andrea; Heitmann, Kerstin; Lißner, Lothar; Weiß, Matthias; Gleich, Arnim von (2002): Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe. Bremen/Hamburg (BMBF-Projekt SubChem, Zweiter Zwischenbericht (Berichtsjahr 2002)).
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis. *Research Policy* 37, 407–429.
- Fichter, Klaus (2005): *Interpreneurship. Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums*. Marburg: Metropolis-Verl. (Theorie der Unternehmung, 33).
- Fichter, Klaus; Beucker, Severin; Noack, Torsten; Springer, Stefanie (2007): *Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen. Fallstudien und Szenarien zu Einflussfaktoren, Schlüsselakteuren und Internetunterstützung*. Stuttgart.
- Giddens, Anthony (1985): *The constitution of society. Outline of structuration*. Repr. Cambridge: Polity Press.
- Gleich, A. v./ Gößling-Reisemann, S./ Stührmann, S./ Woizescke, P. (2010a): Resilienz als Leitkonzept – Vulnerabilität als analytische Kategorie, in: Fichter, K./ Gleich, A. v./ Pfriem, R./ Siebenhüner, B. (Hg.), *Theoretische Grundlagen für Klimaanpassungsstrategien, nordwest2050-Berichte 1*, Bremen, Oldenburg.
- Gleich, A. v./ Brand, U./ Stührmann, S./ Gößling-Reisemann, S./ Lutz-Kunisch, B. (2010b): Leitbildorientierte Technologie- und Systemgestaltung, in: Fichter, K./ Gleich, A. v./ Pfriem, R./ Siebenhüner, B. (Hg.), *Theoretische Grundlagen für erfolgreiche Klimaanpassungsstrategien, nordwest2050-Berichte 1*, Bremen, Oldenburg.
- Hemmelskamp, Jens (1999): *Umweltpolitik und technischer Fortschritt. Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen : mit 44 Tabellen*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- MARKARD, Jochen; RAVEN, Rob; TRUFFER Bernhard (2012). Sustainability Transitions: AN emerging field of research and its prospects. In *Research Policy* 41 (2012), 955-967.
- Markard, J., Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: towards an integrated framework. *Research Policy* 37, 596–615.
- Rotmans, Jan; Loorbach, Derk (2010): Towards a better understanding of transitions and their governance. A systemic and reflexive approach. In: John Grin, Jan Rotmans und J. W. Schot (Hg.): *Transitions to sustainable development. New directions in the study of long term transformative change*. New York: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions), S. 105–220.
- Schneidewind, Uwe; Scheck, Hanna (2012): Zur Transformation des Energiesektors – ein Blick aus der Perspektive der Transition- Forschung. In: Hans-Gerd Servatius, Uwe Schneidewind und Dirk Rohlfing (Hg.): *Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg (SpringerLink : Bücher), S. 45–61.
- Stührmann, Sönke; Gleich, Arnim von; Brand, Urte; Gößling-Reisemann, Stefan (2012): Mit dem Leitkonzept Resilienz auf dem Weg zu resilienteren Energieinfrastrukturen. In: Michael Decker, Armin Grunwald und Martin Knapp (Hg.): *Der Systemblick auf Innovation - Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung. NTA4 - Tagung des Netzwerks TA*. Berlin. Berlin: Edition Sigma (Gesellschaft – Technik – Umwelt, 16), S. 181–192.
- VERBONG, Geert; GEELS. Frank (2007). The ongoing energy transition: Lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system (1960–2004). *Energy Policy* 35 (2007), 1025-1037.
- VERBONG, Geert; GEELS. Frank (2010). Exploring sustainability transitions in the electricity sector with socio-technical pathways. *Technological Forecasting & Social Change* (2010), 1214-1221.