

netWORKS-Papers

Transformation

Konzeptionelle Potenziale für die sozial-
ökologische Stadt- und Infrastrukturforschung

Engelbert Schramm



netWORKS-Papers

Heft 37 Transformation

**Konzeptionelle Potenziale für die sozial-ökologische Stadt- und
Infrastrukturforschung**

Engelbert Schramm

Impressum

Autoren

Engelbert Schramm (ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung)

Herausgeber

Forschungsverbund netWORKS

www.networks-group.de

Diese Veröffentlichung basiert auf Forschungsarbeiten im Verbundvorhaben „Resilient networks: Beiträge von städtischen Versorgungssystemen zur Klimagerechtigkeit (netWORKS 4)“. Das Forschungsprojekt netWORKS 4 wird unter dem Förderkennzeichen 01UR1622A-D innerhalb der Fördermaßnahme „Nachhaltige Transformation urbaner Räume“ im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ als Bestandteil des BMBF-Programms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Textverarbeitung

Julia Krebs

Verlag und Vertrieb

Deutsches Institut für Urbanistik GmbH
Zimmerstraße 13-15
10969 Berlin
Telefon: +49 30 39001-0
Telefax: +49 30 39001-100
E-Mail: difu@difu.de
Internet: www.difu.de

Alle Rechte vorbehalten

Berlin, September 2020

ISBN: 978-3-88118-670-4

Forschungsverbund netWORKS im Vorhaben „Resilient networks: Beiträge von städtischen Versorgungssystemen zur Klimagerechtigkeit (netWORKS 4)“

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu)
Jan Hendrik Trapp (Koordination)
Zimmerstr. 13-15
10969 Berlin
Telefon: +49 30 39001-210
E-Mail: trapp@difu.de



ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung
Dr.-Ing. Martina Winker (Koordination)
Hamburger Allee 45
60486 Frankfurt
Telefon: +49 69 7076919-53
E-Mail: winker@isoe.de



Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Dr. Pascale Rouault
Cicerostr. 24
10709 Berlin
Telefon: +49 30 53653-816
E-Mail: pascale.rouault@kompetenz-wasser.de



Berliner Wasserbetriebe AöR
Forschung und Entwicklung
Michel Gunkel
Cicerostr. 24
10709 Berlin
Telefon: +49 30 8644-18047
E-Mail: michel.gunkel@bwb.de



Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
Berlin
Abteilung Integrativer Umweltschutz
Referat Wasserrecht, Wasserwirtschaft und Geologie
Matthias Rehfeld-Klein
Brückenstr. 6
10179 Berlin
Telefon: +49 30 9025-2003
E-Mail: Matthias.Rehfeld-Klein@senuvk.berlin.de



Senatsverwaltung
für Umwelt, Verkehr
und Klimaschutz

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin
Abteilung II - Städtebau und Projekte
Fachbereich: Grundsatzangelegenheiten der Ökologie im
Bauwesen/ Ökologische Gebäudekonzepte,
Modellvorhaben
Brigitte Reichmann
Württembergische Str. 6
10707 Berlin
Telefon: +49 30 90139-4322
E-Mail: brigitte.reichmann@sensw.berlin.de



Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung
und Wohnen

Stadt Norderstedt
Die Oberbürgermeisterin
Amt Nachhaltiges Norderstedt
Herbert Brüning
Rathausallee 50
22846 Norderstedt
Telefon: +49 40 53595-367
E-Mail: herbert.bruening@norderstedt.de



Ramboll Studio Dreiseitl GmbH
Jeremy Anterola
Stadtdeich 7
20097 Hamburg
Telefon: +49 40 32818-212
E-Mail: jeremy.anterola@dreiseitl.com



Inhalt

Einleitung	6
1 Etymologische Vorbemerkung	8
2 Gut vorhersagbare Prozesse: Übergänge und Metamorphosen	8
3 Große Transformationen	10
4 Transformation – Mode im Diskurs oder politische Gesamtstrategie?	11
5 Sozial-ökologische Transformation als kritisches Konzept	13
6 Das netWORKS-Verständnis von Transformation	17
7 Transformationsmanagement	18
8 Ko-Transformation sozial-ökologischer Versorgungssysteme	20
Literaturverzeichnis	22

Einleitung

Infrastrukturen in menschlichen Siedlungen sind die Voraussetzungen für Wohlstand einer Gesellschaft, eine gute Wirtschaft sowie die Grundlage für ein gutes Leben ihrer Einwohner. Infrastrukturen müssen den Bedürfnissen der Einwohner entsprechen, sie ausreichend versorgen und Abfallströme entsorgen. Im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft gilt es, die Bürgerinnen und Bürger ausreichend und zuverlässig mit Trinkwasser zu versorgen und eine umweltverträgliche Abwasserentsorgung zu gewährleisten. Die aktuell bestehenden Systeme unterliegen durch demographische Veränderungen, steigende Energiepreise und den Auswirkungen des Klimawandels einem stetig steigenden Druck.

Infrastrukturen, die vor 100 Jahren noch als die „richtigen“ erschienen, scheinen sich vor den neuen Herausforderungen wandeln zu müssen. Die Folgen des Klimawandels, wie Starkniederschläge, Hochwasser oder Hitze- und Trockenperioden, stellen Wasser- und Stadtinfrastrukturen vor neue Herausforderungen. Diesen Herausforderungen müssen sich Planerinnen und Planer von Infrastrukturen stellen, da die Infrastrukturen und ihre Resilienz einen zentralen Stellenwert für menschliche Gesundheit und Unversehrtheit sowie wirtschaftliche Entwicklung haben. Dies gilt insbesondere für die Wasserinfrastruktur.

Der Forschungsverbund netWORKS hat es sich zur Aufgabe gemacht, innovative und nachhaltige Lösungen im Bereich der Wasserver- und -entsorgung zu erarbeiten, um Kommunen bei der dafür nötigen Transformation der Wasserinfrastruktur zu unterstützen. Insbesondere gilt es, Abwasser als Ressource zu verstehen, indem leicht verschmutztes Abwasser, sog. Grauwasser, wiederverwendet wird, Nährstoffe aus dem Abwasser aufbereitet werden sowie die Abwasserwärme genutzt wird. Der Forschungsverbund netWORKS setzt sich interdisziplinär aus Forscherinnen und Forschern, sowie Praxispartnern aus Kommunen und Ver- und Entsorgungsunternehmen zusammen. Die Maxime ist, die verschiedenen Erfahrungsschätze und unterschiedlichen Sichtweisen zu kombinieren, um erarbeitete Ergebnisse praxisnah reflektieren und weiterentwickeln zu können.

Inzwischen arbeitet der Forschungsverbund netWORKS an seinem vierten Projekt „Resilient networks: Beiträge von städtischen Versorgungssystemen zur Klimagerechtigkeit“. In netWORKS 4 liegt der Schwerpunkt der Umsetzung einer nachhaltigen Wasserinfrastruktur auf konkreten Quartieren in Norderstedt (Schleswig-Holstein) und Berlin. In den Vorgängerprojekten ging es schwerpunktmäßig um die Erarbeitung von Konzepten sowie strategischen Überlegungen und die Umsetzung einer Grauwassernutzung in konkreten Pilotquartieren.

Auf dem Weg zu einer flächendeckenden Umsetzung von nachhaltigen Wasserinfrastrukturen gilt es noch viele offene Fragen von Kommunen und Planenden zu beantworten. Welche Möglichkeiten gibt es zum nachhaltigen Umbau von (Wasser-)Infrastrukturen? Wie wirken sich nachhaltige Infrastrukturen auf den Alltag von Bewohnerinnen und Bewohnern aus? Inwiefern können durch nachhaltige Infrastrukturen Mikroklima und Stadtökologie beeinflusst werden? Wie kommen die Akteure vor Ort zu einer umfassenden Bewertung und Auswahl von geeigne-

ten Maßnahmen? Wie kann die Verknüpfung von stadttechnischen Infrastrukturen, Grünflächen und Wasserinfrastrukturen zu einer Verbesserung der bisherigen Infrastruktur und zu mehr Klimagerechtigkeit führen? All diesen Fragen widmet sich netWORKS 4.

Berlin und Frankfurt am Main, im September 2020

Forschungsverbund netWORKS

Verbundkoordination

1 Etymologische Vorbemerkung

Transformation (von spätlateinisch *transformatio*, lateinisch *transformare*, dt. umformen, verwandeln) bedeutet Umformung, Umgestaltung, Umwandlung oder Umbruch. Transition (lat. „*transitio*“ = „Übergang“, Substantiv zu „*transire*“ = „hinübergehen“) hat eine ähnliche Bedeutung: Wörtlich bedeutet es den Übergang von einem Zustand in einen anderen; allgemeiner Wandel, Wechsel. In der sozial-ökologischen Forschung ist mit Transformation die Überwindung einer Form/Gestalt oder eines Musters gemeint, insbesondere die historisch grundlegende Veränderung der dynamischen Beziehungsmuster zwischen Gesellschaft und Natur und ihrer Regulation (Kluge/Hummel 2006).

In zahlreichen Wissenschaftsfächern und Disziplinen ist der Transformationsbegriff jeweils eindeutig definiert (z. B. in der Mathematik, der Genetik, der Strahlenchemie, der Bodenkunde oder auch in der Elektrotechnik). Im Bereich der Nachhaltigkeitsforschung zeigt das Transformationskonzept jedoch deutliche Überschneidungen mit anderen Konzepten wie Resilienz, Adaptivität, Transition und nachhaltige Entwicklung (Feola 2015). Die Beziehungen zwischen diesen Konzepten werden allerdings aus verschiedenen Perspektiven äußerst unterschiedlich interpretiert: Einige Autoren grenzen z. B. Transformation und Transition stark voneinander ab, während zentrale Akteure der niederländischen Transitionsforschung Transformation als einen elementaren Baustein oder eine bestimmte Art der Transition sehen. Ebenso unterscheiden einige Wissenschaftler stark zwischen den Vorstellungen von Transformation und Resilienz, während für andere die Transformabilität ein wesentliches Merkmal eines resilienten Systems ist (Feola 2015).

2 Gut vorhersagbare Prozesse: Übergänge und Metamorphosen

Transition meint zunächst den physikalisch-chemischen Phasenübergang, also die Umwandlung einer oder mehrerer Phasen eines Stoffes in andere Phasen. Entlang empirisch messbaren und thermodynamisch erklärbaren Phasengrenzlinien treten diese Wechsel in andere Phasen auf. Derartige Übergänge treten zwischen verschiedenen Formen oder Strukturiertheiten des Stoffes, u.a. mit festen, flüssigen und gasförmigen Phasen auf (z. B. beim Wasser durch Hinzufügen von Wärme vom Eis über die Flüssigkeit bis zum Wasserdampf und beim Entziehen von Wärme andersherum; bei anderen Stoffen können z. T. auch Phasenzustände übersprungen werden, wenn z. B. elementarer Schwefel direkt aus der gasförmigen in die feste Phase resublimiert). In einigen Stoffsystemen verschwinden oberhalb eines kritischen Punktes, der durch eine kritische Temperatur und einen kritischen Druck gekennzeichnet ist, die Phasengrenzflächen zwischen flüssiger und gasförmiger Phase. Damit bilden Flüssigkeit und Gas unter

diesen Bedingungen nur noch eine Phase, die „überkritisch“ genannt wird. Somit gibt es dort auch kein Verdampfen und Kondensieren mehr.¹

Phasenübergänge sind (zumindest wenn kritische Übergänge ausgenommen werden) im Prinzip sehr einfach steuerbar und sehr sicher vorhersagbar. In gewisser Weise schließt hieran die (in unterschiedlichen Disziplinen verschiedene) Vorstellung der Entwicklung an, die ebenfalls in ihrem Formwandel sicher vorhersagbar ist. Gemeint ist damit zunächst die biologische Individualentwicklung beginnend mit der Keimesentwicklung bis zum voll entwickelten Lebewesen im erwachsenen Stadium; auch die Stadien altersbedingter Rückbildung kommen hier in die Perspektive. Eingeschlossen ist hier der Gestaltwandel (Metamorphose), der speziell bei Tieren auftritt, deren Jugendstadien in Gestalt und Lebensweise vom erwachsenen Zustand abweichen (z. B. vom Ei über den Engerling und die Puppe hin zum fertigen Maikäfer). Immer geht es hier um die schrittweise Entfaltung zuvor nicht vorhandener, aber bereits angelegter Merkmale in aufeinander aufbauenden biologischen Entwicklungsphasen. Bei Säugetieren ergibt sich die folgende Kette: Zeugung → Blastogenese → Embryogenese → Fetogenese → Geburt → Säuglingsphase → Kleinkindphase → Juvenilstadium → Pubeszenz → Adoleszenz → Klimakterium → Seneszenz → Tod, bei Pflanzen etwas einfacher: Befruchtung → Embryonale Phase → Vegetative Phase → generative Phase → Seneszenz → Tod.

Noch im 19. Jahrhundert war Ernst Haeckel neben anderen Forschern der Ansicht, dass die Evolution der biologischen Arten eine ähnliche Entwicklungsfolge darstellt (und frühe Phasen der Individualentwicklung die sog. Stammesentwicklung rekapitulieren). Es gibt in der Biologie Beispiele für eine scheinbar linear verlaufende Evolution; diese könnte (wenn Evolutionsbiologen sich überhaupt mit Prognosen auf artlicher Ebene beschäftigen würden) recht einfach vorhersagbar zu sein und ist zumindest retrospektiv sicher erklärbar (z. B. bei den Darwinfinken auf den Galapagosinseln, die sich im Wesentlichen durch die Form und Größe ihres Schnabels sowie durch ihre unterschiedlichen Lebens- und insbesondere Ernährungsweisen unterscheiden, je nach ökologischer Nische, die sie auf den verschiedenen Inseln des Archipels vorgefunden haben).²

In der vergleichenden Politikwissenschaft wird der Vorgang der grundlegenden Veränderung eines politischen Systems und gegebenenfalls auch der einer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Ordnung Transformation genannt: Terminologisch werden dort unter Transformation in der Politikwissenschaft sowohl Revolutionen und andere tiefgreifende Umwälzungen gemeint, wenn von Transformationen die Rede ist, aber auch eher wenig grundlegende Veränderungen

¹ Dieses Deutungsmuster und darauf aufbauende Modelle sind im Konzept der „Critical Transition“ auch auf Ökosysteme, Finanzmärkte und andere komplexe Systeme übertragen worden (vgl. Scheffer et al. 2012 sowie Hummel/Keil 2006).

² Andererseits gibt es zahlreiche Beispiele in der Evolutionsbiologie (z.B. die Entwicklung von den Wirbellosen zu den Fischen, vgl. Starck 1978: 43 ff.), die sich in keiner Weise linear erklären lassen.

und Anpassungen. Offenkundig ist das gegenwärtige Verständnis gesellschaftlichen Wandels mitgeprägt durch lineare-evolutionistische Vorstellungen einer Entwicklung, aber auch Vorstellungen einer sozio-kulturellen Evolution oder einer gesellschaftlichen Modernisierung; in all diesen Fällen geht es aber nur um graduelle Veränderungen und keinen tiefgreifenden Wandel (vgl. Kluge/Hummel 2006).

3 Große Transformationen

Als „Great Transformation“ kategorisierte Karl Polanyi (überwiegend am historischen Beispiel Englands) den tiefgreifenden Wandel in der westlichen Gesellschaftsordnung im 19. und 20. Jahrhundert, als die Industrialisierung und (Nicht-)Handeln der Politik zu tiefgreifenden sozialen und wirtschaftlichen Veränderungen führten. Wesentliche Momente des grundlegenden Wandels waren nach Polanyi (1977) die Herausbildung von einerseits Marktwirtschaften und andererseits Nationalstaaten, die miteinander in Wechselwirkung standen. Dabei entsteht eine kapitalistische Marktgesellschaft, die alle gesellschaftlichen Ebenen prägt. Aus einer sozial-ökologischen Perspektive wird zugleich noch eine grundlegende Veränderung in der Ressourcenbasis der Industriegesellschaft festgestellt: Der gesellschaftliche Stoffwechsel mit der Natur wurde von nachwachsenden auf fossile Ressourcen umgestellt (Haberl et al. 2011).

Haberl et al. (2011) unterscheiden für den Stoffwechsel mit der Natur zwei Formen von Veränderungen, graduelle und grundlegende. Neben dem Normalfall der graduellen Veränderung, die als eine Evolution gekoppelter sozial-ökologischer Systeme begriffen werden kann, welche durch eine Reihe von relativ stabilen Konfigurationen (oder „soziometabolische Regimes“) charakterisierbar ist, sind im Falle großer Transformationen vergleichsweise rasche Übergängen zwischen den „sozio-metabolischen Regimes“ anzunehmen, z. B. wieder zurück zu einem veränderten Regime nachwachsender Ressourcen, das nun „bioökonomisch“ geprägt sein könnte.

Haberl et al. (2011) sind davon überzeugt, dass derartige große und grundlegende „und nicht nur allmähliche Veränderungen in unserer Interaktion mit natürlichen Systemen für das menschliche Überleben notwendig sind. Der soziale Metabolismus, d.h. die Menge an Energie und Materie, die verbraucht wird, muss deutlich abnehmen, und die Landnutzung muss in ein System mit einer Netto-Energieproduktion umorganisiert werden“. Auch wenn sie noch keine klare Vorstellung von der aus dieser „dritten großen Transformation“ resultierenden Gesellschaft haben, meinen Haberl et al. (2011), aus historischen Daten ableiten zu können, „wie grundlegend anders sie sich von dem gegenwärtigen Muster unterscheiden müsste“.

Unter sozial-ökologischen Transformationen wurden zunächst mit Becker/Schramm (2001) form- und strukturverändernde Prozesse verstanden, die sich sowohl auf physische Strukturen und Prozesse beziehen als auch auf Gesellschaft (und damit auch auf Wahrnehmungen, Bedeutungen und Symbole). Als Kennzeichen sozial-ökologischer Transformationen haben Becker/Schramm (2001) diskutiert, dass sie durch sozio-ökonomische Prozesse und technologi-

schen Wandel angestoßen seien, vielfältige Problemlagen ineinander schieben und neue Wechselwirkungen ausbilden würden, z. B. auf globaler Ebene ein steigendes Konsumniveau (durch eine globalisierte Ökonomie), die Bevölkerungsentwicklung, die tendenzielle Verstädterung und physische Limitationen der Versorgungssysteme. Die Differenz zwischen einer gesellschaftlichen Transformation und der Transition ihrer Naturbeziehungen wird hier nicht gemacht; vielmehr richtet sich der Blick ausschließlich auf sozial-ökologische Prozesse.

Das niederländische „Transition Management“ (z. B. Rotmans, Grin, Kemp) begreift sich als Teil der Nachhaltigkeitsforschung – anders als etwa die „Transitionsgeographie“³ – und fokussiert auf den Wandel von infrastrukturellen Versorgungssystemen wie Energie, Verkehr, Wasser oder Nahrungsmittelversorgung. Ausgangspunkt dieser zunächst in den Niederlanden entstandenen Transitionsforschung sind gesellschaftliche Probleme. Zumeist geht es (auch als explizites Entwicklungsziel) darum, einen „nachhaltigeren“ Zustand in einem dieser Sektorbereiche zu erreichen. Unter Rückgriff auf empirische Erfahrungen wird häufig davon ausgegangen, dass solche Transitionen langfristige Prozesse sind und über mehrere Jahrzehnte ablaufen. Folglich müssen langfristige gesellschaftliche Zielsetzungen verfolgt werden. Um ein Versorgungssystem wie das Energiesystem (oder auch das Verkehrssystem, das Wassersystem oder die Nahrungsmittelversorgung) in einen nachhaltigeren Zustand zu überführen, reicht es nicht aus, technische Innovationen zu verfolgen und z. B. konventionelle durch neue, beispielsweise umweltfreundlichere Technologien zu ersetzen. Die Transitionsforschung hat daher zugleich Einflussfaktoren der Transformation und relevante Akteure in den Transformationsprozessen untersucht und z. T. kategorisiert (Büscher, Schippl 2013). Dabei geht es auf der gesellschaftlichen Ebene um eine Transformation, auch wenn das Versorgungssystem, das als sozio-technisches System untersucht wird, eine Transition zu mehr Nachhaltigkeit durchläuft. Die Stufen seiner Transition werden dabei in einem einfachen Schema geordnet; sie scheinen damit allerdings vorhersagbar zu sein.

4 Transformation – Mode im Diskurs oder politische Gesamtstrategie?

Aufbauend auf Polanyi (1977) gewann der Begriff der Transformation auch jenseits der Nachhaltigkeitsforschung „seit dem Beginn der Wirtschafts- und Finanzkrise 2008“ an Bedeutung (Brand et al. 2013a). Transformation wurde dabei als Konzept entweder deskriptiv oder – wenn

³ In den letzten beiden Jahrzehnten ist eine geographisch orientierte Transitionsforschung entstanden, die ausgehend von Fragen der Wirtschaftsgeographie Innovationen unter dem Gesichtspunkt institutioneller Einbettung erforscht. Dabei wird weniger untersucht, wie sich technologische und institutionelle Besonderheiten im Umfeld eines Technologiefeldes gegenseitig beeinflussen, sondern sie ist eher daran interessiert, Aspekte der Koevolution zwischen regionalen Institutionen und industriellen Kompetenzstrukturen und damit regionale Cluster zu identifizieren (Büscher, Schippl 2013).

auch Ursachen und Treiber benannt werden – in analytischer Weise verwendet. Ausgangspunkt in diesem Diskurs ist in der Regel das Werturteil, dass das gegenwärtige Wirtschafts- und Gesellschaftsmodell nicht zukunftsfähig sei. Um hier einen nachhaltigen Zustand zu erreichen, haben die unterschiedlichsten Akteure aus der Politik oder der Politikberatung „strategische Vorschläge gemacht, in die immer auch normative Annahmen eingehen“ (Brand et al. 2013): Der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderung (WBGU) plädierte beispielsweise für eine „Große Transformation“ hin zu einer klimafreundlichen Gesellschaft durch einen globalen Gesellschaftsvertrag und einen proaktiven Staat sowie hin zu einer Verstärkung des Wertewandels und der Unterstützung von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Pionieren. Die DESA, die wirtschafts- und sozialpolitische Abteilung der Vereinten Nationen, fordert strategisch eine „große grüne technologische Transformation“, das UN-Umweltprogramm UNEP und die New Economics Foundation sehen eine Große Transformation der Ökonomie am Horizont. Aufbauend auf den beiden großen Transformationen in der Geschichte der Menschheit während der Jungsteinzeit (Übergang zu Ackerbau und Sesshaftigkeit) und zu Beginn des Industriezeitalters und auf einer Wachstumskritik skizzieren die Sozialdemokraten Michael Müller und Johano Strasser die Umriss einer „Transformation 3.0“ (vgl. Brand et al. 2013b).

Die Verfasser*innen des Minderheitenvotums der Wachstums-Enquete des Deutschen Bundestages sehen sich in dieser Tradition; sie betonen „die strategische und damit normative Dimension“, wenn sie sich für die Strategie der „sozialökologischen Transformation“ aussprechen (Brand et al. 2013b). „Sozialökologische Fragen“, so ihre Annahme, „werden in den Politiken zur Bearbeitung der Krise eine Rolle spielen. Denn es handelt sich nicht lediglich um eine Finanz- und Wirtschaftskrise, sondern um eine multiple Krise“. Die sozialökologische Transformation eignet sich ihrer Ansicht nach für „eine politische Antwort“ (Brand et al. 2013b). Brand et al. (2013a) verstehen unter einer „sozialökologischen Transformation“ diverse Spielarten politischer Strategien, die sie unter diesem Oberbegriff den „öko-autoritären Strategien“ und den „umweltökonomischen Strategien“ gegenüberstellen.

Als sozial-ökologische Transformation werden von ihnen „jene Strategien gefasst, die auf eine bewusst „gesellschaftspolitische Gestaltung zur Bearbeitung der multiplen Krise setzen und nicht zuvorderst auf den kapitalistischen (Welt-)Markt, der vermeintlich auf die ökologischen Probleme mittels Technologien und Knappheitssignalen reagiert.“ Das Eigenschaftswort „sozialökologisch“ weist darauf hin, dass „es grundlegender Veränderungen von Wirtschaft und Gesellschaft sowie ihrer Verhältnisse zu den geologischen und bio-physikalischen Lebensgrundlagen“ bedürfe (Brand et al. 2013b).

„Dieser Gestaltungsansatz orientiert sich einerseits an der Bewertung unserer Epoche als Anthropozän und andererseits am demokratischen, gerechten und solidarischen Umbau hin zu einer nachhaltigen Produktions- und Lebensweise, wobei die Prinzipien auf die eigene Gesellschaft, auf Europa und die Welt bezogen sind. Entsprechend geht es ebenfalls um den Abbau von sozialen Ungleichheiten sowie um die Umverteilung gesellschaftlicher, ökonomischer und politischer Macht hin zu mehr Gerechtigkeit, insbesondere für die schwächeren Bevölkerungsgrup-

pen“ (Brand et al. 2013b). Letztlich geht es dabei um einen „Pfadwechsel für einen neuen Wohlstand“ (Brand et al. 2013b), der mit einer nachhaltigen Gestaltung der gesellschaftlichen Naturverhältnisse verbunden wird: Erforderlich wird „eine bewusste gesellschaftspolitische Gestaltung im Sinne der Nachhaltigkeit ... Es geht um eine Neuordnung der Ressourcen- und Energiebasis der Gesellschaft. Diese Gestaltung orientiert sich am demokratischen und solidarischen Umbau hin zu einer nachhaltigen Produktions- und Lebensweise, wobei solidarisch nicht nur auf die eigene Gesellschaft und die heutigen Generationen bezogen ist, sondern auch auf Europa, die Welt und zukünftige Generationen“ (Brand et al. 2013a).

5 Sozial-ökologische Transformation als kritisches Konzept

In den letzten Jahren ist es in der Nachhaltigkeitsforschung üblich geworden, gesellschaftliche Transformation zu untersuchen, beispielsweise als Reaktion auf die globale Umweltveränderung. Die allgemeine Vorstellung von Transformation als große, grundlegende Veränderung im Gegensatz zu kleinen, marginalen oder schrittweisen Veränderungen scheint sowohl in Forschung und Politik weitgehend geteilt zu werden. Dort besteht jedoch wenig Einigkeit über Merkmale, mit denen sich in den Mensch-Umwelt-Systemen „transformatorische“ Umwandlungsprozesse auch qualitativ von „nicht-transformatorischen“ unterscheiden lassen (Feola 2015). Die konzeptionellen Grundlagen der Transformation, die Vorstellungen von ihren Formen und Prozessen, sind nur vereinzelt Gegenstand der wissenschaftlichen Debatte.

Feola (2015) hat die unterschiedlichen Anwendungen von Transformation mittels Literaturüberblick genauer untersucht; die Ergebnisse wurden anhand von vier analytischen Kriterien geordnet. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Begriff „Transformation“ häufig nur als allgemeine Metapher verwendet wird, um die Idee einer radikalen und grundlegenden Veränderung in einem bestimmten System zu vermitteln. Häufig wird dabei Transformation gar nicht definiert, und die systemischen Muster, Einheiten, Formen, Kausalitäten und Ergebnisse der Transformation werden kaum konzeptualisiert. So wird Transformation zu einem sehr unscharfen Oberbegriff, unter dem verschiedene Forschungsbereiche, die sich mit Antworten auf globale Umweltveränderungen befassen - z. B. von Studien zum Management natürlicher Ressourcen über Lebensgrundlagen, Verhaltens- oder Organisationsänderungen bis hin zu Innovationen in der Energie- oder Wasserinfrastruktur - Raum finden und eine gemeinsame Grundlage und einen gemeinsamen Zweck finden können. Transformation ist dabei aber nicht vielmehr als eine Art Grenzobjekt, um interdisziplinäre oder transdisziplinäre Forschung zu ermöglichen.

Eine zumindest vage Definition von Transformation ermöglicht es einer lösungsorientierten Forschung nach Feola (2015) dagegen, unterschiedliche Bedeutungen zu erkennen, die das Konzept für verschiedene soziale Akteure haben könnte. Darüber hinaus könnten präskriptive und

werthaltige Interpretationen als Grundlage für Verhandlungen und die Schaffung einer gemeinsamen Basis für die Beteiligung akzeptiert und tatsächlich favorisiert werden.⁴

Wenn Transformation nicht nur metaphorisch verwendet wird, werden Feola (2015) zufolge am häufigsten acht Konzepte verwendet.⁵ Sie unterscheiden sich in Bezug auf (i) das Systemmodell, (ii) Vorstellungen von sozialem Bewusstsein (Deliberation/Aufstieg) und (iii) Ergebnis (prescriptive/descriptive), während sie wichtige Ähnlichkeiten in Bezug auf Form und zeitlichen Umfang aufweisen. Unterschiede im Systemmodell sind angesichts der unterschiedlichen wissenschaftlichen Traditionen und der unterschiedlichen Konzeptualisierungen von Mensch-Umwelt-Systemen, aus denen die Konzepte der Transformation hervorgehen, nicht überraschend. Bisher ist nicht geklärt, welche Konzepte von Transformation angemessen sind, bzw. welche präskriptiven Annahmen sie enthalten und welche Veränderungsprozesse von der Analyse ausgeschlossen werden, wenn ein bestimmtes Konzept der Transformation verwendet wird.

Dass Transformation zu einem wichtigen Thema der Nachhaltigkeitsforschung geworden ist, eröffnet neue Perspektiven, birgt aber gleichzeitig das Risiko, dass eine neue Orthodoxie entsteht, die die analytischen Perspektiven eingrenzt. Die meisten Forschungsarbeiten sind auf einen politisch-strategischen Ansatz zur Transformation ausgerichtet. Dieser Fokus steht jedoch im Widerspruch zu den laufenden Transformationsprozessen hin zur Nicht-Nachhaltigkeit. Görg et al. (2017) kommen zu dem Ergebnis, dass die aktuelle Forschung zu Transformationen in Richtung Nachhaltigkeit ein besseres Verständnis der laufenden Transformationsprozesse und eine bessere Integration von lang- und kurzfristigen Perspektiven sowie von groß angelegten und regionalen oder lokalen Transformationsansätzen benötigt. Nach ihrer Ansicht fehlen in der aktuellen Transformationsdebatte weitgehend Analysen, die sich stärker auf die Wechselwirkungen zwischen globalisierten Gesellschaften und Natur konzentrieren, Ressourcenverbrauchsmuster und ihre sozialen Implikationen im Hinblick auf globale Ungleichheiten ebenso analysieren wie ihre Auswirkungen auf globale Ökosysteme, ohne lokale (auch alltägliche), regionale und nationale Dimensionen von Problemen und Maßnahmen zu verleugnen.

Görg et al. (2017) haben Eckpfeiler eines integrativen Ansatzes zu sozial-ökologischen Transformationen (SET) vorgestellt. Dafür kann auf der empirischen Arbeit und konzeptionellen Überlegungen sowohl aus der Sozialen Ökologie als auch der Politischen Ökologie aufgebaut werden. Ein kritisches Verständnis der Herausforderungen für gesellschaftliche Transformationen

⁴ Ein Risiko besteht hier darin, dass mächtige Akteure so ihre eigene Definition von Transformation durchsetzen und möglicherweise Eigeninteressen legitimieren können (z.B. eine starke Veränderung des status quo vermeiden).

⁵ Problembasierte Forschung neigt dazu, Konzepte der deliberativen Transformation mit präskriptivem Ergebnis zu übernehmen, während Konzepte der emergenten Transformation ohne präskriptives Ergebnis eher die deskriptiv-analytische Forschung informieren.

kann dadurch gefördert werden, indem man sich bewusst auf die Interdependenzen zwischen Gesellschaften und ihrer natürlichen Umwelt konzentriert. Dieser Ausgangspunkt liefert ein realistischeres Verständnis der gesellschaftlichen und biophysikalischen Rahmenbedingungen von Nachhaltigkeitstransformationen, indem er den krisengetriebenen und umstrittenen Charakter der Aneignung von Natur und die damit verbundenen Machtverhältnisse betont.

Dieses kritische Konzept sozial-ökologischer Transformationen verweist auf ein besseres Verständnis der sozial-ökologischen Dimensionen aktueller Transformationsprozesse. Das erlaubt auch ein besseres Verständnis der Skaleninteraktionen, d.h. der globalen, regionalen und lokalen Prozesse und der systemischen Prozesse ebenso wie der beteiligten Akteurskonstellationen und Machtverhältnisse.

Entscheidend für die Aufnahme dieses kritischen Transformationsverständnisses in die Forschung ist eine bessere Integration der analytischen, normativen und strategischen Dimensionen und eine systematischere Fokussierung auf die Herausforderungen bei der Gestaltung verflochtener und widersprüchlicher Transformationsprozesse und deren Implikation für die gesellschaftlichen Naturverhältnisse. Dies kann dann gelingen, wenn ein transdisziplinärer Forschungsmodus verfolgt wird, der es zudem erlaubt, ein angemessenes Verständnis einer Strategie zur Transformation in Richtung Nachhaltigkeit zu erhalten.

Dieses kritische Konzept sozial-ökologischer Transformation erlaubt zudem, die analytische, normative und politisch-strategische Dimension der Transformationsforschung besser zu integrieren. Ausgehend von der Beschreibung der globalen Wasserkrise, ihrer historischen Entwicklung und den Bemühungen um deren Lösung wird gezeigt, dass es mit diesem kritischen Konzept möglich wird, die sozial-ökologische Regulierung und Transformation der gesellschaftlichen Naturverhältnisse analytisch gut zu fassen. Vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Naturverhältnisse befasst sich die globale Wasserkrise mit komplexen Mustern der Beziehungen zwischen natürlichen Wasserressourcen und gesellschaftlichen Akteuren wie Wasserlieferanten, Haushalten, Landwirten und Unternehmen. Diese Muster lassen sich auch als „Regulierungen erster Ordnung“ oder „Regulierungsmuster“ charakterisieren. Auf höherer Ebene sind die oben genannten Manifestationen der Krise in übergreifende Strukturen und deren Dynamik eingebettet: Politik, multilaterale Verträge und globalisierte Märkte sind bewusst geschaffene Regelungen zweiter Ordnung, die die Art und Weise der Wasserbewirtschaftung beeinflussen. Sie werden definiert durch Machtverhältnisse, Wahrnehmungen zunehmender sozialer Ungleichheit und globale Veränderungsprozesse wie Urbanisierung und Klimawandel. Solche Regelungen zweiter Ordnung werden in der Sozialen Ökologie auch als „Regulierungsformen“ bezeichnet.

Die Herausforderung der Transformation hin zu einer nachhaltigen Wasserwirtschaft besteht darin, von sektoralen Lösungen zu einem integrierten und damit nachhaltigeren Regelungsgefüge der Vorschriften über den Wettbewerb auf dem Wassersektor mit weniger unbeabsichtigten Nebenwirkungen und kritischen Kompromissen überzugehen. Dies wird deutlich, wenn die

Frage der Regulierung der wasserbezogenen gesellschaftlichen Naturverhältnisse aus einer historischen Perspektive betrachtet wird. Viele der heutigen Muster und Regulierungsformen haben sich über Jahrhunderte entwickelt und beinhalten daher teilweise veraltete Bedingungen. Daher gelten alte Grundprinzipien der Wasserregulierung – die immer noch starke Treiber für langfristige Entwicklungen und Maßnahmen sind – für das 21. Jahrhundert nicht mehr. Ein Beispiel ist der Wechsel vom Prinzip „Einheitswasser für alle Zwecke“ hin zum differenzierteren Prinzip „Wasser unterschiedlicher Qualität für verschiedene Zwecke“ (einschließlich des Verständnisses von Abwasser als Ressource). Politik und internationale Gemeinschaft versuchen derzeit, einen Konsens über diesen Paradigmenwechsel zu erzielen. Insofern besteht die Möglichkeit für innovative Regulierungsmuster: Die differenzierte Bewirtschaftung von blauen, grünen und grauen Infrastrukturen sowie entsprechende alternative technologische, infrastrukturelle und sozioökonomische Lösungen können hier als Beispiel dienen. Auch Ziel 6 der UN-Nachhaltigkeitsziele kann hierzu beitragen.⁶

Diese Entwicklungen ebnen Görg et al. (2017) zufolge den Weg für eine sozial-ökologische Transformation des Wassermanagements. Die Autoren machen insbesondere deutlich, dass die am Beispiel des Weltwasserproblems betrachtete Transformation vor einer Vielzahl von Herausforderungen steht. Die Transformation hin zu einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung ist ein offener Prozess, und das muss jeder Versuch ihrer Gestaltung auch berücksichtigen.

Hierfür kann nicht nur auf vorhandene Wissensbestände zurückgegriffen werden. Vielmehr muss neues Wissen produziert werden. Dabei kann mit Görg et al. (2017) auf die Differenzierung, kritische Bewertung und (Re-)Integration dessen, was wir bereits wissen, zurückgegriffen werden. Die Kombination bekannter Technologien für innovative Lösungen bei der Nutzung von wiederverwendetem Wasser (z. B. bei Nutzung von Teilströmen wie Grauwasser) ist ein Beispiel dafür. Vorhandenes Systemwissen, z. B. natur- und ingenieurwissenschaftliche Modelle und Daten aus der Geohydrologie oder der Siedlungswasserwirtschaft wird durch ein verbessertes Verständnis der Systeme und Institutionen der Siedlungswasserwirtschaft ergänzt. Zusätzlich kommt es darauf an, Orientierungswissen zu erzeugen und dabei auch auf Szenarien zurückzugreifen. Mit Hilfe von Wirkungsabschätzungen muss Wissen über die Maßnahmen der Transformation und ihre voraussichtlichen, auch nicht beabsichtigten Wirkungen erforscht werden, etwa, wie sie sich zu sozioökonomischen und kulturellen Praktiken der direkten und indirekten Wassernutzer verhalten. Weiterhin müssen Transformationsrisiken für relevante Akteursgruppen, aber auch potenzielle Hindernisse, die mit den transformativen Prozessen einhergehen, identifiziert werden.

⁶ Dieses SDG zielt auf die Regulation von Wasser ab und hat starke Verbindungen zu mehreren anderen Zielen wie Nahrung, Gesundheit, Energie, Städte, Klimawandel und Biodiversität; es bezieht sich auch auf die Debatte um Wasser und Sanitärversorgung als Menschenrechte. Die SDG ruft Industrie- und Entwicklungsländer auf, je nach ihren spezifischen Bedürfnissen integrierte Maßnahmen zu ergreifen und ganzheitliches Denken anzuwenden.

Auch ist zu untersuchen, welche Kooperationen die sozial-ökologische Transformation befördern (Kerber et al. 2016). Heuristische und analytische Ansätze wie das Konzept der sozial-ökologischen Systeme als komplexe, adaptive Systeme und eine theoretische und konzeptionelle Grundlage der Regulation ermöglichen die analytische Zerlegung von Problemen und die innovative (Neu-)Zusammensetzung von Lösungen. Forschung hierzu muss folglich als offener, kreativer, methodenvielfältiger und transdisziplinärer Forschungsprozess gestaltet werden, um diese Transformation im Sinne des entwickelten kritischen Verständnisses zu gestalten (Görg et al. 2017).

6 Das netWORKS-Verständnis von Transformation

Mittlerweile befinden sich viele netzgebundene Infrastruktursysteme, die in der Phase der Industrialisierung eingerichtet wurden (Strom, Gas, Wasser/Abwasser, Telekommunikation, Müll und Verkehrssysteme), in einem dynamischen Prozess der Transformation (Kluge/Scheele 2003). Dabei sind die Folgen und Ergebnisse dieser transformativen Prozesse noch nicht eindeutig vorhersehbar. Dies gilt beispielsweise für den Bereich der Wasserver- und -entsorgung, zu dem auch die Bewirtschaftung von Niederschlagswasser gehört.

Veränderte politische und institutionelle Rahmensetzungen, der Klimawandel mit seinen Extremereignissen, sinkender Wasserverbrauch aufgrund veränderter Produktionsstrukturen und Einbrüchen in der demographischen Entwicklung werfen vor dem Hintergrund von technischen und organisatorischen Innovationsmöglichkeiten Fragen hinsichtlich der Qualität der erforderlichen Anpassungen auf: Handelt es sich hierbei nur um eine Restrukturierung oder ist es angemessen, die bestehenden technischen, organisatorischen und institutionellen Strukturen in eine grundlegend neue Form zu bringen?

Die Veränderungen treffen insbesondere die Kommunen als diejenigen, die traditionell und als Grundlage und Ausdruck ihrer Selbstverwaltung die öffentliche Versorgung sicherstellen. Vor dem Hintergrund teilweise tief greifender Veränderungen müssen sich kommunale Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung zunehmend mit grundsätzlichen strategischen Fragen zur Sicherstellung einer ausreichenden und angemessenen Daseinsvorsorge über Versorgungssysteme befassen. Bereits in netWORKS¹ haben wir versucht, das hier skizzierte Verständnis von sozial-ökologischen Transformationen zu nutzen: „Netzgebundene Infrastruktursysteme als zentrale Bausteine moderner Gesellschaften unterliegen einem radikalen Wandel, der als sozial-ökologische Transformation begriffen werden kann“ (Kluge/Scheele 2003:4). In diese Prozesse sollen die kommunalen Entscheidungsträger bewusst intervenieren; dazu sind „Ansatzpunkte, Instrumente und Strategien insbesondere auf der kommunalen Ebene zu entwickeln und zu erproben, mit denen regulierend in den sozial-ökologischen Transformationsprozess eingegriffen werden kann, um diesen in einen Korridor nachhaltiger Entwicklung zu lenken, Gestaltungsoptionen in der Zukunft offen zu halten und eine Verschärfung sozial-ökologischer Problemlagen zu vermeiden“ (Kluge/Scheele 2003:4).

Je nach aktuellem Regulationsregime führt dieses entweder zur adaptiven Aufrechterhaltung des betrachteten Versorgungssystems oder es wirkt als Treiber zu seiner grundlegenden Transformation. Die historische Perspektive ist ernst zu nehmen; folglich bedarf es einer Kenntnis der historischen Einbettung der gesellschaftlichen Transformationsprozesse, um aktuell die Bedingungen für künftige Entwicklungen und Prozesse bestimmen zu können (Kluge/Hummel 2006). Letztlich ist für die Soziale Ökologie „Transformation eine analytische Kategorie, die sich auf die Entwicklungs- und Reproduktionsfähigkeit von Gesellschaften und ihrer natürlichen Lebensgrundlage bezieht“. Zugleich lassen sich sozial-ökologische Transformationen aber zudem „als inhaltliche Figur begreifen, in der sich Spannungen und Widersprüche spiegeln: Einerseits ist damit die Entwicklung jener Fähigkeiten zur Regulation gesellschaftlicher Naturverhältnisse gemeint, die auf Stabilisierung bezogen sind; andererseits werden mit ihr Brüche, Dynamiken und Veränderungen erfasst“ (Kluge/Hummel 2006).

Praktisch ist es allerdings nicht ausreichend, allein Regulationsregime zu betrachten. Wie in allen Versorgungssystemen müssen Technik, Institutionen, Organisationen, Handlungsmuster und Verbraucherverhalten aufeinander abgestimmt werden, um die gewünschten Funktionalitäten zu erzielen (Grunwald et al. 2017). Da die Transformationen der Versorgungssysteme, selbst wenn bekannt ist, welche Richtung bezüglich der technischen Innovationen eingeschlagen wird (wie das bei der „Energiewende“ teilweise der Fall ist), nur unzureichend prognostizierbar sind, ist für ihre Gestaltung unterschiedliches Wissen erforderlich, nicht alleine fachspezifisches, sondern auch fachübergreifendes und praktisches Wissen. Hierbei geht es einmal um Systemwissen, auch wenn die Erforschung der Funktionsweise des Versorgungssystems keine Aussagen darüber erlaubt, in welche Richtung, mit welchen Zielen und aus welchen Gründen das System transformiert werden soll. Hierfür muss folglich (auch prospektives) Orientierungswissen erhoben werden. Weiterhin kommt es darauf an, Wissen über die Maßnahmen der Transformation und ihre voraussichtlichen Wirkungen zu erforschen (Grunwald et al. 2017).

7 Transformationsmanagement

Transformationen sollten keinesfalls wie ein Naturereignis über die Gesellschaft hinwegrollen, sondern (soweit sinnvoll) bewusst und proaktiv gestaltet werden. Insofern haben wir in netWORKS schon früh vom Transformationsmanagement gesprochen. Wichtige Erkenntnisse hierzu wurden mit Blick auf wichtige kommunalpolitische und -wirtschaftliche Akteure in den drei vorliegenden Ergebnisbänden dargestellt.

Die bestehenden Versorgungssysteme haben mit ihren Infrastrukturen zu hohen Pfadabhängigkeiten geführt, die die Transformationen behindern können; hinderlich ist zudem, dass hinsichtlich der genauen Richtung und Ausprägung der Transformationen noch erhebliche Unsicherheiten bestehen.

Transformationsprozesse lassen sich zwar mit Managementmethoden initiieren und regulieren, aber nicht in klassischer Weise durchplanen. Vielmehr sind sowohl die Offenheit der transformativen Prozesse zu berücksichtigen als auch Ambiguitäten und die Varianz der Ziele in gewissem Maß. Grunwald (2016) warnt am Beispiel der Energiewende vor dem Denken in „Masterplänen“ und spricht sich für ein iteratives Schritt-für-Schritt-Vorgehen und zudem planungstheoretisch für einen „zielorientierten Inkrementalismus“ aus.

Versuche eines Transformationsmanagements sind aufgrund dieser Rahmenbedingungen sehr anspruchsvoll; auch werden sie ohne eine Einbeziehung wichtiger Akteursgruppen häufig nicht optimal gelingen. Grundsätzlich sollten Transformationen zudem möglichst experimentell angelegt sein, so dass aus Fehlern gelernt werden kann. Demnach sind bei Versuchen einer Gestaltung der Transformation sehr unterschiedliche Anforderungen zu berücksichtigen (vgl. auch Grunwald 2016):

- Die Versorgungssysteme müssen in der Transformation weiterhin die erforderlichen Versorgungsleistungen erbringen (und insoweit stabil und funktional bleiben).
- Eine Gestaltung von Transformationen ist nicht denkbar ohne normative Orientierung und eine bewusste Zielsetzung. Hierbei sind Zweck/Mittel-Rationalitäten zu beachten.⁷
- Technische Innovationen sollten möglichst durch geeignete organisatorische, institutionelle und andere soziale Innovationen integrativ ergänzt werden.
- Partizipations- und Demokratisierungspotentiale sollten genutzt werden, um die Transformationen sozial robust zu machen. Soweit dem die Ownership zentraler Akteure nicht entgegensteht, sollten Transformationen daher „gemeinsam“ gestaltet und umgesetzt werden.
- Um die Transformation zu verbessern, sind adaptive Lernprozesse (netWORKS-Zirkel) und ein ständiges Prozessmonitoring erforderlich. Experimentelle Erprobungen erlauben, aus Fehlern und Fehlentwicklungen zu lernen.
- Evtl. sind transdisziplinäre Wirkungsabschätzungen und Folgenanalysen (analog zu Technikfolgen) durchzuführen.

Bereits früh wurde in den netWORKS-Projekten auf die Erkenntnisse einer „Kybernetik zweiter Ordnung“ verwiesen, die ein Transformationsmanagement berücksichtigen muss. Für eine effektive Regulation der Transformation in Richtung Nachhaltigkeit sind die vielfältigen Rückkopplungsprozesse ebenso proaktiv zu beachten wie die Möglichkeiten, die Pufferungen und Vorsteuerungen („Feedforward“) bieten. Angesichts der Tatsache, dass die Forschenden sich nicht

⁷ Mit Grunwald (2016) ist entsprechend auch zu fragen: Welche Mittel sind für die Ziele geeignet?

aus den Problemen ausnehmen können („Beobachtung 2. Ordnung“) ist Distanzgewinn und eine hohe kritische Reflexivität erforderlich (Kluge, Liehr, Schramm 2007).

8 Ko-Transformation sozial-ökologischer Versorgungssysteme

In der vom BMBF geförderten „Sozial-ökologischen Forschung“ wurde das Problem der Transformation der Versorgungssysteme mit der Herausforderung der nachhaltigen Transformation urbaner Räume verbunden. In den letzten 15 Jahren ist dabei deutlich geworden, dass diese Fragen alle netzgebundenen Infrastruktursysteme und noch weitere Versorgungssysteme (z. B. Nahrungsmittelversorgung, „grüne Infrastrukturen“ usw.) betreffen. Dabei wurde auch deutlich, dass z. T. massive Abhängigkeiten zwischen diesen Bereichen bestehen, teilweise einseitig (z. B. Pumpenergie), teilweise aber auch wechselseitig (z. B. Autostraßen und Regenwasserbewirtschaftung/Abwasserbeseitigung). Die Vernetzung und Steuerung dieser Versorgungssysteme mit IT-Infrastrukturen (auf der Basis von Strom) erlaubt Effizienzgewinne, führt aber zugleich zu Herausforderungen hinsichtlich der Sicherheit und Resilienz der Netze sowie im Bereich des Datenschutzes der Nutzenden. Die sozial-ökologische Forschung kann bezogen auf die Ko-Transformation Zusammenhänge aufzeigen und zugleich neue Perspektiven und Alternativen entwickeln. „Voraussetzung dafür ist, eine Vielzahl vernetzter Prozesse in ihrem Zusammenwirken zu analysieren. Diese sogenannten Ko-Transformationen haben sowohl materiell-technische als auch gesellschaftlich-kulturelle Dimensionen und verlaufen auf verschiedenen räumlichen, zeitlichen und sozialen Skalen“ (Grießhammer et al. 2012).

Eine bei bestimmten Infrastrukturen ansetzende gesellschaftliche Transformation von Versorgungssystemen in Richtung Nachhaltigkeit könnte also eine erhebliche Hebelwirkung für andere Bereiche entfalten. Umgekehrt bleiben Transformationsstrategien, etwa zum nachhaltigen Konsum, möglicherweise ohne große Wirkung, wenn sie nicht auch die netzgebundenen Infrastrukturen in den Bereichen Energieversorgung, Mobilität oder Müllentsorgung betreffen, aber auch Versorgungssysteme für Nahrungsmittel oder zum Wohnen.

Die sozial-ökologische Transformation kann daher grundsätzlich als Ko-Transformation von mehreren gekoppelten Versorgungssystemen mit ihren technischen Konstellationen, Verhaltensmustern, Lebensstilen, Regularien, Anreizsystemen, Wertschöpfungsketten und physischen sowie sozial-ökologischen Prozessen und Strukturen begriffen werden (vgl. Grunwald/Bausch 2018).

Auf der technischen, ökonomischen, sozialen, ökologischen und regulatorischen Seite müssen teils erhebliche Trägheiten und Pfadabhängigkeiten überwunden werden, und das auch noch simultan und synchron bei gleichzeitiger Erhaltung der Funktionalität der jeweiligen Versorgungssysteme. Transformationen bedürfen, je nach Skala von lokal bis global, sehr unterschiedlicher Governance-Ansätze und sind mit je unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert.

Nimmt man diese Herausforderung der Ko-Transformation ernst, so vervielfachen sich zunächst die Komplexitätsprobleme, die mit einer sektoralen Transformation verbunden sind. Es wird erforderlich, „Wissen über relevante Faktoren, Akteure, Rahmenbedingungen und Unterstützungsoptionen für Ko-Transformationen von Versorgungssystemen“ zu gewinnen, wenn eine „vorausschauende und langfristig nachhaltige Politikgestaltung“ (Grunwald/Bausch 2018) beschritten werden soll. „Entsprechende Vorsorgeüberlegungen gebieten eine frühzeitige Befassung mit möglichen krisenhaften Entwicklungen und mit Strategien der Erhöhung der Resilienz sozial-ökologischer Konstellationen. Folgen für die ökologische Nachhaltigkeit – mit entsprechenden gesellschaftlichen Auswirkungen – sollten analysiert werden, etwa mit Blick auf Stoffströme. Auch die Sicherstellung demokratischer Kontrolle, der Erhalt von Teilhabe und Partizipationsmöglichkeiten sowie die Wahrnehmung von Gestaltungsmöglichkeiten sind zu bedenken, auch vor dem Hintergrund der unterschiedlichen neuen Infrastrukturoptionen, die technisch möglich und gesellschaftlich und ökologisch gefordert sind“ (Grunwald/Bausch 2018: 93).

Hinsichtlich von Fragestellungen einer entsprechenden Ko-Transformation kann Grunwald & Bausch (2018) zufolge bereits auf Forschungs- und Umsetzungsaktivitäten früherer Projekte zurückgegriffen werden: Im Rahmen von großen Verbundprojekten zur deutschen Energiewende (FONA/Energietransformation, ENERGY-TRANS, Kopernikus/ENavi) wurde das Energiesystem als ein vielfach eingebundenes sozio-technisches System interpretiert, das einer sozio-technischen Transformation unterzogen wird. Diese grundlegende Veränderung wird nur im Rahmen einer größeren Transformation möglich: „Die Transformation der Energieversorgung hat Auswirkungen auf eine Vielzahl miteinander vernetzter und gegenseitig abhängiger Systeme: das gesamte technologische System, die organisatorischen, politischen und sozialen Strukturen sowie das Verhalten von Unternehmen, Konsumenten und Bürgern. Das Energiesystem als Ganzes wird seine Funktionalität nur aufgaben- und zeitgerecht entfalten können, wenn die Integration der verschiedenen Bereiche gelingt. Neben disziplinären Fragestellungen ist es deshalb erforderlich, Wechselwirkungen und Schnittstellen zu betrachten. Das Energiesystem mit seinen Sektoren Strom, Wärme und Mobilität ist ein komplexes, vernetztes und dynamisches System“ (<https://www.kopernikus-projekte.de/enavi>).

Damit sind einige Wissensbestände zu Ko-Transformationen von Versorgungssystemen bereits erarbeitet. Allerdings sind diese bislang eher ein „Hinterherlaufen“: Man befasst sich mit möglichen Folgen neuer Infrastrukturen und ggf. deren „Reparatur“. Eine proaktive vorausschauende Erarbeitung von Gestaltungsoptionen in transdisziplinären Prozessen von Ko-Design und Ko-Produktion ist kaum vorhanden. Im Gegenteil wirkt es so, als sei die erwähnte Mega-Infrastrukturalisierung und zunehmende bzw. notwendige Infrastrukturkopplung in einer Eigen-dynamik in Kombination aus technischem Fortschritt, Digitalisierung und ökonomischen Faktoren verfangen. Statt integrative, entscheidungsoffene Gestaltungsansätze zu erarbeiten, scheint in Gesellschaft und Politik die Annahme eines Technikdeterminismus vorzuherrschen.

Literaturverzeichnis

- Becker, Egon, Engelbert Schramm (2001): Zur Modellierbarkeit sozial-ökologischer Transformationen. Zentrale Ergebnisse einer Sondierungsstudie. ISOE-Materialien Soziale Ökologie, Nr. 16.
- Brand, Ulrich, Norbert Reuter, Uwe Schneidewind, Michael Müller, SPD-Bundestagsfraktion, Die Linke-Bundestagsfraktion, Bündnis 90/Die Grünen-Bundestagsfraktion (2013a): Sondergutachten der Sachverständigen Prof. Dr. Ulrich Brand, PD Dr. Norbert Reuter, Prof. Dr. Uwe Schneidewind und Michael Müller sowie der Fraktionen SPD, DIE LINKE und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN zu Unterkapitel 7.1.2. In: Schlussbericht der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität - Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“. Deutscher Bundestag Drucksache 17/13300, S. 478-483.
- Brand, Ulrich, Dietmar Hexel, Michael Müller, Uwe Schneidewind, SPD-Bundestagsfraktion, Die Linke-Bundestagsfraktion, Bündnis 90/Die Grünen-Bundestagsfraktion (2013b): Sondergutachten der Sachverständigen Prof. Dr. Ulrich Brand, Dietmar Hexel, Michael Müller und Prof. Dr. Uwe Schneidewind sowie der Fraktionen SPD, DIE LINKE. und BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN zu Unterkapitel 7.1.3. Sozialökologische Transformation. In: Schlussbericht der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität - Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“. Deutscher Bundestag Drucksache 17/13300, S. 483-485.
- Büscher, Christian, Jens Schippl (2013): Die Transformation der Energieversorgung: Einheit und Differenz soziotechnischer Systeme. TaTuP, Nr. 132, S.11-19.
- Feola, Giuseppe (2015). Societal transformation in response to global environmental change: a review of emerging concepts. *Ambio*, Jg. 44, Heft 5, S. 376-390.
- Görg, Christoph, Ulrich Brand, Helmut Haberl, Diana Hummel, Thomas Jahn, Stefan Liehr (2017): Challenges for Social-Ecological Transformations: Contributions from Social and Political Ecology. *Sustainability*, Jg. 9, Heft 7, S. 1045.
- Grieshammer, Rainer, Thomas Jahn, Thomas Korbun, R. Andreas Kraemer, Claus Leggewie, Ortwin Renn, Uwe Schneidewind, Angelika Zahrt (2012): Verstehen – Bewerten – Gestalten. Transdisziplinäres Wissen für eine nachhaltige Gesellschaft: Memorandum zur Weiterentwicklung der sozial-ökologischen Forschung in Deutschland.
- Grunwald, Armin (2016): Transformationen: Soziale Innovationen als Treiber und Nebenfolge gesellschaftlichen Wandels. Vortrag. Kongress Innovationen für die Gesellschaft: Neue Wege und Methoden zur Entfaltung des Potenzials sozialer Innovationen, 20.-21.09.2016, Berlin.

- Grunwald, Armin, Ortwin Renn, Jens Schippl (2017): Die Energiewende verstehen – orientieren – gestalten: der Ansatz der Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS. In: Holstenkamp, Lars et al. (Hrsg.): Handbuch Energiewende und Partizipation. Springer VS, Wiesbaden, S. 829-846.
- Grunwald, Armin, Camilla Bausch (2018): Sozial-ökologische Transformationen von Versorgungssystemen. Vortrag. Agenda-Konferenz für die Sozial-ökologische Forschung, 19.-20.09.2018, Kassel.
- Haberl, Helmut, Marina Fischer-Kowalski, Fridolin Krausmann, Joan Martinez-Alier, Verena Winiwarter (2011): A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. Sustainable Development, Jg. 19, Heft 1, S. 1-14.
- Keil, Florian, Diana Hummel (2006): Nachhaltigkeit und kritische Übergänge. In: Becker, Egon et al. (Hrsg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt am Main: Campus, S. 240-247.
- Kerber, Heide, Engelbert Schramm, Martina Winker (2016): Transformationsrisiken bearbeiten: Umsetzung differenzierter Wasserinfrastruktursysteme durch Kooperation. netWORKS-paper, Nr. 28.
- Kluge, Thomas, Diana Hummel (2006): Transformationen. In: Becker, Egon et al. (Hrsg.): Soziale Ökologie. Grundzüge einer Wissenschaft von den gesellschaftlichen Naturverhältnissen. Frankfurt/New York: Campus Verlag, S. 259-266
- Kluge, Thomas/Stefan Liehr/Engelbert Schramm (2007): Strukturveränderungen und neue Verfahren in der Ressourcenregulation. ISOE-Diskussionspapiere, Nr. 27.
- Kluge, Thomas/Uwe Scheele (2003): Transformationsprozesse in netzgebundenen Infrastruktursektoren. Neue Problemlagen und Regulationserfordernisse. netWORKS-Papers, Nr. 1.
- Polanyi, Karl (1977): The great transformation. Politische und ökonomische Ursprünge von Gesellschaften und Wirtschaftssystemen. Wien: Europa-Verlag.
- Scheffer, Marten, Stephen R. Carpenter, Timothy M. Lenton, Jordi Bascompte, William Brock, Vasilis Dakos, Johan van de Koppel, Ingrid A. van de Leemput, Simon A. Levin, Egbert H. van Nes, Mercedes Pascual, John Vandermeer (2012): Anticipating critical transitions. Science, Bd. 338, Heft 6105, S. 344-348.
- Starck, Dietrich (1978): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere auf evolutionsbiologischer Grundlage. Bd. 1. Heidelberg, Berlin: Springer.