



RESYSTRA

Protokoll und Fazit des Abschluss- Workshops:

**„Auf dem Weg zu einem resilienten Energiesystem –
Ziele, Möglichkeiten und Grenzen der
Richtungsgebung einer großen Transformation“**

15./16.09.2016, Bremen

Nina Böcker, Urte Brand, Bernd Giese, Arnim von Gleich, Stefan Gößling-Reisemann, Viola Logemann, Christian Schnülle, Pablo Thier

Impressum

Universität Bremen

FB Produktionstechnik
FG Technikgestaltung und Technologieentwicklung
Badgasteiner Str. 1
28359 Bremen

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

Autoren

Nina Böcker, Universität Bremen
Urte Brand, Universität Bremen
Bernd Giese, Universität Bremen
Arnim von Gleich, Universität Bremen
Stefan Gößling-Reisemann, Universität Bremen
Viola Logemann, Universität Bremen
Christian Schnülle, Universität Bremen
Pablo Thier, 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, Dezember 2016 (Korrigierte Version 2)

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Darstellung der Vorträge und Diskussionen	4
	Tag 1: Donnerstag 15. September 2016	4
	<i>Pablo Thier, Universität Bremen: Rekapitulation zentraler Ergebnisse des Projekts RESYSTRA</i>	4
	<i>Prof. Dr. Stefan Gößling-Reisemann, Universität Bremen: Resiliente Energiesysteme</i>	6
	<i>Dr. Alexander Stolz, Ernst-Mach-Institut Freiburg: Ansätze zum Resilience Engineering für Energiesysteme</i>	7
	<i>Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff, Universität Oldenburg und OFFIS: Hybridnetze als Beitrag zu einem resilienten Energiesystem</i>	8
	<i>Urte Brand, Universität Bremen: Richtungsgebung von Systeminnovationen mithilfe von Leitorientierungen</i>	9
	<i>Prof. Dr. Klaus Fichter, Universität Oldenburg und Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit: Leitorientierungen von Schlüsselakteuren der Transformation: Die Rolle und Motivation von Energie-Start-ups</i>	10
	<i>Ergebnisse der Blitzlichtrunde zum Tagesabschluss: Erkenntnisse und Fragen zu den Beiträgen des ersten Tages stichpunktartig notiert</i>	12
	Tag 2: Freitag 16. September 2016	13
	<i>Zentrale Erkenntnisse des Vortages</i>	13
	<i>Dr. Almut Kirchner, prognos Basel: Black Swans in der Energiewende</i>	14
	<i>Dr. Nele Friedrichsen, Fraunhofer ISI Karlsruhe: Transitionspfade im deutschen Stromsystem: Entwicklungen in Netz, Erzeugung und Nachfrage – Interaktionen zwischen Nischen und Regimen</i>	16
	<i>Dr. Christoph Riegel, Bundesnetzagentur Bonn: Resiliente Energiesysteme - Durch den Ausbau der Übertragungsnetze?</i>	17
	<i>Dr. Karsten Burges, Ecofys Germany, Berlin: Wie regionale Zellen zur Resilienz des Energiesystems beitragen</i>	18
	<i>Prof. Dr. Armin Grunwald, Karlsruher Institut für Technologie und ITAS: Sozio-technische Resilienz: Gedanken aus ENERGY-TRANS</i>	20
3	Zusammenfassung der wichtigsten Workshopkenntnisse	22
	<i>Resilienz, Zellularität, Subsidiarität und Komplexität</i>	22
	<i>Leitkonzept Resilienz und Gestaltungsleitbild Resilientes Energiesystem</i>	22
	<i>Gestaltungsleitbilder Resilientes Energiesystem in den Fallbeispielen</i>	23
	<i>Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung von Systeminnovationen mit Hilfe von Leitorientierungen</i>	24
	<i>Schildkrötenmodell der richtungsgebenden Einflussfaktoren</i>	24

1 Einleitung

Der vorliegende Text dient der Zusammenfassung des Abschluss-Workshops des Projektes RESYSTRA, welcher am 15. und 16. September 2016 in Bremen stattfand. Auf dem Workshop wurden zentrale Inhalte und Ergebnisse des Projekts rekapituliert und zur Diskussion gestellt. Bereits im Vorfeld des Workshops war den Teilnehmenden ein Thesenpapier¹ zur Verfügung gestellt worden, verbunden mit der Bitte in ihren Beiträgen darauf Bezug zu nehmen. Die Teilnahme zahlreicher Experten aus dem Bereich der Energie-, Resilienz-, Transformations- und Innovationsforschung, aber auch von Akteuren aus der Praxis, beispielsweise der BundesNetzAgentur, trug zu einer lebhaften interdisziplinären Diskussion auf der Veranstaltung bei. Mit der Durchführung des Abschluss-Workshops wurden primär folgende Ziele verfolgt:

- a) Theorie: Diskussion einer zukünftigen resilienten Struktur des Energiesystems sowie des Stellenwerts einer solchen Leitorientierung für die Transformation auf verschiedenen Ebenen vor dem Hintergrund der Ergebnisse des Projektes RESYSTRA.
- b) Kooperation: Identifikation von Themenstellungen, an denen gemeinsam weitergearbeitet werden könnte.

Zunächst werden die einzelnen Vorträge zusammenfassend wiedergegeben bevor im Anschluss eine knappe Zusammenfassung der zentralen Workshop-Erkenntnisse aus Sicht des Projektteams erfolgt. Die Folien der einzelnen Vorträge sind auf Anfrage erhältlich.

2 Darstellung der Vorträge und Diskussionen

Tag 1: Donnerstag 15. September 2016

Pablo Thier, Universität Bremen: Rekapitulation zentraler Ergebnisse des Projekts RESYSTRA

Herr Thier gab in seinem Vortrag einen Überblick über das BMBF-Verbundprojekt RESYSTRA und stellte das Konzept einer zellularen Struktur des Energiesystems vor.

Im Projekt Resystra wird das Energiesystem als sozio-technisches System betrachtet. Im Fokus standen Fragen der zukünftigen Entwicklung. Dabei ging es zum einen um die **anzustrebende Struktur** des Energiesystems unter besonderer Berücksichtigung der erweiterten Versorgungssicherheit (**Resilienz**) und zum anderen um den **Prozess der Transformation** des Energiesystems mit Fokus auf den Möglichkeiten und Grenzen der Richtungsgebung von systemischen Innovationen mit Hilfe von **Leitorientierungen**. Im Projekt wurden das Leitkonzept „Resiliente Systeme“ sowie die Gestaltungsleitbilder regionales resilientes Energiesystem für die Fallbeispiele Osterholz und Wolfhagen sowie auf nationaler Ebene Power-to-Fuel (strombasierte synthetische Kraftstoffe) erarbeitet. Die Analysemethode „strukturelle Vulnerabilitätsanalyse“ sowie das Schildkrötenmodell zur Darstellung der richtungsgebenden Faktoren von Transformationen, wurden weiter entwickelt. Dynamische Modelle zur Simulation der Wirkungen entsprechender Ausbaumaßnahmen in den Regionen wurden ebenso erarbeitet, wie ein agentenbasiertes Modell zur Simulation der nötigen Anforderungen an eine Integration von Power-to-Fuel in den Markt. Als Grundlage für die Erarbeitung der Gestaltungsleitbilder dienten Untersuchungen mit sozio-ökonomischen Methoden (Analyse der Wertschöpfungskettenanalyse, Akteursanalyse, Leitorientierungsanalyse). Die Identifizierung einer zellularen Struktur mit subsidiärer

¹ Das Thesenpapier ist auf der Website von RESYSTRA, www.resystra.de, abrufbar.

Steuerung, („regionale Zellen“) als erste Annäherung an ein resilienteres System erfolgte durch die Auswahl und Überprüfung von Gestaltungselementen resilienter Systeme, welche ursprünglich aus der Ökosystemtheorie stammen, hinzu kamen eine Literaturrecherche sowie Experten-Interviews. Die Gestaltungsleitbilder sind somit gespeist zum einen aus der Theorie ‚Resilienter Systeme‘ (top down) und zum anderen aus den in den Regionen vorfindbaren Überzeugungen, Leitbildern und strukturellen Gegebenheiten (bottom up). Die Idee einer zellularen Struktur bedeutet, dass das Energiesystem auf verschiedenen Ebenen aus Zellen aufgebaut wird. Die Idee der Subsidiarität verfolgt das Ziel, dass alle Dinge, die auf den untersten Ebenen geregelt werden können auch dort geregelt werden sollen. Jede einzelne Zelle und damit auch alle „lebenserhaltenden“ sektorenübergreifenden Funktionen sind lose mit den anderen Zellen gekoppelt. Bei Abkopplung vom Verbundnetz, z.B. im Störfall, welche zum richtigen Zeitpunkt geschehen muss, werden die Funktionen/Dienstleitungen autonom in der Zelle erbracht. Dies impliziert, dass Steuer- und Regelmechanismen sowie zugehörige Speicher und Puffer in der Zelle vorhanden sein müssen. Der Begriff der losen Kopplung ist dabei nicht nur auf die technische Ebene beschränkt, sondern wird auch auf ökonomische und gesellschaftliche Aspekte übertragen.

Diskussion:

Es wurde angemerkt, dass die energetische Selbstversorgung im Rahmen einer Zelle nicht unbedeutende Nebenwirkungen nach sich ziehen kann. So würde das Angebot möglichst vieler Funktionen innerhalb der Zelle zu immensen Mehrkosten durch die dadurch entstehenden Redundanzen führen. Zudem dürfte die Marktmacht einzelner Akteure in der Zelle enorm steigen (weniger Wettbewerber). Beides dürfte auch Auswirkungen auf die Resilienz eines Systems haben (negativ: z. B. Ressourcen und Preise, positiv z. B. Redundanzen). Der zelluläre Ansatz (VDE Studie) geht zwar davon aus, dass es sowohl regionale Märkte als auch überregionalen Märkte und Strukturen geben wird. Der regionale Strom würde allerdings vorteilhafter vermarktet. Er könnte z.B. kostengünstiger sein oder der überregionale Strom wird durch höhere Netzentgelte verteuert. In der Tat könnten dann Marktverzerrungen entstehen und regionale Akteure bevorzugt werden.

Des Weiteren wurde der Punkt der Finanzierung diskutiert. So erfordert der Aufbau eines resilienten bzw. zellularen Systems zunächst hohe finanzielle Investitionen. Wenn vom Prinzip der Subsidiarität ausgegangen wird, bedeutet dies, dass die Kosten von den Regionen getragen werden müssen. Das könnte zu Wettbewerbsverzerrungen führen. Es sollten folglich Lösungen gefunden werden, wie diese Nachteile ausgeglichen werden können.

Zudem wurde in der Diskussion aufgezeigt, dass ein resilientes System nur mit einer entsprechend abgestimmten Infrastruktur funktionieren kann. Daher sollte genauer definiert werden, wie groß eine Region sein muss, um ein eigenes resilientes System funktional aufbauen zu können. Die Frage nach der optimalen Größe einer Zelle kann jedoch nicht pauschal beantwortet werden. Für jedes Teilsystem (technisch, regulativ, marktbezogen) kann die optimale Größe durchaus unterschiedlich sein. Es wurde angemerkt, dass große Verbundnetze auch eine Stütze für das zellulare System darstellen werden. Momentan existieren durchaus schon Ansätze zu einer Dezentralisierung auch der Steuerung, weil das Management des Systems mit dezentralen Anlagen immer schwieriger wird. Außerdem wurde auf das Spannungsverhältnis zwischen Resilienz und Effizienz hingewiesen, welches analog zum Spannungsverhältnis dezentral vs. zentral diskutiert werden muss. Gefordert ist eine mehrdimensionale Optimierung.

Eine Lösungsstrategie könnte sein, von Beispielen zu lernen: So könnten z.B. die Regelzonen in der EU als Zellen angesehen werden. Ein Austausch zwischen den Zonen ist erlaubt. Anders sehe dies in Japan aus. Dort würde der Austausch an den Koppelstellen minimiert. Das System besteht dort also quasi aus nur einer Zelle, die zentral geregelt wird. Bei der Analyse des japanischen Systems kann erkannt werden, was bei großen Zellen nicht funktioniert.

Abschließend wurde die Meinung geäußert, dass eine zellulare Struktur auf mehreren Ebenen über kurz oder lang unumgänglich sei.

Prof. Dr. Stefan Gößling-Reisemann, Universität Bremen: Resiliente Energiesysteme

Die Transformation zu einem Resilienten Energiesystem, welches auf alle möglichen auch noch unbekanntem Ereignisse nach dem Motto: „Komme was wolle“ vorbereitet sein soll, ist eine mögliche Antwort auf die zunehmenden Unsicherheiten, Komplexitäten und die Dezentralisierung im Energiesystem. Dies gilt auch für sogenannte Schwarze Schwäne (unknown unknowns), also für Stressoren, deren Art und Wirkweise völlig unbekannt sind.

Herr Gößling-Reisemann gab nach einer allgemeinen Einführung einen historischen Überblick über den Begriff der Resilienz und ging dabei auch näher auf Lovins und Lovins ein, die schon 1977 in ihrem Buch „Soft Energy Path“ vorschlugen, der Ausbreitung von Störungen in komplexen Systemen durch Lokalität entgegenzuwirken. Im Weiteren wurde die Arbeitsgruppe ‚Risiko und Resilienz‘ des Akademienprojekts ‚Energiesysteme der Zukunft‘ sowie der Ansatz von Hollnagel et al. zum Resilience Engineering vorgestellt, bei dem Resilienz eine Anpassung an langsame und langfristige Änderung beinhaltet, also die Dimension verschiedener Zeitskalen berücksichtigt wird. Hollnagel geht davon aus, dass die Leistung sozio-technischer Systeme kontinuierlich fluktuiert und im Falle einer unerwarteten Resonanz eine erhöhte Leistungsfluktuation zu einer Störung führt. Ein Weg vorzuzugreifen, bestünde somit darin, Leistungsfluktuationen zu dämpfen. Der Vortrag schloss mit einer Synthese der vorgestellten Ansätze und zeigte zum einen Gestaltungselemente wie Diversität, Redundanz, Subsidiarität oder Modularität und zum anderen eine Prozesskette auf, um zu resilienteren Systemen zu gelangen. In letzterer wurden die folgenden Maßnahmen betont: 1) Vorsorgende Systemgestaltung; 2) Schäden überwinden; 3) für die Zukunft lernen; 4) Prävention verbessern. Als Ausblick wurden offene Fragen zu der Menge und Kombination von Resilienzgestaltungselementen, zu existierenden resilienten Systemen, zur Schärfung von Begriffen und zu dem Trade-off zwischen Effizienz, Resilienz und Bezahlbarkeit vorgestellt.

Diskussion:

In der anschließenden Diskussion kam die Sprache auf die Qualität der Systemleistungen, die in der verwendeten Definition von Resilienz ja eine wichtige Rolle spielen. Es wurde die Frage gestellt, ob diese Dienstleistungen auf das für die Funktionsfähigkeit des Systems unbedingt Notwendige reduziert werden könnten. Nun ist in dem verfolgten Ansatz gerade nicht der Erhalt des Systems oder der Erhalt seiner ‚Funktionsfähigkeit‘ im Fokus. Der Fokus liegt auf den Dienstleistungen, die vom System erwartet werden. Sie werden durch seine Nutzer bestimmt. Aber an diesem Punkt ist die Frage nach der Qualität – und eben auch nach der Minimalqualität im Falle einer Krise - durchaus berechtigt. So etwas müsste ausgehandelt werden. Zudem wurde festgestellt, dass dieser Punkt bei der Systemgestaltung bzw. den Gestaltungselementen so berücksichtigt werden muss, dass die Systemanforderungen flexibel gehandhabt und Dienstleistungen auch auf andere Systeme übertragen werden können. Weiter wurde argumentiert, dass ein resilientes System sowohl auf abrupte Veränderungen reagieren als sich auch an langfristige schleichende Veränderungen anpassen können muss. Um letzteres möglich zu machen, muss das resiliente System auch verdeckte langfristige Veränderungen erkennen. Als ein Beispiel wurden hier die Bürgerinitiativen gegen den Netzausbau genannt, die z.B. durch Monitoring von Akzeptanz sichtbar und beobachtbar gemacht werden könnten, sodass auf diese Initiativen rechtzeitig reagiert werden könne. Demnach muss ein resilientes System frühzeitig zu entsprechenden Antizipationen in der Lage sein.

Bezüglich der Schwarzen Schwäne wurde in Frage gestellt wie unbekannt diese vermeintlichen Unbekannten tatsächlich sind, und ob es in den meisten Fällen nicht doch Experten gäbe, die diese Black Swans erwarteten. Es wurde festgestellt, dass viele Ereignisse, die derzeit als Schwarze Schwäne bezeichnet werden, keine sind, sondern es sich eher um zwar bekannte aber extrem unwahrscheinliche Ereignisse handele. Echte schwarze Schwäne aus dem Gebiet der Chemikalien bzw. Gefahrstoffe, waren z. B. die Ozon zerstörende Wirkung von FCKWs und die hormonähnliche Wirkung zahlreicher Industriechemikalien oder aus dem Bereich der biologischen Risiken das Auftreten von HIV und BSE. Für die Debatte um Resilienz und Schwarze Schwäne würde es allerdings ausreichen, dass diese Ereignisse den Instanzen, die

die entsprechenden Entscheidungen treffen müssen, nicht bekannt seien. Daran wurde der Vorschlag angeschlossen, dass beim Umgang mit möglichen Risiken die Verantwortlichkeiten neu verteilt werden sollten, damit eine gewisse Trennung zwischen Risikoanalyse und Risikomanagement wirksam wird. Es soll damit vermieden werden, dass die Risikoanalyse schon durch den Blick auf eventuelle nötige Risikomanagementmaßnahmen gehemmt wird (historisches Beispiel die Trennung des Bundesinstituts für Risikobewertung vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit nach der BSE-Krise – wohl auch ein echter schwarzer Schwan). Außerdem wurde bemängelt, dass der Begriff der Resilienz oft zu defensiv verwendet wird und oft nur als Lösung zum Umgang mit unknown unknowns. Es wurde die Meinung vertreten, dass Resilienz ein Wert für sich sei und deshalb offensiv beworben werden solle.

Dr. Alexander Stolz, Ernst-Mach-Institut Freiburg: Ansätze zum Resilience Engineering für Energiesysteme

Herr Stolz stellte in seinem Vortrag einen ingenieurtechnischen Ansatz zur Resilienzermittlung am Beispiel eines Offshore-Netzknötens vor. Die Leistungen eines Resilienten Systems beschreibt er mit dem Erhalt kritischer Funktionalität, der Absicherung einer ‚graceful degradation‘ (einer graduellen Leistungsabnahme) sowie einer schnellen Wiederherstellung von komplexen Systemen. Für ausgefallene Funktionalitäten gibt die Zeitspanne bis zu ihrer Wiederherstellung Aufschluss über den Grad der Resilienz des Systems. Das dazu notwendige Resilience-Engineering wird, angelehnt an den Kreislauf des Risikomanagements, in die Phasen Prevent, Prepare, Protect, Respond und Recover eingeteilt. Die Resilienzanalyse ist so gesehen ein ergänzender Part der Risikoanalyse und eine Basis des Risikomanagements bei denen fünf Elemente im Zentrum stehen: Systembeschreibung und –modellierung, analytische quantitative Methoden der Systemanalyse, Systemsimulation, Ingenieuransätze und Experimente. Durch ein detailliertes Risikomanagement können die möglichen Wirkungen des Auftretens von Schwarzen Schwänen verringert werden. In seinem Beispiel für einen resilienz-informierten ingenieurtechnischen Ansatz zum Risikomanagement ging Alexander Stolz auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Auswirkungen einer mutwillig herbeigeführten Explosion an den Stahlstützen eines Offshore-Netzknötens ein sowie auf das Verhältnis von Aufwand und Wirkung von Vorsorgemaßnahmen. Zum Schluss stellte er einen Ansatz zur Quantifizierung von Resilienz vor, mit dem die Folgen eines disruptiven Ereignisses in Form eines Resilienz-Dreiecks dargestellt und berechnet werden können. Wobei die Steilheit des Abfalls der Leistung im ‚average response slope‘ und die Steilheit des Wiedergewinns der Funktionalität im ‚average recovery slope‘ zwei Seiten dieses Dreiecks bilden. Die vom Dreieck eingeschlossene Fläche (Ausmaß des Verlusts, Geschwindigkeit der Wiederherstellung über die Zeit) dann die Basis für die Quantifizierung. Als Motivation für diese Quantifizierung von Resilienz wurde angeführt, dass sie die Kommunikation mit Entscheidungsträgern und Politik vereinfacht. Letztendlich müssten zusätzliche Investitionen und Kosten immer begründet werden und hierfür helfe es quantitative Daten zu zeigen.

Diskussion:

In der nachfolgenden Diskussion wurde auf das Verhältnis zwischen der Anzahl der Szenarien und dem Detaillierungsgrad verwiesen. Je mehr Szenarien entworfen werden, desto weniger detailliert dürfen diese sein. Ein hoher Detaillierungsgrad bei einzelnen Szenarien sei allerdings notwendig, um Entscheidungsträger zu überzeugen, an bestimmten detailliert dargestellten Ansatzpunkten zu investieren, damit das Risiko insgesamt minimiert werden könne. Offen blieb wie die Begriffe „Resilienz“ und „Vulnerabilität“ voneinander abgegrenzt werden, da im Vortrag von Herrn Stolz viele Möglichkeiten der Korrespondenz von Risikoanalyse und Vulnerabilitätsanalyse aufgezeigt wurden. In Resystra wird zwischen Resilienz als Gestaltungsleitbild und der Vulnerabilität als analytische Kategorie unterschieden. Hier soll also nur die Vulnerabilität quantifiziert werden. Außerdem wurde die Frage gestellt, welche Interessen Unternehmen an der Analyse von Schwarzen Schwänen hätten. Schwarze Schwäne werden von Unternehmen oft außerhalb ihrer Verantwortung unter sog. „höherer Gewalt“

eingeorordnet. Daher müssten Anreize gesetzt werden, damit entsprechende Analysen durchgeführt werden. Außerdem sollte in den verschiedenen Ingenieursdisziplinen mehr gegenseitiges Verständnis entwickelt werden, um die Vorbereitung auf und den Umgang mit unerwarteten Ereignissen zu verbessern.

Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff, Universität Oldenburg und OFFIS: Hybridnetze als Beitrag zu einem resilienten Energiesystem

Herr Lehnhoff stellte in seinem Vortrag Hybridnetze (Strom, Gas, Wärme, Mobilität, IT) am Beispiel eines acatech Projekts und des Projekts „Energetische Nachbarschaften“ in Oldenburg vor. Kennzeichen von Hybridnetzen ist eine domänenübergreifende integrierte (mehrdimensionale) Kopplung von Prozessen, wodurch sich abhängig von der Domänenzahl die Kopplungspunkte und die Freiheitsgrade erhöhen und damit auch die Komplexität. Als Beispiel wurde die Stromumwandlungstechnologie Power-to-Gas vorgestellt, sowie ein möglicher Ordnungsrahmen für Hybridnetze. Des Weiteren wurden die Prozessketten bewertet, um vielversprechende Geschäftsfelder zu identifizieren. Eine spontane Umschaltung zwischen Energieträgern und flexiblen Infrastrukturen erfordert einen höheren Grad an Automatisierung.

Im Unterschied zu zellularen Strukturen sei jedoch eine regionale Abgrenzung in der Definition nicht enthalten. Aufgrund regional unterschiedlicher Potentiale wurde allerdings auch eine lokale/regionale Betrachtung zur Optimierung von Hybridnetzen für erforderlich gehalten. Des Weiteren sei aufgrund der Komplexität die Nutzung von Automatisierungsmöglichkeiten in Form von verteilten IKT-Ansätzen nötig. Für eine Umsetzung bedarf es systemisch wirkender Förderanreize.

Bei den Energetischen Nachbarschaften geht es um die energetische Kopplung in einem Industriegebiet. Dort wird untersucht welche Prozesse und welche Form von Automatisierung notwendig sind. Die Realisierung wurde als durchaus möglich befunden. Als Herausforderungen wurden vor allem Akzeptanz, die Beschaffung von sensiblen Daten, sowie die Regulierung identifiziert (Kopplung von Rechts- und Versorgungssicherheit). Ein weiteres Ergebnis war, dass Projekte einen Haupt-Ansprechpartner (Kümmerer) bräuchten.

Abschließend gab Herr Lehnhoff einen Ausblick auf das kommende Projekt „Smart City Lab Fliegerhorst“, bei dem ein multimodales Versorgungssystem im Vordergrund stehen. Im eingereichten Projektantrag ENaQ der BMBF-Förderinitiative Energieeffiziente Stadt werden neben sozio-ökonomischen Entwicklungen auch eine Reihe innovativer Ansätze der Vermarktung, wie die peer-to-peer Vermarktung über Block-Chains, oder Geschäftsmodellentwicklung, wie Speichergenossenschaften, erprobt. Interessant sind die Fragen, wer ist Betreiber bzw. wer trägt die Systemverantwortung? In Bezug auf Resilienz stellt sich zumindest die Frage, wie eine Dunkelflaute überstanden werden könne.

Diskussion:

In der Diskussion wurde angemerkt, dass an den im Vortrag genannten Beispielen verschiedene Fragen untersucht werden könnten. So z.B. ob regionale Optimierung im Sinne von Hybridnetzen, bzw. multimodalen Quartieren nur zur eigenen Resilienz oder auch zur überregionalen Resilienz beitragen, indem sie z.B. Flexibilitäten zur Verfügung stellen. Zusätzlich könnte die Frage untersucht werden, wie viel die Versorgungssicherheit der Region wert sei? Welches Maß an Ausfallsicherheit im regionalen System ist gewünscht, wenn z. B. die importierten Energieressourcen ausfallen.

Im Unterschied zu dem im Projekt Resystra vorgestellten Ansatz regionaler Zellen wird bei den vorgestellten Projekten zu Hybridnetzender ein Inselbetriebmodus nicht weiter betrachtet. Regelung und Steuerung erfolgen weiterhin durch die Übertragungsnetzbetreiber. Offen blieb die

Frage, wer die Systemverantwortung bei Block Chains trage und was passiere, wenn IDs verloren gingen.

Weiter wurde argumentiert, dass die Dimension der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müsse. Vor allem eine Wertschöpfungskettenanalyse sollte durchgeführt werden. Die Kosten werden bei den hochgradig automatisierten Prozessen nach oben abgeschätzt. Das Geschäftsmodell ist derzeit aber noch offen und soll im Living Lab ermittelt und vertieft werden. Abschließend wurde festgehalten, dass die Akzeptanz bei den umsetzenden Akteuren (Planer, Regionalpolitiker, EVUs) für einen Paradigmenwechsel hin zu Engpassmanagement, zur Digitalisierung, zu neuen Geschäftsmodellen, wie z.B. Block Chains, eher mäßig ist. Offensichtlich sei, dass die Komplexität durch die Umstellungen steige und dadurch auch die Vermittelbarkeit der Maßnahmen erschwert würde.

Urte Brand, Universität Bremen: Richtungsgebung von Systeminnovationen mithilfe von Leitorientierungen

Frau Brand stellt in ihrem Vortrag vor dem Hintergrund erwartbarer und möglicher Risiken und Überraschungen Möglichkeiten der Richtungsgebung von Transformationsprozessen (Systeminnovationen) in Richtung auf ein Resilientes Energiesystem vor und fokussiert dabei auf Leitorientierungen als mögliche Richtungsimpulse. Zunächst beschreibt sie das von ihr mit Bezug zu Systeminnovationen weiterentwickelte „Schildkrötenmodell der richtungsgebenden Einflussfaktoren“ als Möglichkeit die wichtigsten richtungsgebenden Impulse strukturiert darzustellen. Das Modell zeigt neun übergeordnete richtungsgebende Einflussfaktoren (Regulativer Push, Anreiz Pull, Technology Push, Market Pull, Skandalisierungs Push, Vision Pull, Metafaktoren, Leitakteure, Netzwerk der Leitakteure), denen Richtungsimpulse zugeordnet werden können und die sich je nach betrachteter Systeminnovation unterscheiden. In diesem Zusammenhang geht Frau Brand davon aus, dass eine Richtungsgebung von Systeminnovationen durch die Kompatibilität und Komplementarität von Richtungsimpulsen befördert werden kann. Im weiteren Verlauf des Vortrages wird der Fokus auf einen richtungsgebenden Einflussfaktor, dem Vision Pull, und dem Richtungsimpuls „Leitbilder“² gerichtet und den beiden Fragen nachgegangen, ob und wie mit Leitbildern bewusst Systeminnovationen richtungsgebend beeinflusst werden können. Hierbei unterscheidet Frau Brand zwischen drei Faktoren, welche die Wirksamkeit von Leitbildern befördern können und untersuchungswürdig sind: inhaltsbezogene, prozessbezogene und systembezogene Wirksamkeitsfaktoren. Weiterhin geht sie davon aus, dass (propagierte) Leitbildideen (erstrebenswert, potenziell) zu „echten“ Leitbildern (von Resonanz getragen oder sogar handlungsleitend) transformiert werden müssen, um Richtung geben zu können. Außerdem unterscheidet Frau Brand zwischen drei Ausdifferenzierungen (Ebenen) von Leitbildern anhand des sogenannten Dreiebenenmodells. In diesem Modell werden die drei Ebenen übergeordnet als Leitorientierungen bezeichnet und gemäß den sechs Kriterien Generalisierungsniveau, gesellschaftliche Reichweite, räumliche Reichweite, zeitliche Reichweite, zeitlicher Bezug (Gegenwart/Zukunft) und Realitätsbezug unterschieden in: 1.) Weltbilder, 2.) Leitkonzepte und 3.) Gestaltungsleitbilder. Ausgehend von dem Dreiebenenmodell trifft Frau Brand die Aussage, dass die auf der mittleren Ebene verorteten Leitkonzepte besonders dann ihre richtungsgebende Wirkung entfalten können, wenn sie Bezug zu tiefer liegenden (stärker erwünschten) Weltbildern und (höher liegenden) konkretisierten (machbaren) Gestaltungsleitbildern aufweisen. Im weiteren Verlauf stellt Frau Brand die empirischen Studien vor, mit denen sie die o.g. Forschungsfragen nach den Möglichkeiten und Grenzen von leitorientierungsgesteuerten Systeminnovationen/Transformationen untersucht hat. Hierbei kommt sie zu dem Schluss, dass eine Richtungsgebung mittels Leitorientierungen möglich ist, wenn gewisse Wirksamkeitsfaktoren Berücksichtigung finden, die sie im Rahmen ihrer Untersuchungen identifiziert hat und im Vortrag näher vorstellt. In diesem Zusammenhang zeigt

² Leitbilder werden als sozial geteilte, gleichzeitig erwünschte und für machbar gehaltene Zukunftsvorstellungen verstanden, die das Denken und Handeln von Akteuren prägen (Giesel 2007; Dierkes et al. 1992).

Frau Brand das von ihr weiterentwickelte Phasenmodell eines idealtypischen Leitorientierungsprozesses, welches von vier Phasen ausgeht, in denen Leitkonzepte wirksam propagiert werden können. Abschließend hält sie fest, dass folgende Faktoren von besonderer Bedeutung für die Wirksamkeit von Leitkonzepten sind: 1.) Bezug zu Weltbildern und Gestaltungsleitbildern, 2.) Einbindung von ausgewählten Adressaten, 3.) Aufzeigen von vorbildhaften Praxisbeispielen, 4.) Balance zwischen Top-down- und Bottom-up-Ansatz.³

Diskussion:

In der Diskussion wurde nach dem Verhältnis von Leitorientierungen und mentalen Modellen gefragt. Es wurde betont, dass nicht vernachlässigt werden dürfe, welche Legitimation ein Impulsgeber besitze, da die Wirkung eines Leitbildes von der Macht abhängt, die der jeweilige Akteur habe. Außerdem dürften im Normalfall unterschiedliche Leitbilder gleichzeitig existieren und miteinander konkurrieren. Und diese Leitbilder können auch nur teilweise gemeinsame Schnittmengen haben. Bspw. wurden im Leitbild „100%EE-Region“ Verkehr und Wärme außen vor gelassen. Nichtsdestotrotz konnte dieses Leitbild viel in den untersuchten Regionen bewirken. Und schließlich stimmten Regularien nicht immer in ihrer Richtung überein und könnten anstatt als Impuls auch als Bremse wirken. Es wurde angemerkt, dass das Modell der Schildkröte allerdings Möglichkeiten biete auch nicht kompatible Impulse zu integrieren. Des Weiteren wurde festgehalten, dass die gezeigten Fallbeispiele keine offene Leitbildentwicklung darstellten, sondern von den Prozessträgern versucht wurde, Resonanz für bestimmte Begriffe zu finden.

Außerdem wurde verdeutlicht, dass gemäß der Multi-Impuls-Hypothese Einflussfaktoren und deren Richtungsimpulse nur im Zusammenspiel wirkten und es daher nur bei extremen Ausnahmefällen einzelne dominante Richtungsimpulse bzw. Leitorientierungen geben könne (z. B. wenn der Präsident der Vereinigten Staaten das Ziel vorgibt eine Mondlandung durchzuführen). Durchaus festzustellen war aber, dass Leitorientierungen Einfluss auf andere Richtungsimpulse wie die Nachfrage (Market Pull) haben könnten. Z.B. habe in Leutkirch der Wunsch nach Autonomie dazu geführt, dass Bürger nur individuelle Sanierungen (und keine gemeinschaftlichen Nahwärmenetze) realisieren wollten. Abschließend wurde festgehalten, dass das Schildkrötenmodell mehreren Zwecken gleichzeitig diene, es sei 1. Analyseraster und 2. Struktur zur Veranschaulichung der Ergebnisse der Innovationsforschung, 3. Grundlage der agentenbasierten Modellierung (Strukturierung von Modellelementen und Beziehungen zwischen ihnen) sowie 4. Grundlage der Maßnahmenoptionen.

Prof. Dr. Klaus Fichter, Universität Oldenburg und Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit: Leitorientierungen von Schlüsselakteuren der Transformation: Die Rolle und Motivation von Energie-Start-ups

Anmerkungen zum RESYSTRA-Ergebnispapier:

Herr Fichter unterstützt die Aussage, Resilienz als 4. Nachhaltigkeitsprinzip aufzufassen. Ihm zufolge bietet das Schildkrötenmodell eine hilfreiche Strukturierung für qualitative Untersuchungen zur Adaptation von Systeminnovationen. Man könne anhand von drei Fallstudien allerdings keine Aussage zur Gewichtung der Einflussfaktoren/Richtungsimpulse treffen. Man könne zwar festhalten, dass Leitkonzepte in den meisten systemischen Innovationen eine wichtige Rolle spielen. Sie müssen aber immer im Zusammenspiel mit den anderen Einflussfaktoren betrachtet werden.

³ Die detaillierten Untersuchungsergebnisse sind u.a. zu finden in:

Brand, U. (im Erscheinen): Leitkonzepte Nachhaltigkeit und Resilienz als Richtungsgeber von Transformationsprozessen in Energiesystemen. Dissertation, Universität Bremen;

Brand, U.; Gleich, A. v. (2015): Transformation toward a Secure and Precaution-Oriented Energy System with the Guiding Concept of Resilience – Implementation of Low-Exergy Solutions in Northwestern Germany. *Energies*, 8(7), S. 6995-7019.

Nach seinem Verständnis von „Leitakteuren“ darf nicht auf der kognitiven/mentalenebene stehen geblieben werden. Die Arbeiten von Resystra beschäftigten sich sehr viel mit Ideen und Zukunftsvorstellungen. Es ist jedoch ebenso wichtig zu untersuchen, wie diese letztendlich auf das konkrete Handeln wirken. Er spricht daher von einem performativen Konzept: Der Leitakteur leitet nicht nur im ideellen Sinne, sondern auch durch faktisches Handeln. Des Weiteren merkt Fichter an, dass die Hypothese der Notwendigkeit von „Kompatibilität und Komplementarität der Richtungsimpulse“ eine Idealvorstellung sei, die in Wirklichkeit nicht so zu finden ist. Richtungsimpulse wirkten nicht immer in dieselbe Richtung. Es gibt befördernde und behindernde Faktoren. Auch müsse das Konzept von Macht in das Modell integriert werden, nicht zuletzt weil es sich auch um einen Kampf um und zwischen Leitorientierungen handele.

Nach Fichter konnten viele Erkenntnisse mit der explorativen Untersuchung der drei Fälle gewonnen werden. Allerdings ließen sich aufgrund der kleinen Fallzahl keine allgemeingültigen Aussagen treffen. Eine Generalisierung in Form von Handlungsempfehlungen, auf welche Weise Leitorientierungsprozesse durchgeführt werden sollten, sei daher nur sehr eingeschränkt möglich.

Er hebt hervor, dass in den Ergebnissen der Studie, zu denen auch Handlungsempfehlungen gehören, Unternehmertum eine wesentliche Rolle spielt und in der Schildkröte ergänzt werden sollte. Dieser Begriff sei weiter gefasst und würde auch Wirtschaftsunternehmen miteinbinden und nicht nur die bisher genannten Akteure wie Genossenschaften, NGOs und Bürger einschließen. Fichter bringt an, dass bei manchen der im RESYSTRA-Papier formulierten Handlungsempfehlungen nicht ganz deutlich wird, wie diese konkret umzusetzen seien. Z.B. wie der Bezug zu bereits verinnerlichten Leitorientierungen genau hergestellt werden könne und wie diese in die Gestaltungsleitbilder einbezogen werden können. Zudem betont er, dass neben Energiegenossenschaften viele weitere Akteure wie Start-ups unterstützt werden sollten, um die Energiewende voranzubringen.

Vortrag:

Im Anschluss stellte Fichter die Studie „Diffusionspfade für Nachhaltigkeitsinnovationen“ vor, in der 100 Umweltinnovationen (50% aus dem Energiebereich) untersucht wurden. Hier fokussiert die Untersuchung der Frage: Wer sind die Marktpioniere bei Innovationen?

Hierbei wurden unterschieden in 1.) Innovationsgrad (Verbesserungsinnovationen und Grundlageninnovationen) und 2.) Erstanbieter (Pionier): etablierte Unternehmen und Gründer-Unternehmen (z.B. Start-ups eigens für Innovation gegründet). Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass Gründer-Unternehmen oft Grundlageninnovationen, etablierte Unternehmen vor allem Verbesserungsinnovationen hervorbringen. Daher, so Fichter, spielen Gründer-Unternehmen eine wesentliche Rolle als Leitakteure. Aus diesem Grund beschäftigte sich Fichter mit Start-ups in diesem Bereich. Die Green Economy sei ein zunehmend wichtiger Gründungsbereich und Fichter zeigt, dass zwei Drittel der grünen Gründungen im Energiesektor stattfinden. Im Energiebereich haben 86% der Gründungen einen ökologischen Hintergrund. Dieser sei also ein wichtiger Motor für Gründungen. Zu Leitorientierungen in Energie-Start-Ups dieser Branche stellt Fichter zwei Qualifizierungsarbeiten an der Uni-Oldenburg vor (Chichowitz 2016, Bergset 2016). Den Studien zufolge gibt es unterschiedliche Motive für die Gründung dieser Start-ups (von „Weltverbesserung“ und „Energiewende vorantreiben“ bis zur „Profitorientierung“). Allerdings seien ökologische Motive mehrheitlich ein Beweggrund. Fichter argumentiert, dass Start-ups aufgrund dieser ökologischen Orientierung gut qualifiziertes Personal anziehen vermögen. Es gebe in dieser Sparte einen überdurchschnittlich hohen Anteil an innovativen Gründungen. Ein Problem sei aber, dass die Start-ups oft mit hoher Produktkomplexität konfrontiert seien, was dann in langen Entwicklungszeiten resultiere, was wiederum einen hohen Finanzierungsaufwand bedeutete. Es handele sich meist um Nischenprodukte. Problematisch sei außerdem, dass vielen Investoren das nötige Fachwissen fehle und die Start-ups sehr abhängig von politischen Rahmenbedingungen und Genehmigungsverfahren seien. Diese könnten einen „Push“ darstellen, manchmal aber auch eine Behinderung.

Abschließend stellt er im Vortrag die Frage, wie die Rolle von Energie-Start-ups weiter gestärkt

werden kann. Dazu zeigt er drei Ansätze auf. 1.) Leitorientierungen explizit machen, dazu wurde z.B. ein Instrument zur Geschäftsmodellentwicklung, der Sustainable Business Canvas entwickelt, 2.) Spezialisierung/Profilierung von Gründerzentren / Akzeleratoren / Cluster für grüne Gründungen, 3.) Erhöhung der Sichtbarkeit von Energie-Start-ups und Schaffung von Vorbildern (Award, Gründerportal etc.).

Diskussion:

In der Diskussion stand zunächst die Rolle der Start-ups in Transformationsprozessen im Zentrum: Start-ups sind Schlüsselakteur für die Einführung von Innovationen in den Markt. Wenn dies gut gelungen sei, werden die Ideen eventuell von größeren Unternehmen aufgekauft (Kooperation, Joint Venture etc.). Ein leistungsfähiger Verband (z.B. der Solaranlagen-Hersteller) könne bspw. einen wichtigen Faktor darstellen, um aus der Nische herauszukommen und Einfluss auf die Förderbedingungen haben. So könnten auch engagierte Betreiber Regulation verändern (z.B. Power-to-Fuel). Des Weiteren wurde auf die Nachfrage hin erläutert, dass das Konzept der Resilienz eine Ergänzung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit, Effizienz, Konsistenz und Suffizienz um die Risikodimension darstelle. Es reiche nicht aus die „klassische Versorgungssicherheit“ auszuweiten, da mit Resilienz auch eine Vorbereitung auf unknown unknowns durch Innovationsfähigkeit und Improvisationsfähigkeit von Systemen verstanden wird. Für dieses breiter gefasste Verständnis der Risikodimension sei vor allem im Kontakt mit Stakeholdern der Begriff der Resilienz wichtig.

Ergebnisse der Blitzlichtrunde zum Tagesabschluss: Erkenntnisse und Fragen zu den Beiträgen des ersten Tages stichpunktartig notiert

Generelle Anmerkungen:

- Ein solcher interdisziplinärer Austausch ist in diesem Gegenstandsbereich unverzichtbar.
- Der Begriff der Effizienz ist mehrfach gefallen. Der Fokus sollte weiterhin auf Resilienz liegen, da z.B. Power-to-Fuel momentan im Hinblick auf Effizienz keine Chance hat.

Offengebliebene Fragen:

- Genauere Definitionen der Begriffe Region, Zelle und Ebene
- Abgrenzung zwischen resilience engineering (Hollnagel) und engineering resilience (Holling)
- Klarheit, wessen Resilienz gemeint ist und untersucht wird (Resilienz für wen?).
- Genauere Unterscheidung zwischen Schwarzen Schwänen und Unknown Unknowns
- Das optimale Maß an Subsidiarität
- Resilienz und Gesamtverantwortung. Wie mit Regionen umgegangen werden kann, die aufgrund ihrer ländlichen Beschaffenheit u.ä. nicht das notwendige Potential für eine dezentrale Versorgung mit erneuerbaren Energien aufweisen.
- Wann ist der Einsatz eines bestimmten Instrumentes am sinnvollsten? (z.B. unter welchen Bedingungen weist eine Risikoanalyse einen höheren Mehrwert auf als die Anwendung des Resilienzkonzeptes?)
- Wie resilient (bzw. vulnerabel) ist das gegenwärtige System und wie groß ist das Delta zum angestrebten Resilienten Energiesystem?

Anknüpfungspunkte:

- Brands explorative, qualitative Untersuchungen sollten durch quantitative Analysen mit größerer, repräsentativer Fallzahl ergänzt werden.
- Fraglich bleibt, für welche Akteure außerhalb der Wissenschaft der Resilienzbegriff eine Rolle spielt, und ob dieser schon außerhalb dieses Diskurses aufgetaucht ist. Es gilt, konkrete Handlungsanweisungen zu Resilienz zu geben.

- Das Resilienzkonzept geht über den Begriff der Versorgungssicherheit hinaus und eignet sich daher auch sehr gut für Fragestellungen im internationalen Kontext, z.B. bezüglich Entwicklungs- und Schwellenländern.

Tag 2: Freitag 16. September 2016

Zentrale Erkenntnisse des Vortages

Ergebnisse

Allgemein:

- Für 100% Erneuerbare Energien müssen außer Strom noch die weiteren Sektoren berücksichtigt werden
- Eine Kopplung, z.B. der (leitungsgebundenen) Energieträger bzw. Energiesektoren (Strom, Wärme Mobilität), erhöht die Flexibilität aber auch die Komplexität!
- Leitbild-Genese in Top-Down Prozessen ist typisch für Wissenschaftler, die ihre Erkenntnisse umsetzen möchten.

Zellularität:

- Wie eng hängen Resilienz und der zellulare Ansatz zusammen?
- Optimale Größe der Zellen ist system- bzw. betrachtungsabhängig. D.h. eine generelle Aussage wird nicht möglich sein. Des Weiteren ist eine zellulare Struktur Skalen übergreifend (über mehrere Ebenen) zu betrachten.
- Aus der Analyse realer Inselsysteme (England, Irland, Canaren) lässt sich möglicherweise etwas lernen *Resilienz:*
- Vulnerabilität, Resilienz und Risiko sollten stärker differenziert werden.
- Resilienz-Interpretation ist Kontext abhängig, z.B. Urban Resilienz
- Schleichende Herausforderungen wie z.B. der Klimawandel, bedeuten nicht, dass diese nur langsam passieren, sondern dass diese Ereignisse als nicht unmittelbar wahrnehmbar klassifiziert werden.
- Resilienz allein als Weg zum Umgang mit Schwarzen Schwänen zu begründen greift zu kurz und macht das Konzept zu defensiv, da Schwarze Schwäne schwierig zu greifen sind. Der Resilienzbezug sollte mehr mit der Ergreifung von Chancen und Schaffung von Gestaltungsmöglichkeiten (Adaptions- und Innovationsfähigkeit) begründet werden.

Offene Fragen

Allgemein:

- Was sind genau die zusätzlichen Herausforderungen, die sich durch das 1,5 Grad Ziel ergeben?

Zellularität:

- Kann Subsidiarität auch Resilienz mindern?
- Wie sieht das optimale Level von Subsidiarität aus?
- Führt Zellularität zu regionalen Ungleichgewichten?
- Wie wird die optimale Größe von Zellen ermittelt?
- Welche Argumente sprechen für Zellularität als Resilienzgestaltungselement und für eine zellulare Strukturierung des Energiesystems?

- Eine zellulare Struktur erfordert eine Neuordnung der Zuständigkeiten. Wie sieht die Veränderung der Zuständigkeiten konkret aus?
- Wie werden angemessene Systemgrenzen bei der Analyse und der Gestaltung bestimmt?
- Was wird genau unter einer losen Kopplung verstanden (Sektoren, Energieträger, Netzebenen) – und in welcher spezifischen Form wirkt sich diese Resilienz steigernd?

Innovationssystem:

- Welche Rolle spielen Machtverhältnisse und Marktgrößen bei der Richtungsgebung?
- Wie lassen sich konkurrierende Leitbilder ermitteln und ggf. in einem Kräfteparallelogramm darstellen (Kampf der Schildkröten, Macht der Ideen)?
- Wie bringt man propagierte Leitbilder in Resonanz mit verinnerlichteten Leitbildern?

Resilienz:

- Resilienz und Effizienz. In der Natur gibt es aufgrund von evolutionären Optimierungsprozessen wohl auch eine ‚effiziente Redundanz‘.
- Nach welcher Systematik lassen sich die zusätzlichen Kosten, die durch die Implementierung von Resilienzmaßnahmen ergeben, umlegen?
- Wenn Resilienz gemessen werden soll, ist der Ansatz des Ernst-Mach-Instituts sehr überzeugend. (Bemerkung: Während die Universität Bremen Resilienz als Leitorientierung versteht und nicht Resilienz, sondern nur Vulnerabilität messen möchte, wird z. B. am Ernst-Mach-Institut versucht Resilienz zu quantifizieren. Siehe Zusammenfassung des Vortrages von Dr. Alexander Stolz.)
- Wie lässt sich die Dienstleistung, die ein resilientes System aufrecht zu erhalten hat, bestimmen?
- Wie lässt sich die Leitorientierung Resilienz in den Nachhaltigkeitsdiskurs einordnen?

Dr. Almut Kirchner, prognos Basel: Black Swans in der Energiewende

Frau Kirchner und andere überprüften in der von ihr vorgestellten Studie die Hypothese, dass die Stabilität der Energiewende von der Stabilität ihrer Rahmenbedingungen ausgeht. Sie verweist darauf, dass Black Swans schwer zu definieren sind, nennt aber drei Aspekte, die nach der in der Studie verwendeten Arbeitsdefinition einen Schwarzen Schwan ausmachen: 1.) Black Swans sind überraschend und unerwartet. Sie sind also Ereignisse mit einer relativ kleinen oder stark unterschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit. 2.) Black Swans haben enorme Auswirkungen auf ein System, die Welt, auf die Art, wie wir die Welt betrachten. 3.) Nach ihrem Auftreten findet eine nachträgliche Rationalisierung statt („Hätte man sich eigentlich vorher denken können.“).

In der Studie standen zwei Fragestellungen im Zentrum: Welche Schwarzen Schwäne könnten auftreten? Und welche Möglichkeiten für ein Risikomanagement gibt es? Zu Klärung dieser Fragen mussten Risiken überdacht und klassifiziert werden. Es wurde gefragt, welche Risiken auf die Energiewende als komplexes, gesellschaftliches Projekt wirken. Dazu mussten, der Eingangshypothese folgend, Überlegungen angestellt werden, welche Risiken auf die Rahmenbedingungen der Energiewende wirken (Stabilität/Durchführbarkeit des Projektes) und welche Auswirkungen diese Risiken auf das Energiesystem haben. Ferner muss aber auch gefragt werden, welche Risiken, die noch nicht betrachtet wurden, im Prozess der Energiewende selbst steckten (z.B. schleichende Deindustrialisierung, Frage der Machtverhältnisse). Als Ziele der Energiewende nennt Kirchner die CO₂- und EE-Ausbauziele der Bundesregierung. Zu den Rahmenbedingungen dieser Ziele zählt sie Rohstoffe für EE, Technologien für EE, Akzeptanz sowie die wirtschaftlichen, sozialen und politischen Verhältnisse. Alle identifizierten Risiken wurden in 15 Risikocluster zusammengefasst. Frau

Kirchner erklärt, dass die Studie zu dem überraschenden Ergebnis kam, dass die meisten der erfassten Risiken beherrschbar seien. Allerdings gebe es auch Risiken, die schwierig zu handhaben seien (z.B. der Effekt von sehr günstigen Weltmarktpreisen fossiler Energieträger, mögliche Folgekosten von Klimaschutzstrategien (gesundheitlich Wirkungen von Dämmstoffen) oder die Entwicklung anderer nicht-fossiler Technologien, wie z. B. der Kernfusionstechnologie oder Meereswasserstoff). Da das Wirtschaftlichkeitsprinzip sehr stark verankert sei, könnten sich langfristig günstige fossile Energiepreise als Schwarzer Schwan entpuppen und den Klimaschutzprozess nachhaltig torpedieren. Anschließend stellt Kirchner die Frage, inwiefern sich Möglichkeiten und Notwendigkeiten zum Handeln ergeben. Diese Handlungen könnten präventiv oder reaktiv erfolgen und auf der politischen oder der technischen Ebene angesiedelt sein. Außerdem müsste der Zeithorizont der Risiken mit bedacht werden. Kirchner sieht die Konsequenzen sowohl auf der Ebene der Ziele als auch der Strategien. Resilienz kann ihr zufolge als viertes Ziel in das energiepolitischen Zieldreieck aufgenommen werden oder als Erweiterung von Versorgungssicherheit interpretiert werden. Resilienz stehe im Spannungsverhältnis zu Wirtschaftlichkeit, was problematisch sei. Weitere Punkte sind für Kirchner die Art der Instrumentenausgestaltung (technologieoffen oder festgelegt) und die Art der Kommunikation. Kirchner kommt zu dem Fazit, dass der Schwerpunkt der Konsequenzen auf der Ziel-Ebene zu finden ist, d.h. die Frage interessiert, wie die Integration von Resilienz in die Gestaltung des Systems (technisch/organisatorisch) vollzogen werden kann. Die Instrumente seien vorhanden und seien anzupassen. Außerdem sei und bleibe die Kommunikation sehr wichtig.

Diskussion:

In der Darstellung von Frau Kirchner ist Akzeptanz im Bereich Prioritätenänderung angesiedelt, denn alle Risiken würden bei der Betrachtung von Wirkungsketten am Ende bei der Akzeptanz landen. Es wurde betont, dass Skandalisierung ein treffender Begriff für Risiken und Bedenken sei, die von gesellschaftlichen Initiativen öffentlich thematisiert werden. Es stellen sich jedoch Fragen wie: „Welche Rolle spielen die Medien? Wie kann eine funktionierende Kommunikation und insb. eine wechselseitige Kommunikation (nicht nur Top Down) umgesetzt werden? Es bestünde die Gefahr einer Scheinpartizipation, d.h. das Trassen bspw. „durchgedrückt“ würden. Hierbei ist auch eine Veränderung der Kommunikationsmentalität durch die Digitalisierung zu erwähnen. Wobei die Digitalisierung kein Schwarzer Schwan sei.

In Hinblick auf das Thema des Vortrages, Schwarze Schwäne, wurde darauf hingewiesen, dass sie attraktiv sind, weil sie auf etwas verweisen, was wir nicht kennen. Es sollte aber beachtet werden, dass Schwarze Schwäne ihre Farbe hin zu grau oder weiß ändern, wenn über sie geredet wird. Offen blieb die Frage, wer in Kenntnis über vermeintliche Schwarzen Schwäne gesetzt werden müsse, damit diese weiß würden. Ist ein kleiner Expertenkreis ausreichend oder müssen Entscheider Kenntnis davon haben. Es wurde eingewendet, dass es gar nicht darum ginge, Schwarze Schwäne (im Vorhinein) zu identifizieren. Vielmehr müsse der Blick weg von möglichen Störereignissen auf die möglicherweise betroffenen Systeme gerichtet werden. Sie gilt es durch eine vorsorgeorientierte Gestaltung auf das Unbekannte, auf Überraschungen, auf Schwarze Schwäne eben, vorzubereiten. Das Dilemma, dass Schwarze Schwäne als Störereignisse nicht operationalisierbar sind, da sie durch die Untersuchung an Ungewissheit verlieren würden steckte bereits in der Vergabe des Auftrages und erforderte eine Ausweitung des Konzeptes des "Schwarzen Schwanes". Folglich wurden in der Studie nicht nur schwarze Schwäne berücksichtigt, sondern auch Technologien wie Speicher, CCS, nicht-fossile Technologien (als sogenannte „pink swans“), da solche Innovationen die Energiewende sehr stark verändern und zu nicht unerheblichen gestrandeten Investitionen führen können. Dies ist auch der Grund weshalb enorm günstige Speichertechnologien oder Kernfusion als Risiko genannt werden. Ihre Einbindung führt dazu, dass ein völlig anderes Energiesystem aufgebaut wird als ursprünglich geplant und könnte in diesem Übergang zu einer Destabilisierung auf gesellschaftlicher Ebene führen. Wobei in Frage gestellt wurde, ob Richtungsänderungen aufgrund von disruptiven Ereignissen nicht als Risiko, sondern auch als Chance betrachtet werden sollten. Die Bewertung der schwarzen Schwäne sei oft (auch im Vortrag) negativ, aber bspw. gehören Kosten (für Klimaschutz) immer zu einem Transitionsprozess dazu. Es wurde

auch in Frage gestellt ob sehr günstige fossile Energie tatsächlich ein Risiko für die Energiewende darstelle, insb. da eine Dekarbonisierung erwünscht sei?

Die Diskussion zeigte, dass es bisher keine einheitliche Definition für schwarze Schwäne gibt. Hierzu wurden zwei mögliche Definitionen vorgeschlagen: 1.) ein unterschätztes „unknown“ oder 2.) Klassifizierung nach der Sicherheit, mit der die statistische Verteilungskurve eines Risikos beschrieben werden könne.

Der Begriff Schwarze Schwäne wird an der Uni Bremen genutzt, um für einen Umbau der Versorgungssysteme in Richtung auf Resilienz zu motivieren. Es stellt sich nun die Frage, wie und insb. von wem Resilienz stärker in die Ziele und Strategien integriert werden kann: Wer hat eigentlich Interesse an der Sicherheit von Versorgungssystemen z. B. gegenüber kriminellen Angriffen? Ist der Staat als regelsetzende Institution gefragt? Dafür spricht auch, dass Resilienz sich auf dem Markt nicht adäquat durchsetzen kann, weil sie im Spannungsverhältnis zu Effizienz und dadurch sich kurzfristig negativ zur Wirtschaftlichkeit verhält.

Dr. Nele Friedrichsen, Fraunhofer ISI Karlsruhe: Transitionspfade im deutschen Stromsystem: Entwicklungen in Netz, Erzeugung und Nachfrage – Interaktionen zwischen Nischen und Regimen

Frau Friedrichsen ging in ihrer Präsentation auf die Teilergebnisse des EU-Projektes Pathways ein. Der Klimawandel erfordert eine Transformation der Sektoren Strom, Wärme und Transport, in der Untersuchung standen vor allem die Interaktionen zwischen den jeweils als Sub-Systeme bzw. Regime betrachteten Bereichen des Elektrizitätssystems - Erzeugung, Nachfrage und Netz als Bindeglied - im Vordergrund sowie die Analyse von Innovationen und deren Auswirkungen auf die Regime. Für die Nischen- und Regimeanalyse wurde mit dem Multi-Level-Ansatz nach Geels gearbeitet. Nischenentwicklungen oder Landschaftsveränderungen können einen destabilisierenden Druck auf das bestehende Regime ausüben und das Regime kann sich verändern, wenn Probleme und Bedarfe durch die Innovationen aus der Nische besser adressiert werden können. So ist durch die Anti-Atombewegung und den Klimawandel ein hoher Änderungsdruck auf das Erzeugungsregime entstanden, der einen breiten Systemwandel ausgelöst und die Nischeninnovationen Windkraft und Photovoltaik zu neuen Sub-Regimen etabliert hat. Durch die Etablierung neuer Akteure hat der Einfluss der großen vier Versorger deutlich nachgelassen. Das starke Wachstum erneuerbarer Energien kann als Erfolg bewertet werden, es entstehen aber auch neue Probleme wie Akzeptanzaspekte und die Diskussionen um Kosten- und Verteilungseffekte. Zudem wird durch die Veränderungen im Erzeugungsregime ein Anpassungsdruck auf das Stromnetz ausgelöst, mit der Folge eines steigenden Investitionsbedarfs für die Einhaltung der Qualitätsanforderungen. Obwohl der Netzaus- und umbau begonnen hat, wird aufgrund einer eher konservativen Regulierung und von Akzeptanzproblemen bezüglich des Netzausbaus das Netzregime mit einem moderaten Lock-in bewertet. Auf Seite der Nachfrage haben sich in der jüngeren Vergangenheit nur inkrementelle Änderungen ergeben. Es handelt sich um ein stabiles Regime. Zukünftig wird es aber gerade hier auf radikale Änderungen ankommen, insbesondere bezüglich nachfrageseitiger Flexibilität und vor allem einer insgesamt verminderten Nachfrage nach Energie (bei gleichzeitiger Verschiebung zwischen den Sektoren, insb. einer zunehmenden Elektrizitätsnachfrage durch die Elektrifizierung von Wärme und Mobilität). Aufgrund bisher eher geringer Entwicklungen mit Blick auf höhere Effizienz und Nachfragereduktion wird diesem Regime ein relativ starker Lock-in zugeordnet.

Auf alle drei Regime wirkt ein Änderungsdruck durch den Klimawandel. Die stärksten Effekte zeigen sich schon jetzt im Erzeugungsregime durch gewachsene Nischentechnologien zur Stromerzeugung und das sich bereits wandelnde Regime. Dadurch entstehen Folgeeffekte im Netzregime und perspektivisch auch im Nachfrageregime. Nischeninnovationen wie Smart-Meter könnten die Energiewende unterstützen, indem eine intelligente Netzsteuerung und flexibilisierte Nachfrage zur Lösung des aus dem Erzeugungsregime kommenden Anpassungsdrucks beitragen.

Diskussion

Das Nachfrageregime wurde als stabiles Regime dargestellt. Es wird hier aber mit zunehmender Elektrifizierung des Verkehrs zu einem massiven Anstieg der Stromnachfrage kommen. Es wurde argumentiert, dass das Schildkrötenmodell äußerst hilfreich wäre, um Gelerntes aufzuzeigen und für die Zukunft zu dokumentieren. So könnte für den Lernprozess festgehalten werden, welche Einflussfaktoren es gab und zu welcher Veränderung diese geführt haben (z.B. der politische Wille war für die Energiewende sehr wichtig und die großen vier Energieversorger hatten kein Interesse am Wandel und hätten die Transformation verhindert). Auch eine Kombination des Schildkrötenmodells (mit Push- und Pullfaktoren) mit einem Multi-Level-Ansatz könnte sehr nutzbringend sein, da auf der Basis dieser beider Modellen ein komplexes Handlungssystem entworfen werden könne, welches z.B. für Akteure wie Stadtwerke sehr hilfreich sei. Weiter wurde diskutiert, ob Smart-Meter tatsächlich ein Nischenprodukt seien, oder ob diese schon in den Massenmarkt etabliert wurden, da sie durch Gesetze in den Markt „katapultiert“ wurden. Die Analyse des Projektes endete im Sommer 2015 und beinhaltete daher diese neueren Gesetze nicht. Es könne jedoch festgehalten werden, dass Smart-Meter das Potential hätten, die Regime zu verändern.

Dr. Christoph Riegel, Bundesnetzagentur Bonn: Resiliente Energiesysteme - Durch den Ausbau der Übertragungsnetze?

Die Planung und der Ausbau des Stromnetzes sind wesentliche Bereiche der Infrastrukturplanung. Herr Riegel vermittelt einen kurzen Überblick über die Verfahrensschritte und die dabei verwendeten Begriffe ‚Raumwiderstände‘ und ‚kritische Infrastruktur‘. Im Zentrum des Vortrages von Herrn Riegel stand die Frage, wie kritische Bereiche innerhalb großer Infrastruktursysteme identifiziert (verortet) werden könnten. Unter einer kritischen Infrastruktur wird dabei (nach der Definition des Bundesministeriums des Innern, BMI) eine Organisation oder eine Einrichtung mit großer Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen verstanden, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung a) nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, b) erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder c) andere dramatische Folgen eintreten würden. Die Kritikalität hängt dabei (nach BMI) von den Konsequenzen für die Versorgungssicherheit der Bevölkerung ab. Die zunehmende Vernetzung zwischen und Abhängigkeit von technischen Systemen erhöht die Bedeutung des Themas Kritikalität in (zwischen) Infrastrukturen.

Das Ausfallrisiko wird durch den Grad der Gefährdung, die Anfälligkeit, das jeweilige Bewältigungspotenzial und die Kritikalität bestimmt. Herr Riegel erläuterte am Beispiel eines ausgewählten Gebietes, in dem sich mehrere Infrastrukturen überlagern (Proximitätswerte zwischen Hochspannungsleitung, Bahnlinie, Autobahn und Bundesstraße), die Bestimmung der funktionalen und der räumlichen Kritikalität dieser Strukturen. Ziel der Analyse ist es, in der Regionalplanung durch eine vorsorgeorientierte Gestaltung der Infrastrukturen ein erhöhtes Maß von Resilienz zu erreichen (Resilienzkultur). Resilienz wird von Herrn Riegel dabei umgangssprachlich verkürzt als die Fähigkeit, „wieder auf die Beine zu kommen“ verstanden und in die Bereiche a) Widerstandsfähigkeit, b) Bewältigungskapazität sowie c) Kreativität differenziert.

In dem von Herrn Riegel (in Anlehnung an Boone und Hart, 2013) vorgestellten „Resilienzwürfel“ spielen auf der strategischen Ebene auch Leitbilder bzw. Leitorientierungen eine Rolle. Daran anknüpfend präsentierte er ein „Schildkrötenmodell zum Netzausbau“ mit den aus seiner Sicht wichtigen Einflussfaktoren. Wobei im „Vision Pull“ beispielhaft „die Energiewende“, „der Atomausstieg“ und „die Decarbonisierung“ dargestellt sind und im Skandalisierungspush „Monstermasten“ und „dreieckiger Braunkohlstrom“.

Diskussion:

Fehlende Akzeptanz ist ein Problem. Akzeptanz kann man aber nicht herstellen, sie ist gewissermaßen emergent. Volle Transparenz über Risiken, Nachteile und Verlierer ist dabei

notwendig, aber ggf. nur begrenzt hilfreich. Daher sind die frühzeitige Information sowie die Beteiligung der BürgerInnen wichtig, auch politische Akteure (z.B. Landräte) müssen rechtzeitig informiert und einbezogen werden. Ihre Einflüsse auf die Planungen könne die Akzeptanz erhöhen. Akzeptanz könne man nicht ‚herstellen‘ oder ‚beschaffen‘. Eine höhere Technikakzeptanz kann nur generiert werden, wenn von Beginn der Innovation an die Politik und andere Akteure offen Verlierer, Nachteile und auch Risiken thematisierten. Außerdem sollte deutlich gemacht werden, dass der Wille der BürgerInnen in der Umsetzung entscheidend sei. Es sei die richtige Vorgehensweise, wenn die Vorhabenträger, z.B. die Übertragungsnetzbetreiber, durch externe Gutachter unterstützt werden und über Öffentlichkeitsbeteiligung in der Phase der Antragserarbeitung mit allen Trägern öffentlicher Belange, z.B. Kommunen, aktiv kommunizieren um frühzeitig Hinweise in die Planung aufzunehmen und Bürger einzubinden.

Bezüglich der Netzplanung stellen sich auch Fragen nach zellulären Strukturen mit Blick auf Resilienz und ihre Umsetzbarkeit. Der Netzplan werde aber in Zyklen erstellt und überarbeitet, sodass es eine gewisse Zeit dauere, bis bestimmte Aspekte eingearbeitet werden könnten. Es werden allerdings auch heute schon weitere Aspekte in die Szenarioentwicklung mit einbezogen. Eine zellulare Struktur müsse dabei von Anfang an berücksichtigt werden (z.B. bereits im Schritt 1, dem Szenariorahmen). Da aber momentan hauptsächlich die Übertragungsnetzbetreiber für dessen Erstellung zuständig seien, fehle dieser Input noch. Entscheidend sei aber auch das Erreichen eines hinreichenden Konkretisierungsgrads. Der Prozess sei durch ein hohes Maß an Trägheit gekennzeichnet und sollte durch neue Ideen angetrieben werden.

Dr. Karsten Burges, Ecofys Germany, Berlin: Wie regionale Zellen zur Resilienz des Energiesystems beitragen

Herr Burges schickte voraus, dass seiner Einschätzung nach Zellen nichts am Bedarf der Übertragungskapazität ändern würden. Auch gehe es nicht vornehmlich um die Schwarzstartfähigkeit (die auf der Basis von mehrheitlich Windkraft wesentlich schwieriger wird), sondern um die Vermeidung des Black-Out‘ (‚unbemerktes Durchfahren der Störung‘). Er fokussierte in seinem Vortrag auf technische Aspekte von Zellen im elektrischen Energiesystem. Er wies darauf hin, dass der Begriff der regionalen Zelle bisher unscharf und eher subjektiv verwendet werde. Als Motivation für den Ansatz spielt die höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber Großstörungen durch die mögliche Inselnetzbildung eine wichtige Rolle. Er verweist darauf, dass mit neuen potenziellen Bedrohungen von immenser Wucht zu rechnen und andererseits die Abhängigkeit von der Energieversorgung ins Extreme gesteigert werde. Er plädiert dafür nicht vorrangig geographische sondern funktionale Zellen zu bilden und zu betrachten, die im Falle einer Störung sich nicht unbedingt auf die volle Funktionsfähigkeit des Systems konzentrieren, sondern darauf, Kritische Infrastrukturen (KRITIS) gezielt und koordiniert aufrechtzuerhalten. Wenn Vollautarkie angestrebt würde, müsste man mit fünffach so hohen Stromkosten rechnen. Aus regulatorischer Sicht, gab es von Seiten der Netzbetreiber seit vielen Jahren starke Widerstände gegen eine Inselnetzbildung von Regionen, auch beispielsweise gegenüber Werksnetzen. Ebenso fordern die aktuellen Anschlussregeln für Erzeugungsanlagen eine Systemstützung bis zur Leistungsgrenze. Grundsätzliche Herausforderungen sind die Zustandserfassung der Netze, eine dynamische Ziehung der Systemgrenzen in Abhängigkeit von den Systemzuständen, die notwendige Geschwindigkeiten der Handlungen und eine gleitende Resynchronisation. Der Zustand aus dem heraus eine Zelle gebildet werden soll (Unterdeckung/Überspeisung) ist prinzipiell nicht vorhersehbar. Möchte man einen Übergang auch bei ungleichem Leistungsfluss ermöglichen, so muss die Trennung in Sekundenbruchteilen erfolgen, am besten innerhalb weniger Schwingungsperioden. Hohe Transienten, Lastabwürfe und die Trennung von Erzeugungsanlagen sind hierfür notwendig und müssen koordiniert werden. Dadurch entsteht gerade in vermeintlich resilienten Zellen eine sehr starke IT Abhängigkeit, mit der Folge, dass wieder neue Verletzlichkeiten geschaffen werden. Die Folgen der Abkopplung von Zellen für das Gesamtsystem sind grundsätzlich kaum vorhersagbar, wenn diese nicht in einem Moment

des Leistungsgleichgewichtes geschieht, was in den seltensten Fällen der Fall sein wird. Demzufolge vertrat Herr Burges die These, dass zusätzliche Steuerung und Regelmechanismen auf regionaler Zellebene die Komplexität des Gesamtsystems eher erhöhen als erniedrigen würden. Abschließend wurden eine Reihe offener Fragen aufgezählt, die Betrieb, Kontrolle, IT-Abhängigkeit sowie Komplexität einer unbemerkten Inselnetzbildung adressierten.

Herr Burges fasste seine Erkenntnisse in einer Schluss-These zusammen. Funktionale Zellen würden eher die Resilienz erhöhen als regionale Zellen. Neben der Resilienz sollte das Augenmerk auch auf die Schwarzstartfähigkeit von funktionalen Zellen gerichtet werden.

Diskussion:

In der Diskussion kam die Frage auf, wer für die Steuerung funktionaler Zelle in Frage käme. Naturgemäß läge die Verantwortung bei den Netzbetreibern, da diese über die Daten verfügen und letztendlich die entscheidenden Akteure seien. Außerdem gäbe es bereits Konzepte zu abschaltbaren Lasten. Es wurde angemerkt, dass es hinsichtlich dieses Themas entscheidend sei, welche Akteure Marktmacht besäßen und wer Preise festlegen könne. In der Regel würden Monopolisten sehr konservativ agieren und sich ausschließlich nach abgesteckten Regularien richten. Das könnte innovatives Handeln behindern. Außerdem sei unklar, wer letztendlich die Mehrkosten tragen solle.

Die Thesen von Herrn Burges widersprachen der im Projekt Resystra gehegten Hoffnung auf Komplexitätsreduktion durch einen Übergang zu zellularen Systemen. Es stellt sich somit die Frage ob diese Hoffnung nun als unrealistisch verworfen werden müsse? Das alte Energiesystem in Europa war vor allem durch Simplizität gekennzeichnet, für die kaum Computertechnologie notwendig war. Als Steuersignal diente die Frequenz als globale Größe. Herausfordernd sei nun, dass Einspeiser auf Basis erneuerbarer Energiequellen, die über Wechselrichter einspeisen, selbst keine Frequenz besitzen. Im Übrigen sei natürlich die Komplexität eine Herausforderung, sie wird aber nicht als unbeherrschbar angesehen.

Weiter wurde die Rolle von Inselnetzen als Geschäftsfeld diskutiert. Hierzu wurden bereits Pilotprojekte durchgeführt, auch zu automatisierten Arealnetzen. Dieser Ansatz reduziere die Komplexität über Automatisierung und würde sich deshalb mit hoher Wahrscheinlichkeit durchsetzen. Für eine Bewertung sei jedoch genaueres Datenmaterial zu Lastflüssen etc. notwendig. Außerdem gebe es bereits Akteure, die solche Inselnetze umsetzen würden. In diesem Kontext würden funktionale Zellen betrachtet, da Erzeugung und Verbrauch aufeinander abgestimmt sein müssten, um einen hohen Selbstversorgungsgrad zu erreichen.

Anschließend wurde besprochen, wie eine Priorisierung möglich sei, der zufolge nur die kritischen Infrastrukturen bei einer Abschaltung mit Strom versorgt werden. Abschaltungen seien sehr selten. Gemäß einem 5-Stufen Plan werde im Notfall ohne Regulierung oder Beteiligungsmöglichkeit geschaltet. Es werde bspw. über eine Abschaltung bestimmter Straßenzüge oder den Mittelspannungsring reguliert. Dort gebe es aber immer eine Mischung aus Lasten, sodass dies nicht zielführend wäre. Eine Option wäre, alle kritischen Infrastrukturen mit einem eigenen Netz auszustatten. Das wäre allerdings teuer. Eine zweite Möglichkeit wäre Kriterien zu schaffen, nach denen bestimmte Verbraucher abgeschaltet werden und hierfür Schalter einzurichten. Der zweite Ansatz sei eleganter als der erste, könne aber gut umgangen werden. Drittens wäre es denkbar, einen niedrigeren Stromtarif anzubieten, bei dem ein Abwurf erlaubt sei. Die einzelnen Haushalte könnten sich selber über Heimspeicher absichern. Allerdings sei dieser Mischansatz unattraktiv, da die Lasten Kosten-Nutzen-Verhältnisse ungleich verteilt wären. Es wurde vorgeschlagen, dass bei der Einführung von Smart-Grids die Verträge derart gestaltet werden könnten, dass bestimmte Abschaltungsprozesse bereits festgelegt werden. Die Abschaltung, die derzeit bei der Steuerung von unterbrechbaren Verbrauchern stattfindet, auch im Rahmen von DSM, unterscheidet sich aber von der Abschaltung im Störfall, die nicht wünschenswert sei.

Prof. Dr. Armin Grunwald, Karlsruher Institut für Technologie und ITAS: Sozio-technische Resilienz: Gedanken aus ENERGY-TRANS

In seinem Vortrag stellte Herr Grunwald zunächst zusammenfassend die Kompetenzen und Denkweisen von ENERGY-TRANS vor, um aus dieser Perspektive auf die Thematik von RESYSTRA zu schauen. Im ersten Punkt des Vortrages ging es um die Wahrnehmung der Energiewende. Die große Euphorie mit Visionen wie „unbegrenzte Energieversorgung durch Erneuerbare“ sei inzwischen verflogen. Die Skandalisierung ist in vollem Gang (Energiearmut, Vogelhäcksler). Auch das BMWi schlägt inzwischen aufgrund zunehmender Debatten um Strompreise, Hochspannungsleitungen und Gerechtigkeitsfragen nur noch leisere Töne zum Thema Energiewende an. Es sei nicht zuletzt im Zuge der Thematisierung von Folgelasten allseits eine Ernüchterung eingetreten, auch wenn bisher noch nicht von einer „Wendestimmung“ weg von der Energiewende gesprochen werden könne.

Aus traditioneller Sicht bestehe das Energiesystem aus zwei Seiten: Den Ingenieuren hinter der Steckdose, die sich um das System kümmern und den Bürgern, die sich vor der Steckdose befinden und vom eigentlichen System nichts bemerken solange nichts „stört“. Die Steckdose und das Bankkonto sind die Schnittstellen zwischen diesen zwei Welten. In der Realität ist die Energieinfrastruktur weit mehr als ein rein technisches System, sie wird vielmehr an gesellschaftliche Prozesse und Lebensstile angepasst und umgekehrt, so dass eine technische und gesellschaftliche Symbiose entsteht. Somit handelt es sich bei der Energiewende nicht einfach um eine technische Transformation. Sozio-technische Wechselwirkungen müssen ebenfalls mit transformiert und nicht intendierte Folgen wie Gerechtigkeitsprobleme mit verarbeitet werden. Es geht um einen Umbau ‚auf hoher See und im laufenden Betrieb‘.

Für ein resilientes Energiesystem sind aus sozio-technischer Sichtweise also Innovationen gefordert, die vor allem eine Effizienzsteigerung und Netzsteuerung ermöglichen und jeweils eigene Resilienzanforderungen besitzen. Gleichzeitig müssen Infrastrukturen transformiert bzw. teilweise neu errichten werden. Traditionelle Grenzen zwischen unterschiedlichen Infrastrukturen lösen sich auf, es entsteht stattdessen eine Mega-Infrastruktur mit komplexen Resilienzanforderungen. Soziale und ökonomische Verhältnisse müssen sich zudem ebenfalls anpassen, wobei die Frage aufkam, ob die gesellschaftliche „Trägheit“ Resilienz steigernd oder hinderlich sei. Ein Aspekt sozialer Resilienz ist die Verteilungsgerechtigkeit von ‚Kosten‘ (nicht nur geldökonomisch). Als Ganzes betrachtet existiert die Frage, welche Risiken die Gesellschaft bereit ist zu tragen. Wie weit reicht die Bereitschaft für die Stabilität des Gesamtsystems Abstriche am eigenen Interesse zu akzeptieren. Bezüglich Standortfragen sind somit beispielsweise Individualinteressen und Gemeinwohl gegeneinander abzuwägen. Entsprechend sind im Energiesystem nicht nur die Ingenieure hinter der Steckdose, sondern auch die Nutzer vor der Steckdose für Resilienz mit verantwortlich.

Eine Flexibilisierung der Nachfrage erscheint technisch zur Steigerung der Resilienz sinnvoll. Demand Side Management wird bisher jedoch zu technisch gedacht, da die individuelle Nachfrage sich nicht managen lässt wie eine technische Anlage. Es geht eher darum, wie es um die Solidarität zur Resilienzsteigerung steht. Eine Vorbereitung auf unterschiedliche Qualitätsniveaus der Systemleistungen ist somit notwendig. Eine subsidiäre Steuerung könnte für mehr Solidarität sorgen, da sich eine andere Verantwortungsverteilung ergeben würde.

Diskussion:

Es wurde angemerkt, dass das Thema der Versorgungssicherheit in einem neuen Rahmen diskutiert werden muss. Versorgungssicherheit sollte nicht mehr als unantastbares Gut betrachtet werden. Die Frage sei vielmehr, wer dazu bereit ist, für einen etwaigen Black Out zu bezahlen oder zurückzustecken. Diese Grundsatzdiskussion würde sich noch lange nicht auf dem Weg zu einer Lösung befinden. In dieser Debatte seien die Industrie, Experten und Verbände involviert, während die Verbraucher bisher außen vor blieben. Der soziale Aspekt werde vor allem im Zusammenhang mit der Subsidiarität sichtbar. Hier stelle sich die Frage, wem Verantwortung beigemessen wird, und ob dies nicht der Schlüssel zur Etablierung eines resilienten Systems sei, denn dies würde zu mehr Information und Eigenverantwortung führen.

Als ein Problem wurde benannt, dass es sich im Laufe der Zeit ein „Leben on demand“ als Status Quo etabliert habe, weswegen z.B. auch die Idee des Notfallversorgungskonzeptes des Innenministers keinen Anklang bei der Bevölkerung mehr finde. Diesbezüglich entscheidend sei die Festlegung der Systemgrenze. Es werden transparente, simple Angebote benötigt, wie z.B. ein Preisnachlass für die Inkaufnahme von Stromausfällen. Ein ähnliches Prinzip funktioniere z.B. bei Billig-Flugairlines, da auch dort die Verbraucher bereit seien, für einen geminderten Preis auch geminderten Komfort etc. in Kauf zu nehmen. Die Komponente der Nutzer sei implizit in der in Resystra verwendeten Definition von Resilienz integriert, da es hier um die Aufrechterhaltung der Systemleistungen geht und von den Nutzern festgelegt würde, wie die direkten und indirekten Qualitätskriterien definiert seien. Weiter wurde argumentiert, dass diesbezüglich immer die Selbstbestimmungsfähigkeit als Motivation berücksichtigt werden sollte, da die Option auf ein hohes Maß an Selbstbestimmung auch die allgemeine Akzeptanz der Innovation steigern würde. Hier können auch im Rahmen der Suffizienzdebatte weitergedacht werden, denn es wäre nützlich, weniger von „Verzicht“ zu sprechen als vielmehr von einem „richtigen Maß“ bzw. von ‚wieviel ist genug?‘ Bisherige Untersuchungen zeigten jedoch, dass Akteure sehr heterogen seien. Auch unter den Verbrauchern gäbe es Leitakteure, z. B. Early-Adopters, die als Vorbilder und Trendsetter für andere Verbraucher wirkten.

Des Weiteren wurde betont, dass Resilienz als Leitbild das 100%-EE-Leitbild um den Aspekt Widerstandskraft ergänzen könne.

3 Zusammenfassung der wichtigsten Workshopkenntnisse

Resilienz, Zellularität, Subsidiarität und Komplexität

- Resilienz als vierte Nachhaltigkeitsstrategie – neben Effizienz, Konsistenz und Suffizienz – stößt auf Zustimmung. Aufmerksamkeit verdienen aber die Spannungsmomente zwischen diesen vieren.
- Die Komplexität des Energiesystems wird im Zuge der Energiewende im Vergleich zum ‚alten hierarchischen System‘ in jedem Fall zunehmen. Nicht nur Zellen und deren subsidiäre Steuerung benötigten schließlich komplexitätssteigernde Regelmechanismen (Borges). Ob eine zelluläre Gestaltung diese Komplexität definitiv weiter erhöht oder vermindert, ist ggf. derzeit noch nicht absehbar. Auf jeden Fall kommt es darauf an, auf die Schwarzstartfähigkeit der Zellen zu achten. Auch der Hinweis auf die entstehende ‚Megainfrastruktur‘ ist beim Thema Komplexität zu berücksichtigen (Grunwald).
- Zellen sollten eher funktional als räumlich definiert werden. Dies würde einen Ansatzpunkt zur Bewältigung des Problems der Solidarität zwischen Zellen (z. B. zwischen Selbstversorgern und Großverbrauchern) bieten. Die optimale Größe von Zellen und das optimale Maß an Subsidiarität sind system- bzw. betrachtungsabhängig. D.h. eine generelle Aussage wird nicht möglich sein. Des Weiteren ist eine funktionelle zelluläre Struktur Skalen übergreifend (über mehrere Ebenen) zu betrachten.
- Ein interessanter Ansatz ist die Priorisierung der im Krisenfall aufrecht zu erhaltenden Systemleistungen sowie eine Verständigung über unterschiedliche Qualitäten der Versorgung.
- Offen blieb die Frage, ob die Kopplung (bzw. welche Form der Kopplung) zwischen den (leitungsgebundenen Systemen) Resilienz erhöhend oder Resilienz mindernd wirkt (nur energetische Kopplung oder auch Kuppelproduktion (bspw. Chemieindustrie bzw. Perspektive PtX und Chemie)).

Leitkonzept Resilienz und Gestaltungsleitbild Resilientes Energiesystem

- Resilienz wird auch in den Ingenieurwissenschaften noch höchst unterschiedlich verstanden. Dies führt zu nicht unerheblichen Verständigungsproblemen. Das Bremer Verständnis von Resilienz, mit seiner Unterscheidung zwischen dem Resilienten System einerseits und seinen Fähigkeiten und Systemleistungen andererseits, lässt sich mit dem jüngst weiter entwickelten Konzept des ‚Resilienz Engineering‘ von Hollnagel gut zusammen führen. Hollnagel: „A system is resilient if it can adjust its functioning prior to, during, or following events (changes, disturbances, and opportunities), and thereby sustain required operations under both expected and unexpected conditions“ Hollnagel 2016⁴. Auch er hebt mittlerweile nicht mehr auf Systemerhalt bzw. Erhalt der Systemfunktionalität ab, sondern unterscheidet zwischen dem Resilienten System und seinen ‚required operations‘. Auch das Leistungszentrum Nachhaltigkeit an der Universität Freiburg, an dem das Ernst-Mach-Institut Freiburg mit einem Projekt zur Messung von Resilienz beteiligt ist (vgl. den Vortrag von Herrn Stolz), arbeitet mit den Fähigkeiten Resilienter Systeme (Widerstands-, Anpassungs- und Lernfähigkeit). Wobei allerdings die Unterscheidung zwischen Resilientem System und dessen Systemleistungen nicht gleichermaßen ausgeprägt ist: „Unter Resilienz verstehen wir die Fähigkeit, durch widrige Ereignisse verursachte

⁴ Siehe: <http://erikhollnagel.com/ideas/resilience-engineering.html>

menschliche, finanzielle und sonstige Schäden zu verhindern oder zumindest zu minimieren und im Idealfall aus dem Ereignis gestärkt hervorzugehen“ (o. J.).⁵

- Vulnerabilität, Resilienz und Risiko sollten stärker differenziert werden.
- Es stellt sich die Frage wo genau eine Risikoanalyse gefragt ist und wo sich das Leitkonzept Resilienz als geeigneteren Zugang erweist?
- Die Verortung des Leitkonzepts Resilientes Energiesystem im energiepolitischen Zieldreieck/-viereck und die Einordnung von Resilienz in die drei Nachhaltigkeitsprinzipien (Effizienz, Suffizienz, Konsistenz) müssen weiter vertieft werden, ebenso das Verhältnis von Resilienz einerseits und Effizienz (Stoff- und Energieströme) und Wirtschaftlichkeit (Geldströme) andererseits.
- Das Spannungsverhältnis von Resilienz und Effizienz sowie Effizienz und Wirtschaftlichkeit bleibt eine große Herausforderung bei der Integration von Resilienz in die Ziele und Strategien der Energiewende.
- Auch angesichts der Tabuisierung von Versorgungssicherheit (wenn auch aus unterschiedlichen Gründen) durch Verfechter der Erneuerbarer Energien und durch die EVUs stellt sich die Frage, wie und insb. von wem Resilienz stärker in die Ziele und Strategien der Energiewende integriert werden kann. Dabei geht es auch darum zwischen lang- und kurzfristiger Effizienz zu unterscheiden sowie zwischen verschiedenen Graden der Versorgungssicherheit. Die langfristige Effizienz und die „erweiterte“ Versorgungssicherheit müssen genauer definiert oder zumindest beschrieben werden.
- Die Propagierung von Resilienz mit dem Hinweis auf mögliche Schwarze Schwäne, auf die nur ein Resilientes System vorbereitet sein kann, ist zwar richtig, greift aber mit Blick auf die Fähigkeiten Resilienter Systeme deutlich zu kurz (Kirchner). Es geht schließlich nicht nur um Widerstandsfähigkeit und Improvisationsfähigkeit, sondern auch um Adaptions- und Innovationsfähigkeit. Ein weiteres Problem liegt darin, dass das Konzept ‚Schwarzer Schwan‘ nicht hinreichend definiert ist, bzw. unpräzise verwendet wird. Als Schwarze Schwäne sollten nur diejenigen Ereignisse bezeichnet werden, die wirklich nicht vorhersehbar waren, also echte Überraschungen darstellten, wie z. B. die ozonzerstörende Wirkung von FCKWs oder das Auftreten von HIV/AIDS und BSE.
- Wer ist Adressat der Forderung nach Resilienz (Frage von Herrn Stolz)? Der Staat? Unternehmen eher nicht?
- Resilienz als Ziel in der Regional- bzw. Infrastrukturplanung (Vortrag von Herrn Riegel):
(i) Ausgewählte kritische Regionen (hot spots) – ein Ansatzpunkt! (ii) Akteure und Zuständigkeiten werden adressiert (Planung). (iii) Ebenso: Wo muss das Ziel Resilienz in die Netzplanung eingebaut werden? Antwort: Erster Schritt im Szenariorahmen. Können kritische Regionen und Kontexte (hot spots) als bevorzugte Testfelder für Resiliente Systeme dienen?

Gestaltungsleitbilder Resilientes Energiesystem in den Fallbeispielen

- Die vorfindbaren bereits verinnerlichten Leitorientierungen bieten nicht automatisch einfache Anknüpfungspunkte für das Leitkonzept Resiliente Systeme.
- Top-down- Leitorientierungsprozesse sind nur begrenzt erfolgreich, wenn es nicht gelingt, diese schon verinnerlichten Leitorientierungen mit dem Leitkonzept Resilientes Energiesystem im Konsens zu verbinden. Zudem müssen die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und die vorfindbaren Bedingungen vor Ort Anknüpfungspunkte und Maßnahmenoptionen ermöglichen. Nur dann wird das Leitkonzept auch zu einem ‚performativen Konzept‘ (Fichter).

⁵ Siehe: <http://www.leistungszentrum-nachhaltigkeit.de/themen/resilience-engineering/>

Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung von Systeminnovationen mit Hilfe von Leitorientierungen

Zu berücksichtigende Anmerkungen bezogen sich vor allem auf:

- Die Praxis und Reichweite von Leitorientierungsprozessen (Top-Down vs. Bottom Up sowie die Grenzen der Richtungssicherheit).
- Die Rolle von konkurrierenden Leitkonzepten und die Berücksichtigung von relevanten Konstellationen (auch Macht).
- Die Rolle von Akteuren und möglichen Adressaten, für welche Resilienz ein wichtiges Kriterium darstellen soll: Auf welcher Ebene und zu welchem Zeitpunkt? (Fokus u.a. Planung).
- Die Rolle der Rahmenbedingungen (auf die in den regionalen Fallstudien immer auch verwiesen wurde), die weiterreichende Schritte erst ermöglichen.
- Die auf die zu transformierenden Systeme bezogenen Wirksamkeitsfaktoren „Zeitgemäßheit“ (Gelegenheitsfenster) und „Problemlösungsorientierung“ sind besonders interpretationsfähig und stark abhängig von der Wahrnehmung von Systemzuständen durch die jeweiligen Adressaten und Adressanten.
- Eine Generalisierung in Form von Handlungsempfehlungen, d.h. auf welche Weise Leitorientierungsprozesse durchgeführt werden sollten, ist nur eingeschränkt möglich, solange nur drei Fallstudien untersucht wurden.
- Es muss stärker herausgestellt werden, dass in den Untersuchungen nicht darüber geurteilt wurde, ob die intendierte Richtung „richtig“ ist, sondern, ob mit den Leitkonzepten Resilienz bzw. Nachhaltigkeit Systeminnovationen richtungsgebend beeinflusst werden können. Außerdem lag der Fokus der Studien nicht auf der Frage, welches Begriffskonzept (Vision, mentales Modell, Leitorientierung, Utopie o.ä.) am besten zur Richtungsgebung eingesetzt werden kann. Es muss aber begründet werden, warum Leitbilder bzw. Leitorientierungen ausgewählt wurden.

Schildkrötenmodell der richtungsgebenden Einflussfaktoren

- Das weiterentwickelte Schildkrötenmodell im Projekt/Dissertation von Frau Brand stellt eine hilfreiche Strukturierung für mögliche Richtungsimpulse und eine Adaptation für Systeminnovationen dar. Das Schildkrötenmodell dient gleich mehreren Zwecken: Es ist 1. Analyseraster und dient 2. als Struktur zur Veranschaulichung der Ergebnisse der Innovationsforschung, es ist 3. Grundlage der agentenbasierten Modellierung (Strukturierung von Modellelementen und Beziehungen zwischen ihnen) sowie 4. Grundlage der Maßnahmenoptionen.
- Zur Gewichtung der Einflussfaktoren/Richtungsimpulse kann keine allgemeine Aussage gemacht werden. Sie ist nur bezogen auf den jeweils untersuchten Fall beurteilbar. Die untersuchten Fallstudien zeigten, dass Leitkonzepte eine wichtige Rolle spielen, aber nur im Zusammenspiel mit anderen Einflussfaktoren wirken.
- Es ist im Schildkrötenmodell stärker darauf hinzuweisen, dass auch inkompatible Einflussfaktoren (z.B. konkurrierende Leitkonzepte) existieren und wirken.
- Der Leitakteur leitet nicht nur im ideellen Sinne, sondern auch durch faktisches Handeln.
- Beim den richtungsgebenden Einflussfaktoren „Anreiz Pull“ und „Leitakteure“ sind weitaus mehr Richtungsimpulse zu berücksichtigen als nur Energiegenossenschaften, z.B. Start-Ups.
- Das Unternehmertum (Akteure wie Genossenschaften, NGOs, Bürger etc.) hat eine wichtige Rolle als Richtungsgeber.
- Es muss im Schildkrötenmodell stärker berücksichtigt werden, von welchem Akteur mit welchen Machtverhältnissen der Richtungsimpuls kommt, u.a. um die Frage zu beantworten, welche Wirkungsstärke einzelne Richtungsimpulse haben.
- Der Skandalisierungs-Push ist ein wichtiger, bisher nicht angemessen berücksichtigter richtungsgebender, bzw. destabilisierender Einflussfaktor.