

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337078023>

# MULTIPLE KOPPLUNGEN. KONZEPTUELLE ÜBERLEGUNGEN ZU DEN SOZIALEN DIMENSIONEN DER ENERGETISCHEN REVOLUTION

Conference Paper · November 2019

CITATIONS

0

READS

42

4 authors, including:



**Raj Kollmorgen**

Hochschule Zittau/Görlitz, Germany, Görlitz

43 PUBLICATIONS 80 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Markus Will**

Hochschule Zittau/Görlitz

80 PUBLICATIONS 87 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Sustainable Business Models in the Textile industrie and Apparel Market [View project](#)



Wie geht Bleiben? Qualifizierte Frauen im ländlichen Raum - Der Fall Ostsachsen [View project](#)

# MULTIPLE KOPPLUNGEN. KONZEPTUELLE ÜBERLEGUNGEN ZU DEN SOZIALEN DIMENSIONEN DER ENERGETISCHEN REVOLUTION

**Raj Kollmorgen\***

*Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Sozialwissenschaften und  
TRAWOS Institut für Transformation, Wohnen und soziale Raumentwicklung,  
Brückenstraße 1, 02826 Görlitz*

**Markus Will**

*Hochschule Zittau/Görlitz,  
Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften, Külzufer 2, 02763 Zittau und  
TRAWOS Institut für Transformation, Wohnen und soziale Raumentwicklung,  
Brückenstraße 1, 02826 Görlitz*

„Das Gesellschaftliche mitdenken“: In der Einladung zum Oberlausitzer Energieseminar 2019 wird eine Aufforderung formuliert, die wir uns zu eigen machen möchten. Unser Beitrag setzt an zwei Ausgangsthesen an. Einerseits diagnostizieren wir in den politischen und wissenschaftlichen Debatten über den regionalen Strukturwandel und die regionale „Energiewende“ (besser: energetische Revolution) in der Oberlausitz eine Marginalisierung sozial- und kulturwissenschaftlicher Forschungsansätze. Andererseits identifizieren wir in eben diesen sich beschleunigenden Innovations- und Transformationsprozessen einen steigenden Bedarf der Berücksichtigung, ja Integration sozialer Prozessdimensionen. Unsere Überlegungen möchten diesbezüglich zur Aufklärung beitragen, wobei wir uns auf die theoretisch-konzeptuelle Dimension konzentrieren.

## **1. Energetische Revolution als sozio-technisches Transformationsproblem**

Theoretisch-konzeptuell basiert unser Beitrag sowohl auf dem Forschungsansatz sozio-technischer Systeme und Transitionen ([1]; [2]) als auch dem gesellschaftlicher Evolution und Transformation ([3]; [4]). Danach lassen sich technisch-technologische und technisch-ökonomische Strukturen („Systeme“), Akteure und Handlungen und deren (transformierende) Dynamiken ohne die Verkopplung mit sozialen (einschließlich politischen, rechtlichen, kulturellen) Dimensionen nur unzureichend begreifen und: gestalten.<sup>a</sup>

Das beginnt bereits bei der Wahrnehmung und Beurteilung von Technik und deren Anwendungsmöglichkeiten, setzt sich fort bei der Definition technisch-technischer Probleme und

reicht bis zu den Suchrichtungen zu deren Lösung und den eingeschlagenen Pfaden der Technikentwicklung. Keines dieser Phänomene oder Probleme ist ‚asozialer‘ Natur. Im Gegenteil, sie jenseits sozialer Dimensionen verstehen zu wollen, führt in die Irre. So gibt es, streng genommen, keine *objektiven* technischen Probleme - im Sinne subjekt-freier, rein naturgesetzlich bestimmter Lagen. Nicht Technik ‚macht‘ Probleme, sondern Menschen machen sie – und zwar sozial eingebettete, sozial bestimmte, sozial denkende und handelnde Menschen. Das gilt auch für Energietechniken und energetische Revolutionen und für das Problem der Sektorkopplung.

## **2. Drei Arten von Sektorkopplungen – ein Ordnungsmodell**

Um die komplexe Dimensionalität erschließen zu können, unterscheiden wir Sektorkopplungen 1., 2. und 3. Ordnung, wobei diese Ordnungen wiederum untereinander „verkoppelt“ sind.

1. *Sektorkopplung erster Ordnung*: Darunter verstehen wir die technisch-infrastrukturelle Kopplung auf Ebene der Energieträger und -

---

<sup>a</sup>: Als beispielhafte Bestimmung des Energiesystems aus der Sicht des (sozio-technischen) Transitionsansatzes: „*The energy system as a complex societal system can be defined as all those actors and artifacts that together produce the societal function energy. It is an open and nested system, that is, it is interconnected with other societal systems (like mobility, food provision, construction) and embedded within broader society.*“ [5].

formen (z.B. Kraft-Wärme-Kopplung, Power-to-Gas-Kopplung usw.).

2. *Sektorkopplung zweiter Ordnung*: Das bedeutet die (Ver-)Kopplung von Wirtschaftssektoren (primärer, sekundärer, tertiärer Sektor und dann weiter von Zweigen bzw. Branchen) im Kontext der energetischen Revolution (z.B. landwirtschaftliche Produktion von Biomasse als erneuerbare Energieträger, deren Umformung zu Biogas und die Verkopplungsprobleme mit dem Industriesektor – etwa als Nutzung des Gases als Energie in Fertigungsprozessen usw.)

3. *Sektorkopplung dritter Ordnung*: Hierunter fassen wir die Verkopplung(sprobleme) der gesellschaftlichen Sektoren von Markt, Staat und Drittem Sektor im Kontext der energetischen Transformationen, z.B. unter der Fragestellung: Welche Steuerungsinstrumente werden zu Innovationsförderung oder Änderung von Nutzerverhalten eingesetzt und: wie ggf. verkoppelt.

Alle drei Arten der Sektorkopplung sind hochgradig sozial voraussetzungs- und werden sozial geformt. Bei den uns im Folgenden besonders interessierenden sozialen Kopplungen muss selbst wieder differenziert werden, u.a. zwischen:

- a) Binnenverkopplungen vs. Kopplungen der Ordnungen
- b) Strukturelle, institutionelle und kulturelle Kopplungen
- c) Intendierte (darunter: Kontext- vs. interventionistische Kopplungen) vs. nicht-intendierte Kopplungen (Folgen- und Nebenfolgenkopplungen)
- d) Genetische Kopplungen (Innovationsprozesse z.B.) vs. reproduktive Kopplungen in der Reproduktion.

### 3. Beispiele und Problemlagen sozialer Sektorkopplungen

Die komplexen, hier nur andeutbaren Problemlagen der sozialen Sektorkopplung(en) (Kopplung dritter Ordnung) in der gegenwärtigen energetischen Revolution sollen an zwei historischen Beispielen sowie einigen kontemporären Kopplungsdimensionen und offenen Fragen dazu plausibilisiert und verdeutlicht werden.

1. *Energetische Revolutionen in der Geschichte*  
Rekapituliert man die die sogenannte „Industrielle Revolution“ (ca. 1750-1850) in ihrer energetischen Dimension, wird erkennbar, dass es sich um einen komplexen Prozess handelte, der neben der Entwicklung und Verbreitung der Dampfmaschine (unter Nutzung des Energieträgers Holz und dann fortschreitend Kohle, die selbst wieder gefördert werden musste – und zwar unter dem wachsenden Einsatz von dampfmaschinengetriebenen Pumpen) nicht nur die Herausbildung des sogenannten dreigliedrigen Maschinensystems – als Antriebsmaschine, Transmissionsmechanismus, Werkzeugmaschine und neuer Verkehrsinfrastrukturen (z.B. den Kanalbau in England) beinhaltete. Vielmehr schloss die Umwälzung auch veränderte Marktbeziehungen der Anbieter und Nachfrager von technisch-technologischen Einzelkomponenten sowie neue sozioökonomische Verhältnisse in und zwischen den Unternehmen sowie zwischen Produzenten und Konsumenten ein (aber z.B. auch veränderte Patentrechte oder Bildungsinstitutionen), was zusammenfassend als Kapitalisierung (oder Formierung des liberalen Industriekapitalismus) begriffen werden kann ([6]).

In vergleichbarer Weise hat im Rahmen des fossilen Energiezeitalters der Übergang zum Energieträger Erdöl (und dann auch Erdgas) sowie die Automobilisierung der Gesellschaft in der Mitte des 20. Jahrhunderts (1920-1970) stattgefunden. Hier ist eindrücklich, wie schnell und tiefgreifend diese Revolution nicht nur die (Transport-)Infrastrukturen, sondern auch die Architektur und Funktionsweisen der Großstädte transformierte. Mehr noch, die urbanen Kulturen und Lebensstile – man denke an die amerikanischen Vorstädte (*suburbs*) oder ihre großflächigen shopping malls auf der „grünen Wiese“ -, ja selbst die fundamentalen Lebensführungsmuster der Mittelklassen basierten auf dieser automobilen Technologie, so wie die Gesellschaftlichkeit und konkreten sozioökonomischen Verhältnisse (Großunternehmen, Börse, Kommodifizierung des wirtschaftlichen Lebens, freie Arbeitskräfte, neue Lohnformen, Staat als Innovationstreiber, Wirtschaftsförderer, Nachfrager usw.) ein entscheidender Motor für die technisch-technologischen Entwicklungen (u.a. im Energiebereich) sowie die Diffusion neuer Innovationen und Mobilitätsinfrastrukturen war (als historischer Überblick: [7]; zum Auto: [8]).

In beiden Fällen – wenn auch deutlich anders geformt – waren die sozialen Kopplungen von

Markt, Staat und Drittem Sektor ein wesentliches Moment für die (je spezifisch funktionierende) erfolgreiche Durchsetzung neuer Energiesysteme – einschließlich der schrittweisen Ausschöpfung ihrer Effizienzpotentiale.

## 2. Energetische Nachhaltigkeitsrevolution heute

Für die gegenwärtige Transformation des Energiesystems und die Modi ihrer Sektorkopplungen (aller drei skizzierten Ordnungen) sind grundsätzlich analoge Dimensionen und Problemlagen anzunehmen und vielfach auch bereits nachweisbar. Drei dieser (problematischen) Dimensionen, die in klassisch technisch-wissenschaftlichen Diskursen oft unbeachtet bleiben oder zu kurz kommen, sollen im Folgenden angeschnitten werden.

(a) *Das unterthematisierte Wachstumsproblem:* Die allermeisten technisch-technologischen Kopplungsvorschläge und weiter energiesystemischen Transformationsszenarien unterstellen nach wie vor den Fortbestand wachstumsbasierter Institutionen und sozioökonomischer Funktionsweisen. Das mag wahrscheinlich sein – oder nicht. Es wäre aus unserer Sicht aber wichtig, sich auch mit den Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Folgen von Sektorkopplungen der 1.-3. Ordnung unter Postwachstumsbedingungen zu beschäftigen.<sup>b</sup>

(b) *Sektorkopplungen „Power to X“:* Wie sozial komplex die Voraussetzungen und Mechanismen auch technisch-infrastruktureller Sektorkopplungen im gegenwärtigen Umbau sind, wird exemplarisch an den Ideen und Projekten der „Power to X“-Technologien (etwa Power to Gas - PtG) deutlich. So setzen (aa) heutige Rentabilitätsschätzungen für PtG-Projekte nicht nur gegebene Preissysteme und Nachfragemengen, sondern auch CO<sub>2</sub>-Bepreisungen (Korridore) voraus, von denen wir – gerade in Umbruchzeiten – gar nicht wissen, ob sie Bestand haben werden. Sie zielen aber (bb) auch auf Verwendungsweisen der erzeugten Gase, z.B. im Bereich [erd]gasgetriebener oder alternativ: mit Brennstoffzellen ausgestattete Automobile. Einerseits ist hier aus evolutionärer Perspektive eine Technologieoffenheit sinnvoll. Andererseits erschwert eine längere Periode der Offenheit die Formierung funktionierender „technisch-ökonomischer Paradigmen“ (C.

---

<sup>b</sup> Dass dafür zuerst zu klären ist, was Wachstum und Postwachstum technisch, ökonomisch und sozial im Kontext wirtschaftliche Entwicklung (Evolution) überhaupt bedeutet, ist allerdings auch klar. Dieses Problem ist alles andere als trivial, jedenfalls dann, wenn Wachstum nicht einfach als Mengenzunahme begriffen wird.

Perez), d.h. nachhaltiger Systembildungen. Das ist aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive aber mit zu reflektieren – was kaum passiert. Schließlich (cc) sollten – wie oben anhand der Industrialisierung angedeutet – die übergreifenden gesellschaftlichen und sozio-kulturellen Kontexte – vom Problem zukünftig legitimer Mobilitätsmuster bis zu möglichen neuen Kulturen autarker Energiegewinnung in Regionen und Gemeinschaften – nicht ausgespart bleiben. Integriert man diese sozialen Dimensionen erscheinen technisch-infrastrukturelle Ideen und Möglichkeiten oft in einem neuen Licht (als bereits recht offene, gleichwohl diese Dimensionen nicht thematisierende Studie siehe [9]).

(c) *Mentale und wissenschaftliche ‚Entkopplungen‘ als Problem:* Für den bis heute dominierenden Mangel an Studien und Modellen, die soziale Sektorkopplungen hinreichend berücksichtigen, sind nicht nur die in unseren Gesellschaften hoch ausdifferenzierten Teilsysteme, Sektoren und sozialen Handlungsfelder mit eigenen Codes, Regeln und Dispositionen verantwortlich, sondern auch die – natürlich damit verbundenen – Leerstellen und Unterthematierungen in den entsprechenden Wissenschaften und Forschungsrichtungen. Das betrifft die Ingenieur- und Technikwissenschaften nicht mehr als die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Hier sind in Lehre und Forschung wechselseitige Öffnungen und echte Interdisziplinaritäten erforderlich.

## 4. Forschungsperspektiven der Transformations-, Innovations- und Governanceforschung

Ein möglichst umfassendes Verständnis der unterschiedlichen Kopplungen im soziotechnischen Energiesystem stellt ein Ausgangspunkt für dessen Gestaltung in einen „nachhaltigeren Zustand“ dar. Bei umfassenden Veränderungen wie der Energiewende, der Verkehrswende oder der Ernährungswende, reicht es nicht aus, lediglich eine umweltfreundlichere Technologie einzusetzen oder anzuwenden.

Die mit der Energiewende als Beispiel einer *sustainability transition* verbundenen Veränderungen umfassen auch die Art und Weise wie das Zusammenspiel von Technologien und Sektoren organisiert ist und wie es gesteuert wird [10]. Es ist davon auszugehen, dass neben den Technologien auch die Produktions- und Konsummuster und Werte und Präferenzen als übergeordnete Formen der Handlungskoordination mitgeändert werden (müssen) [11]. Die fundamentalen Veränderungen von einem Re-

gimezustand zu einem anderen, umfassen mehrere Subsysteme der Gesellschaft und sind auf längere Zeiträume hin angelegt [12]. Transformation bedeutet, dass ein einigermaßen stabiles sozio-technisches System („dynamic equilibrium“) sich über einen in einen neuen stabilen Systemzustand reorganisiert, was durch folgende Charakteristika gekennzeichnet ist [6]; [2]; [13]:

- Transformationen sind ko-evolutionäre Prozesse, die nach multiplen Veränderungen in sozio-technischen Konfigurationen verlangen
- Es werden unterschiedliche Akteure aus verschiedenen gesellschaftlichen Subsystemen und sozialen Gruppen einbezogen („multi-actor-process“)
- Transformationen sind mit - vom Umfang her - radikalem Wandel verbunden, die sich über längere Zeiträume von 25 bis 50 Jahren hin vollziehen.
- Transformationen umfassen Innovation (z.B. Aufbau von Anlagen zur Nutzung regenerativen Energien) und Exnovation (z.B. Rückbau von bestehenden Anlagen wie Kohlekraftwerken, Tagebauen, Kernkraftwerken und Endlagerung radioaktiver Abfälle).

Um derart komplexe Transformationen von großtechnischen Systemen theoretisch zu fassen, gibt es eine Vielzahl von Ansätzen. Schlaglichtartig sollen hier ausgewählte Ansätze umrissen werden, nämlich das (a) Multi-Impuls Modell für Nachhaltigkeitsinnovationen und (b) das Mehrebenen-Konzept. Beiden Ansätzen ist gemein, dass sie soziale Faktoren und Akteurskonstellationen als zentrale Elemente einer erfolgreichen Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen berücksichtigen.

#### *(a) Multi-Impuls Modell für Nachhaltigkeitsinnovationen*

Im Gegensatz zu älteren Modellen der Innovationsforschung in denen entweder allein technologische Erfindungen zu Nachfrageänderungen beitragen („technology push“) oder bei denen Präferenzwechsel auf Nachfrageseite den Innovationsprozess zielgerichtet auf die Befriedigung der sich ändernden Nutzerbedarfe ausrichten („Market pull“), gehen aktuelle Forschungen von aus, dass Innovationen nicht durch einzelne dominierende Faktoren erklären lassen, sondern durch eine vielfältige Kopplung verschiedener Faktoren im Sinne eines dynamischen Wechselspiels. Richtunggebende

Einflussfaktoren werden im Sinne der Multi-Impulshypothese in *Push- und Pull-Faktoren* unterschieden [14], [15], [16]. Push-Faktoren üben einen Veränderungsdruck aus, indem sie Alternativen bereitstellen oder vorhandene Strukturen einschränken oder delegitimieren. Damit können technologische Innovationen (z.B. dezentrale Stromspeicher, Schnellladestationen) gemeint sein („technology push“). Auch (supra-) staatliche Regulierungen, Gesetze und Verordnungen – oder deren bloße Ankündigung – kann einen Veränderungsdruck erzeugen („regulatorischer push“). Auch zivilgesellschaftliche Akteure, Verbraucher- und Umweltschutzorganisationen oder Umweltbewegungen wie „Fridays for Future“ haben eine wachsende Bedeutung, indem sie durch öffentliche Skandalisierung das bestehende Energiesystem zu delegitimieren versuchen („zivilgesellschaftlicher Push“). Pull-Faktoren unterstützen alternative Innovationsoptionen und wirken insbesondere in Frühphasen des Innovationsprozesses selektierend. Hierzu zählen sich ändernde Kundenwünsche und Nachfrageänderungen („market pull“), die zu bestimmten Innovationsbemühungen führen (z.B. Nachfrageänderung hin zu Eigenversorgung oder Prosumer-Konzepte). Der regulative Pull umfasst staatliche Anreize in Form von Subventionen durch das EEG oder die Ausrichtung von Forschungs- und Förderprogrammen, die zur Entwicklung oder verstärkter Anwendung neuer Technologien führen. Ein letzter Faktor im Multiimpulsmodell ist der Vision-Pull. Hierunter sind geteilte Wertvorstellungen, Leitorientierungen und Visionen zu verstehen, die Akteure zu Innovationen anregen bzw. die Ausrichtung des Innovationsgeschehens maßgeblich beeinflussen. Übertragen auf die Sektorenkopplung sind

#### *(b) Mehrebenen-Konzept*

Neben den Modellen der betriebswirtschaftlich ausgerichteten Innovationsforschung wird in der sozialwissenschaftlich geprägten Transformationsforschung häufig die Multi-Level-Perspektive (MLP) angewendet [11], [17]. Diesem Grundsatz nach werden Transformationsprozesse in soziotechnischen Systemen analytisch auf unterschiedlichen Ebenen betrachtet. Transformationen, Veränderungen sind demnach das Ergebnis von Kopplungen bzw. Interaktionen zwischen der Mikroebene (Nischen), der Mesoebene (Regime) und der Makroebene (sozio-technische Landschaft):

- *Makroebene*: Darunter werden übergreifende Entwicklungen, Megatrends,

Rahmenbedingungen, Veränderungen der natürlichen Umwelt, makroökonomische oder demographische Entwicklungen usw. verstanden, die Impulse für Veränderungen auf das Regime ausüben. Aktuell ist die Diskussion im den Klimawandel und die „Dekarbonisierung“ des Energiesystems als wichtiger Treiber auf Landscapeebene zu betrachten.

- *Mesoebene:* Soziotechnische Regime umfassen die vorherrschenden Praktiken, Regeln und Technologien, die den vorherrschenden soziotechnischen Systemen Stabilität und Verstärkung verleihen. Soziotechnische Regime sind hochinstitutionalisiert und können nur langsam und auf ausreichendem Druck hin mittelfristig verändert werden. Das soziotechnische Energieregime kann mit folgenden Schlagworten charakterisiert werden: zentrale Energiegenerierung, Dominanz großer Energieversorgungsunternehmen im Bereich Kraftwerke und Netze. Für eine Sektorenkopplung im Sinne einer Systemintegration sind hierbei neben beispielsweise den PtX-Anlagen selbst auch deren Netzintegration und eine synchronisierte adaptive Abnahme insbesondere bei industriellen Großverbrauchern mit zu denken.
- *Mikroebene:* In Nischen sind Handlungsweisen zu finden, die vom soziotechnischen System abweichen. In diesen Nischen können Akteure mitunter agiler auf den Druck aus der Makroebene reagieren und es können radikale und pfadbrechende Innovationen entstehen, die dazu beitragen, dass sich ein Regime verändert oder durch eine neue Konstellation abgelöst wird. Hier sind die vielfältigen FuE-Projekte einzuordnen, in denen zu Elektrolyse, die Herstellung flüssiger oder gasförmiger Kraftstoffe oder Grundchemikalien geforscht wird. Sobald Industriereife erreicht ist, müssen diese Innovationen weitere Anschläge in einem geschützten Bereich erfahren. Ein solches Nischenmanagement umfasst die Phasen der Abschirmung („shielding“), der Näherung („nurtuting“) und der Befähigung („empowerment“), durch die ein sukzessiver Regimewechsel erreicht werden kann [18], [19]. Letzteres wird dann

als Transition (bzw. Transformation) bezeichnet.

In der Kombination der beiden analytischen Zugänge, dem Multi-Impuls-Modell und der Mehrebenen-Perspektive, lassen sich Transformationen soziotechnischer Systeme besser erfassen, als würden soziale Prozesse ausgeblendet. Die Mehrebenen-Perspektive repräsentiert das „big picture“ und verdeutlicht die Wichtigkeit von Innovationen in geschützten Nischen. Mit dem Multi-Impuls-Modell kann zu einem Verständnis beigetragen werden, welche Faktoren und Einflüsse die Entwicklung solcher Nischeninnovationen begünstigen.

## 5. Schluss

Unser Beitrag hat dafür geworben, nicht nur die sozialen Dimensionen der energetischen Revolution in ihrer Komplexität ernst zu nehmen, sondern speziell die Sektorkopplungen als nicht allein technisch-infrastrukturelle oder technisch-ökonomische zu fassen, sondern als auch und wesentlich soziale zu begreifen – und daraus für die Modellierung und Planung konkreter Vorhaben die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen.

Mittlerweile liegt eine ganze Reihe von bereits elaborierten Ansätzen und Konzepten vor, die es uns gestatten, die Transformationen des Energiesystems und darüber hinaus des Gesamtprozesses der äußeren Naturaneignung (die sogenannten „gesellschaftlichen Naturverhältnisse“) besser zu verstehen und bis zu einem gewissen Grade auch zu steuern. Diese Ansätze sollten nun auch breiter und bis auf die lokale Ebene hinab angewendet werden.

Wenn wir wollen, dass die wissenschaftliche und politische Nachhaltigkeits- und Transformationsdebatte sich in den kommenden Jahren nicht immer wieder an den gleichen Stellen ‚festfrisst‘, erscheinen diese theoretisch-konzeptuellen Öffnungen und forschungspraktischen Anwendungen ebenso relevant wie die Entwicklung echter Interdisziplinarität – nicht zuletzt als Inhalt veränderter Curricula an unseren höheren Bildungseinrichtungen, namentlich den Hochschulen und Universitäten.

Einige durchaus positive Ideen und Initiativen gibt es durchaus – die gegenwärtigen Debatten um die Erneuerung der Wirtschaftswissenschaften sind dafür mehr als ein Fingerzeig.

## Literatur

- [1] Dolata, Ulrich (2011): Soziotechnischer Wandel als graduelle Transformation. In: Berliner Journal für Soziologie, 21. Jg. (2): 265-294.
- [2] Grin, John/Rotmans, Jan/Schot, Johan (2010): Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change, 1st Edition. London et al: Routledge.
- [3] Kollmorgen, Raj (2020): Prämoderne – Postmoderne – Neomoderna. Zeitdiagnosen und Gesellschaftskritik im sozialen Wandel. Weinheim: Juventa (i.V.).
- [4] Merkel, Wolfgang/Kollmorgen, Raj/Wagener, Hans-Jürgen (Eds.) (2019): The Handbook of Social, and Economic Transformations. Oxford: Oxford UP.
- [5] Verbong, G. und Loorbach, D. (2010). Governing the Energy Transition. Reality, Illusion or Necessity?. Routledge Studies in Sustainability Transition. Routledge, Taylor and Francis Group.
- [6] Marx, Karl (1867/1962): Das Kapital, Bd.1, MEW 23. Berlin: Dietz Verlag.
- [7] Otten, Dieter (1986): Die Welt der Industrie, 2 Bde, Reinbeck: Rowohlt.
- [8] Gorz, André (2009): Auswege aus dem Kapitalismus. Beiträge zur politischen Ökologie. Zürich: Rotpunktverlag.
- [9] Kuprat, Mark (2017): Sektorkopplung. Vier Infrastrukturen – eine optimale Lösung? Studie im Auftrag von Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH, ONTRAS Gastransport GmbH, ENSO NETZ GmbH. Cottbus: Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstühle Energieverteilung und Hochspannungstechnik.
- [10] Büscher, Christian und Schippl, J. (2013): Die Transformation der Energieversorgung: Einheit und Differenz soziotechnischer Systeme. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 22. Jg., Heft 2, Juli 2013
- [11] Rip, A.; Kemp, R., 1998: Technological Change. In: Rayner, St.; Malone, E.L. (Hg.): Human Choice and Climate Change. Columbus, OH, S. 327–399
- [12] Strunz, Sebastian (2014): The German energy transition as a regime shift. Ecological Economics 100 (2014) 150–158.
- [13] Frantzeskaki, Niki/Loorbach, Derk/Meadowcroft, J (2012): Governing transitions to sustainability: Transition management as a governance approach towards pursuing sustainability. Int. J. Sustainable Development, Vol. 15, Nos. 1/2, 2012
- [14] Hemmelskamp, J (1999): Umweltpolitik und technischer Fortschritt. Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen. Physica-Verlag, Heidelberg
- [15] Fichter, Klaus (2005): Interpreneurshio. Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmenertums. Marburg: Metropolis-Verlag.
- [16] Wachsmuth, J./Petschow. Ulrich/Brand, Urte/ Fettke, Ulrike/Pissarskoi, Eugen/Fuchs, Gerd/Dickel, Sascha/Klajajic, Mariane (2015): Richtungsgebende Einflussfaktoren im Spannungsfeld von zentralen und dezentralen Orientierungen bei der Energiewende und Ansatzpunkte für ein Leitkonzept Resilienz. RE-SYSTRAS Projekt Diskussionspapier.
- [17] Geels FW, Schot J (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. Res Policy 36(3):399–417.
- [18] Smith, A., & Raven, R. (6. 41 2012). What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. Research Policy , S. 1025-1036.
- [19] Köhler, Jonathan/ Laws, Norman/ Renz, Ina/ Hacke, Ulrike/ Wesche, Julius/ Friedrichsen, Nele/ Peters, Anja/ Niederste-Hollenberg, Jutta (2017): Anwendung der Mehr-Ebenen-Perspektive auf Transitionen: Initiativen in den kommunal geprägten Handlungsfeldern Energie, Wasser, Bauen & Wohnen