

IEA Aktionsnetzwerk "Intelligente Energiesysteme" (ISGAN) Annex 7: Smart Grids Transitions

K. Kubeczko
M. Paier
B. Budde

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

14/2018

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

IEA Aktionsnetzwerk "Intelligente Energiesysteme" (ISGAN) Annex 7: Smart Grids Transitions

Dr. Klaus Kubeczko, Manfred Paier, Björn Budde
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Wien, Juli 2017

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

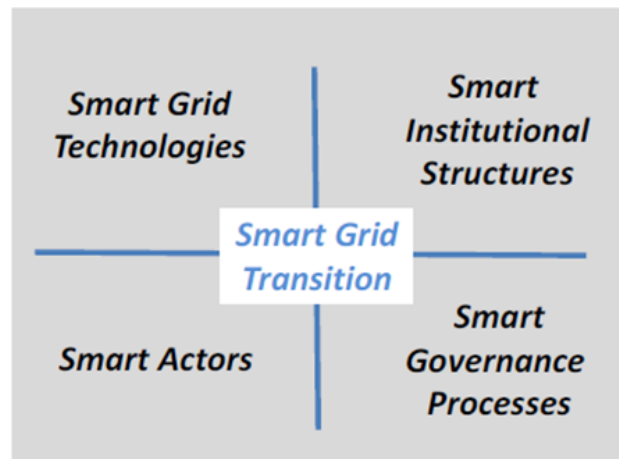
INHALT

1	Einleitung	9
2	Hintergrundinformation zum Projektinhalt	11
2.1	Ziele und Inhalte	11
2.2	Methodik, Daten und Vorgehensweise	14
3	Ergebnisse des Projektes	15
3.1	Policy Brief zu Nutzereinbindung.....	15
3.2	Agentenbasierte Modellierung	17
3.3	Entwicklung einer Strategic Research Agenda für Annex 7	19
3.4	Komponenten der systematischen Analyse von Smart Grid Transitions	21
3.5	Forschungs-, Technologie und Innovationspolitische Hemmnisse	23
3.6	Analysen von Smart Grid Diskursen.....	25
4	Detailangaben in Bezug auf die Forschungsk Kooperation Internationale Energieagentur (IEA).....	27
5	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	28
6	Ausblick und Empfehlungen.....	32
7	Literaturverzeichnis	34

KURZFASSUNG

Die *Technology Roadmap Smart Grids* der Internationalen Energieagentur (OECD/IEA 2011) stellte fest, dass die breite Einführung von Smart Grids eine weit über die technische Machbarkeit hinausgehende, tiefgreifende Transformation innerhalb des Energiesystems darstellt. Seit dem Pariser Klimagipfel 2015 (COP21) wird dies im Zusammenhang mit der Integration erneuerbarer Energieressourcen noch unterstrichen. Diese einschneidenden Veränderungen im Energiesystem ergeben sich durch die Koevolution von technologischer Entwicklung, institutionellem Wandel (z.B. Regulierung, sozialen Normen, Governance Prozessen, Marktmechanismen), veränderten sozialen Praktiken (z.B. Nutzerverhalten, lokaler Erzeugung) und kulturellen Werten (z.B. Lebensstilen, Sicherheitsbedürfnissen).

ISGAN Annex 7 unterscheidet daher vier Dimensionen der sozio-technischen Transition von etablierten elektrischen Verteilnetzen hin zu distribuierten Smart Grids: Technologien, Akteure, Institutionelle Strukturen und Governance Prozesse (siehe Abbildung).



Um eine solche Transition umsetzen zu können, bedarf es eines breit angelegten langfristigen Governance-Prozesses, in dem die Interessen und Strategien aller beteiligten (alten und neuen) Akteure und Stakeholder entsprechend berücksichtigt werden und das effektive Zusammenspiel zwischen der technologischen Infrastruktur und den institutionellen Strukturen, Spielregeln und Funktionen ermöglicht wird. Wichtige Voraussetzungen für die Governance eines solchen Veränderungsprozesses sind (a) das Verstehen der Komplexität einer sozio-technischen Transition und (b) eine gemeinsame Vorstellung über wünschenswerte Transitionspfade.

Innerhalb des IEA Implementing Agreements *International Smart Grid Action Network (ISGAN)* wurde Annex mit dem Titel *Smart Grid Transitions – On Institutional Change* mit initiiert, um (a) die institutionellen und gesellschaftlichen Barrieren der Einführung von Smart Grids aus sozioökonomischer Perspektiven zu analysieren und (b) eine Plattform für einen transdisziplinären Dialog zu schaffen. Der Annex wurde beim Meeting des *ISGAN Executive Committee* im März 2013 in Moskau formal beschlossen und wird innerhalb der ISGAN Implementing Agreements seit Anfang 2014 operativ als Annex 7 geführt.

Annex 7 hat zum Ziel, internationale Erfahrungen und interdisziplinäre Forschungsaktivitäten zu Smart Grid Transitions zu bündeln, aufzubereiten und für Policymaker nutzbar zu machen. Das Projekt umfasste die Koordination von Annex 7 als *Operating Agent*, die Dissemination der Ergebnisse auf nationaler Ebene, sowie die Durchführung von Aktivitäten im Rahmen des *Programme of Work (PoW)*. Zu den darin vereinbarten folgenden Tasks und Subtasks wurden Experteninputs geliefert:

- Task 1 – Transition Processes and Pathways,
- Task 2 – Smart Reflexive Governance und
- Task 3 – Smart Grid Transitions and Institutionalizations.

Diese Aktivitäten umfassten sozial-, geistes- und kulturwissenschaftliche Forschung zu institutionellen Rahmenbedingungen und Mechanismen der Transition, insbesondere zu Governance-Fragen, sowie die Entwicklung von Prozessen zur breiten Partizipation relevanter gesellschaftlicher Gruppen am Smart Grid Transitionsprozess.

Folgende Themen wurden dabei in der Periode von 2014-2017 behandelt:

- Barrieren und Maßnahmen zur aktiven Einbindung von Haushalten in Smart Grids Projekten in unterschiedlichen Entwicklungsphasen, Rolle der Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften für Smart Grid Transitions
- Rolle der Geistes- Sozial- und Kulturwissenschaften für Smart Grid Transitions,
- Weltweite Entwicklung der Diskurse zum Thema Smart Grids
- Entwicklung einer Strategischen Forschungsagenda zu Smart Grid Transitions
- Rolle der Agentenbasierten Modellierung zur Analyse von Transitionsprozessen und der Simulation von Adoptions- bzw. Diffusionsprozessen

Die Ergebnisse wurden in *Policy Briefs*, mehreren Stakeholder-Workshops und *Webinars* der Politik, der Energiewirtschaft und anderen Stakeholder-Gruppen zur Verfügung gestellt. Diese sind unter folgenden Links zugänglich:

[http://www.iea-iskan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1;](http://www.iea-iskan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1)

[https://cleanenergysolutions.org/training/smart-grid-research-innovation-needs,](https://cleanenergysolutions.org/training/smart-grid-research-innovation-needs)

[https://cleanenergysolutions.org/training/energy-innovation-consumers-customers-citizens.](https://cleanenergysolutions.org/training/energy-innovation-consumers-customers-citizens)

Unter Verwendung einer LinkedIn Diskussionsgruppe zu Smart Grid Transition (<https://www.linkedin.com/groups/7489503>) wurde ein Netzwerk von gegenwärtig mehr als 80 ExpertInnen und PraktikerInnen aufgebaut und betrieben, das auch für österreichische ExpertInnen, PraktikerInnen und ForscherInnen auf Anfrage offensteht.

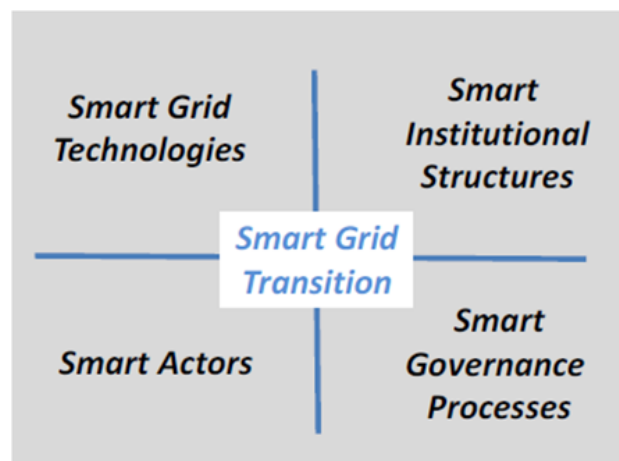
Im Laufe der ersten Periode von Annex 7 konnte festgestellt werden, dass seitens der Policymaker eine breite Palette an Fragen besteht, die nur durch transdisziplinäre geistes-, sozial- und kulturwissenschaftliche Forschung beantwortet werden können. Die Nachfrage übersteigt dabei bei weitem die Möglichkeiten eines einzelnen Annexes und die Ressourcen

für GSK-Forschung müssen dafür an jene für die technologische Entwicklung angeglichen werden. Die entsprechenden F&E-Kapazitäten und Infrastrukturen müssen ebenfalls nachhaltig ausgebaut werden. Um dies zu erreichen sollten Forschungsk Kooperationen und strategische Forschungsagenden international besser koordiniert werden.

ABSTRACT

As pointed out in the Technology Roadmap Smart Grids of the International Energy Agency (OECD/IEA 2011), Smart Grids will not be able to foster the low-carbon transition, when these new technical systems are not sufficiently embedded in adequate framework conditions. Since the Paris' climate conference in 2015 (COP21), the link between Smart Grids and the integration of renewable energy sources (RES) became evident in global policy-making. The fundamental change in the energy system take place in the co-evolution of technological developments, institutional change (e.g. regulation, social norms, governance processes market mechanism, ...), changes in social practice (e.g. behavioral change, end-user involvement) and changing cultural values (e.g. life style, safety and security need).

To capture the complexity of the transition process from established electrical distribution networks to distributed smart grids, ISGAN Annex 7 distinguishes four dimensions of the socio-technical transition: technologies, actors, institutional structures and governance processes (see figure below).



Achieving such a transition requires a broad-based, long-term governance process that takes into account the interests and policies of involved actors and stakeholders (old and new). It also requires the effective interaction between the technological infrastructure and the institutional structures, rules of the game and functions. Important prerequisites for the political and social organization and orchestration of such a change process are (a) the understanding of the complexity of a socio-technical transition and (b) a shared idea about desirable transition paths.

As part of the IEA Implementing Agreement *International Smart Grid Action Network* (ISGAN), a new Annex was initiated with the support of Austria to analyze issues of *Smart Grid Transitions – On Institutional Change*. It aims at identifying institutional and societal barriers in the adoption of Smart Grids from a socio-economic perspective and at setting up and maintaining a platform for transdisciplinary dialogue. In March 2013, Annex 7 was formally approved by the ISGAN Executive Committee in Moscow and became operational in 2014.

The goal of Annex 7 is to bund-up international expertise and research activities and to support policy-makers with respect to the energy system transition with Smart Grid. The project provided expert-inputs to the following tasks:

- Task 1 – Transition Processes and Pathways
- Task 2 – Smart Reflexive Governance
- Task 3 – Smart Grid Transitions and Institutionalizations

The activities included social sciences and humanities research related to institutional frameworks and mechanisms of transition. A focus lay on questions of good governance and the development of participatory processes to involve stakeholders and relevant societal group in Smart Grid Transition processes.

Between 2014 and 2017, the following topics were dealt with:

- Barriers and measures for active engagement of households in different implementation phases of smart grid deployment
- The role of research from social science and humanities in Smart Grid Transitions
- The development of worldwide discourses on Smart Grids
- Strategic Research Agenda development for Smart Grid Transitions
- Role of agent-based modelling for the analysis of transition processes and the diffusion of technology

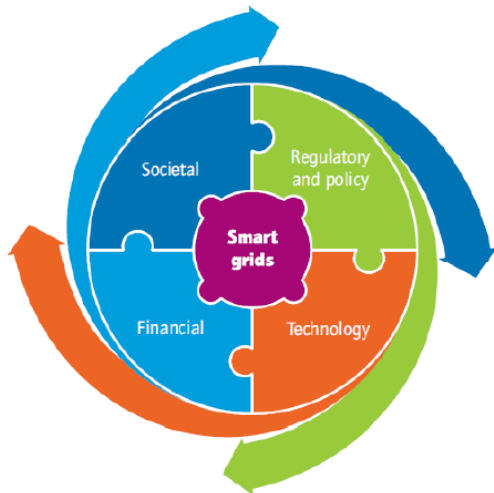
The Annex provided *policy briefs*, stakeholder workshops and *webinars* for policy-makers, industry and other stakeholder-groups in the energy sector. Results can be accessed using the following links: http://www.iea-iscan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1;
<https://cleanenergysolutions.org/training/smart-grid-research-innovation-needs>,
<https://cleanenergysolutions.org/training/energy-innovation-consumers-customers-citizens>.
A network of around 80 experts and practitioners in the field was established and maintained through activities in a LinkedIn discussion group on Smart Grid Transition (<https://www.linkedin.com/groups/7489503>), which is open to national experts, practitioners and researcher on request.

During the first period of Annex 7, it was found that policymakers have a wide range of questions that can only be answered through transdisciplinary research in social science and humanities (SSH). Demand far exceeds the possibilities of a single Annex, and the resources for SSH-research must be aligned with those for technological development. The corresponding R&D capacities and infrastructures must also be sustainably expanded. To achieve this, international research collaborations and strategic research agendas should be better coordinated.

1 Einleitung

Die IEA *Technology Roadmap Smart Grids* (OECD/IEA 2011) stellte fest, dass die breite Einführung von Smart Grids eine weit über die technische Machbarkeit hinausgehende, tiefgreifende Transformation innerhalb des Energiesystems darstellt. Seit dem Pariser Klimagipfel 2015 (COP21) wird dies im Zusammenhang mit der Integration erneuerbarer Energieressourcen noch unterstrichen. Diese tiefgreifenden Veränderungen im Energiesystem ergeben sich aus dem Zusammenspiel von technologischer Entwicklung, institutionellem Wandel (z.B. Regulierung, Marktmechanismen, sozialen Normen), veränderten sozialen Praktiken (z.B. Nutzerverhalten, lokaler Erzeugung), kulturellen und gesellschaftlichen Werten (z.B. Lebensstilen, Sicherheitsbedürfnissen) und den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln (siehe Abb.1).

Abbildung 1: Dimensionen der Umsetzung von Smart Grids



Source: IEA Smart Grid Roadmap 2011

Die ambitionierten energie- und klimapolitischen Ziele der letzten Jahre (z.B. bis zu 100% Umstellung auf erneuerbare Ressourcen) sind ohne tiefgreifende Transformation des Energiesystems nicht umsetzbar. Im Zentrum der Energiewende wird eine leistungsfähige und resiliente Strominfrastruktur stehen müssen, die den neuen Anforderungen wie beispielsweise substantieller dezentraler Energieeinspeisung, Einbindung von Speicherlösungen sowie Austausch mit anderen Energienetzen und E-Mobilität gerecht wird. Da die gegenwärtigen institutionellen Rahmenbedingungen, Akteursnetzwerke und sozialen Praktiken über ein ganzes Jahrhundert geprägt sind, verwundert es nicht, dass das institutionelle System noch nicht fit für das zukünftige Energiesystem ist. Um Stromnetze von einer zentralen Netzinfrastruktur in ein distribuiertes Stromnetz umzubauen, werden daher Transitionsprozesse in Gang gesetzt und orchestriert werden müssen, um den Übergang möglichst rasch und effektiv zu gestalten.

Zweifelsohne bedarf es eines breit angelegten langfristigen Prozesses, der die Interessen und Strategien aller beteiligten (alten und neuen) Akteure und Stakeholder entsprechend berücksichtigt bis die Transformation des Energiesystems abgeschlossen sein wird. Für die

politische und gesellschaftliche Gestaltung und die Orchestrierung eines solchen Prozesses sind gemeinsame Zielvorstellungen über wünschenswerte Transitionspfade eine wichtige Voraussetzung. Ebenso wichtig ist die Untermauerung der Entscheidungsgrundlagen durch evidenzbasierte strategische Intelligenz und Wissensbasis.

Im Forschungsfeld der *Transition Studies* beschäftigt man sich seit mehreren Jahren damit, sozio-technische Transitionsprozesse in unterschiedlichen Sektoren wie Energie, Verkehr, und Produktion zu verstehen und theoretische und empirische Grundlagen für *Transition Management* zu entwickeln. Die Forschung umfasst historische Analysen von Transitionsprozessen, forschungs-, technologie- und innovationspolitische Fragestellungen, sowie und einzelne Versuche der Systemmodellierung.

Hierauf basiert auch das Verständnis des Begriffs Transition im Kontext von Smart Grids und Energiewende in Annex 7. Zum Stand der Forschung sei auf die Literatur zu sozio-technischer Transition in den Transition Studies verwiesen (Geels and Schot, 2007; Geels, 2002, 2011; Geels and Kemp, 2007; Schot and Geels, 2008; Berkhout *et al.*, 2005).

Als theoretisches Fundament der Analyse des institutionellen Wandels und der sich daraus ergebenden Handlungsempfehlungen hat sich der vom Soziologen Jens Beckert (Beckert, 2010) am Max-Planck-Institut entwickelte Social Grid Ansatz zur Analyse von Marktdynamiken als nützlich herausgestellt.

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) führte das AIT ein Vorprojekt durch, das den internationalen Netzwerkaufbau für Annex 7 zum Ziel hatte. Ein Task Definition Workshop hat am 2./3. Juli 2013 in Wien stattgefunden, an dem Vertreter aus acht ISGAN-Ländern (neben Österreich aus Deutschland, Frankreich, Italien, Kanada, den Niederlanden, Schweden und den Vereinigten Staaten) teilgenommen haben. Das endgültige Arbeitsprogramm (*Programme of Work, PoW*) für den Annex wurde im September 2013 vorgelegt und beim *ExCo-Meeting* in Stavanger (Norwegen) präsentiert.

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt:

- **Kapitel 2** präsentiert Struktur und Inhalte von ISGAN im Allgemeinen und von Annex 7 im Speziellen. Dabei werden die Ziele des Vorhabens und die methodische Vorgehensweise im Projekt erläutert.
- **Kapitel 3** stellt die wesentlichen Ergebnisse vor und fasst die österreichischen Beiträge zu Annex 7 zusammen.
- **Kapitel 4** präsentiert einen weiteren zentralen Teil der Ergebnisse - die nationale und internationale Vernetzung sowie Verbreitungsaktivitäten.
- Schlussfolgerungen zum Projekt sind im **Kapitel 5** zu finden.
- Informationen zu weiterführenden ISGAN Annex 7 Berichten und Publikationen sind in **Kapitel 6** aufgelistet.

2 Hintergrundinformation zum Projektinhalt

ISGAN (*International Smart Grids Action Network*) ist ein IEA Implementing Agreement und wird im Rahmen des *IEA Framework for International Energy Technology Co-operation (Technology Collaboration Programme – TCP)* beratend aktiv. Es ist ein multilaterales, zurzeit 25 Mitglieder zählendes Netzwerk zur Förderung und Entwicklung des Einsatzes von Smart Grids. Das 2010 ins Leben gerufene Netzwerk soll bereits bestehende bzw. noch entstehende internationale Bemühungen zur Förderung des Einsatzes von Smart Grids ergänzen und koordinieren. Die inhaltlichen Kernbereiche von ISGAN sind die Entwicklung politischer Normen und Vorschriften, die Entwicklung von Finanzierungs- und Geschäftsmodellen, Technologie- und Systementwicklung, die Entwicklung und Koordination von Schulungs- und Ausbildungsmaßnahmen, sowie die Einbindung von Nutzern und Konsumenten.

ISGAN wird gemeinsam von der *Internationalen Energieagentur (IEA)* und dem *Clean Energy Ministerial (CEM)* getragen. Die ISGAN Mitglieder berichten periodisch über den Fortschritt und aktuelle Projekte an die IEA und auch an die Minister des CEM. Das CEM setzt sich aus Ministern von 23 Ländern zusammen und trifft sich einmal im Jahr. Bei diesem Treffen werden auch jeweils Key Messages aus IEA ISGAN einschließlich Annex 7 vorgestellt.

Von österreichischer Seite wurde die Entwicklung eines Annexes zum Thema *Smart Grid Transitions – On Institutional Change* innerhalb von ISGAN initiiert. Im Rahmen des Annexes sollen gemeinsam mit einem internationalen Netzwerk aus ExpertInnen und Policymakern Analysen des institutionellen Wandels durchgeführt werden sowie Foresight-Tools und Politikinstrumente entwickelt und validiert werden. Der Annex wurde beim Meeting des *ISGAN Executive Committee (ExCo)* im März 2013 in Moskau formal beschlossen und wird innerhalb des ISGAN Implementing Agreements als Annex 7 von bislang insgesamt acht Annexes geführt.

Seit dem offiziellen Start von Annex 7 hat sich Österreich, vertreten durch das AIT als Operating Agent, etabliert und seine Expertisen und Erfahrungen sowohl innerhalb der ISGAN Aktivitäten als auch in IEA Workshops eingebracht.

Teilnehmende Länder:

Formal sind neben Österreich Belgien, Dänemark, Frankreich, Niederlande, Schweden und Italien mit nationalen ExpertInnen vertreten. VertreterInnen aus Australien, Deutschland, Kanada und den USA sind de facto auch in die Aktivitäten des Annexes 7 eingebunden.

2.1 Ziele und Inhalte

Annex 7 hat es sich zur Aufgabe gemacht, institutionelle und Governance-bezogene Aspekte und Barrieren zu erforschen, um die Umsetzung von Smart Grids (vornehmlich auf der Ebene lokaler Stromnetze) langfristig voranzutreiben. Der Fokus liegt hierbei auf dem institutionellen Wandel, der mit der Einführung von Smart Grids zusammenhängt. Der Annex konzentriert sich

auf Rahmenbedingungen wie Regulierung und Richtlinien, aber auch Formen sozialer Organisation, die durch Kultur, Nutzungsgewohnheiten, sowie psychologische und sozio-ökonomische Aspekte der Energienutzung und der Investition in erneuerbare Energietechnologien gekennzeichnet sind. Auf diese Weise ist der Annex zu bestehenden Annexen innerhalb von ISGAN komplementär zu sehen, tritt aber auch in einen inter- und transdisziplinären Dialog mit diesen.

Drei konkrete Ziele haben sich dabei im Rahmen der ersten Jahre herauskristallisiert.

- a. Etablieren eines inter- und transdisziplinären Netzwerks von ForscherInnen und PraktikerInnen zum Thema Smart Grid Transitions
- b. Unterstützung der missionsorientierten FTI-Politik (Forschungs- Technologie- und Innovationspolitik) als Treiber der Smart Grid Transitions
- c. Aufbereitung und Vermittlung von Wissen für ISGAN als TCP der IEA und für das Clean Energy Ministerial (CEM)

Inhaltlich beschäftigt sich Annex 7 mit der Frage, inwieweit und unter welchen Rahmenbedingungen Smart Grids zu einer fundamentalen Systemtransition (Energiewende) beitragen können. Diese Systemtransformation ist durch den Übergang zu einem dezentral organisierten, weitest möglich auf erneuerbaren Energieträgern aufbauendes, Elektrizitätssystem gekennzeichnet. Als theoretischer Rahmen werden zwei Forschungslinien aus der aktuellen Innovationsforschung und Politikwissenschaft herangezogen:

- *Transition Studies* und *Transition Management*, basierend auf einer Mehr-Ebenen-Sicht auf das Gesamtsystem (Nische-Regime-Landschaft)
- *Reflexive Governance*, das sich im Wesentlichen mit Koordinationsmechanismen innerhalb und zwischen diesen Systemebenen und im institutionellen Gefüge beschäftigt

Der Annex zielt auf den **Aufbau und die Koordination eines Netzwerks** an ExpertInnen aus Wissenschaft, Regierungsstellen, Regulierungsbehörden, Netzbetreibern und anderen Stakeholdern im Elektrizitätssystem ab, die über Systemanforderungen und Schwerpunktsetzungen beim Investment, Forschungs- und Innovationsagenden (mit-) entscheiden können. Als *Standing Working Group* setzt sich Annex 7 zur Aufgabe, einschlägige geistes-, sozial- und wirtschaftswissenschaftliche Forschung zusammentragen, Vorschläge für die Orchestrierung und Governance von Transitionsprozessen entwickeln, Ergebnisse aus seinem Forschungsnetzwerk für die Politikebene aufzubereiten und diese Informationen und Expertisen der ISGAN Community zur Verfügung zu stellen.

Das **Arbeitsprogramm von Annex 7** umfasste in der ersten Version zwei Punkte (Tasks) und wurde im Laufe des Projektes mit den Partnern weiterentwickelt. Mit Ende des Projektes sind im *Programme of Work (PoW)* drei Tasks beschrieben.

Task 1: Transition Processes and Pathways

Dieser Task zielte zum einen darauf ab, empirische Befunde zu Barrieren und zum Forschungsbedarf zusammenzutragen, sowie von Transitionsprozessen in anderen Sektoren zu lernen bzw. für die Energietransition nutzbar zu machen. Zum anderen sollen alternative Transitionspfade zu einem erneuerbaren Energieregime aufgezeigt und im Hinblick auf ihren Beitrag zur Nachhaltigkeit bewertet werden.

Folgende Subtasks wurden definiert:

- *Subtask 1.1: Learn from past transitions to help explore future transitions and what might be enabling and fostering factors*
- *Subtask 1.2: Design and evaluate transition pathways towards alternative smart socio-technical energy systems and infrastructures*
- *Subtask 1.3: Understand and model the changing roles, influences and opportunities of large and small actors including civil society in the dynamics of transitions*

Task 2: Smart Reflexive Governance – Smart Grid Foresight – Governanceprozesse

Ziele dieses Tasks sind die Erarbeitung einer *Strategic Research Agenda*, sowie die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen und die Entwicklung eines Konzepts für einen Smart Grid Foresight-Prozess, der auf nationaler und sub-nationaler Ebene einsetzbar ist. Dieses Teilprojekt wird von AIT Center for Innovation Systems & Policy geleitet.

Folgende Subtask wurden definiert:

- *Subtask 2.1: Developing a design for a Smart Grid Foresight pilot*
- *Subtask 2.2: Developing a Strategic Research Agenda – Investigating the evidence base for a Smart Grid Foresight*
- *Subtask 2.3: Collection and analysis of information regarding policies towards socio-technical transitions*

Task 3: Smart Grid Transitions and Institutionalizations – Market Formations and Consumers

Ziel des Tasks ist der Wissensaufbau zu Smart Grid Transitionsprozessen im Ländervergleich mit Schwerpunkt auf Institutionalisierung von Märkten im Energiesystem, der Einbindung von Akteuren und der integrativen Berücksichtigung von Nutzern des Energienetzes als KonsumentInnen oder ProduzentInnen. Dieses Wissen wird insbesondere wichtig, wenn es um die Aktivierung von Flexibilitätspotentialen auf der Nutzerseite geht, wobei die Benefits sowohl für Nutzer und Netzbetrieb, als auch für energie- und klimapolitischen Anliegen der Integration Erneuerbarer Ressourcen vorhanden sein müssen. Bisher wurden dazu noch keine Subtasks definiert.

2.2 Methodik, Daten und Vorgehensweise

Methodisch wurden je nach Aufgabenstellung adäquate Ansätze und Vorgehensweisen gewählt:

Koordinations-, Disseminations- und Vernetzungsmaßnahmen

Zur Umsetzung der Koordinations-, Disseminations- und Vernetzungsmaßnahmen werden Methoden des Projektmanagements und Methoden der Kommunikation und Vernetzung der Organisationsentwicklung wie Workshops, Webinars, Kreativtechniken und Online-Meetings angewendet.

Im Laufe des Projektes stellte sich heraus, dass der globale Informationsaustausch und die Vernetzung mit den unterschiedlichen Zielgruppen zunehmend über soziale Medien bewerkstelligt werden kann. Daher wurde im webbasierten sozialen Netzwerk *LinkedIn* eine Diskussionsgruppe *Smart Grid Transition* für eine geschlossene Gruppe von ExpertInnen eingerichtet. Derzeit hat diese Gruppe mehr als 80 Mitglieder aus mehr als 15 Ländern. Darüber ist auch die Dissemination der Ergebnisse an die Zielgruppen in Österreich sowie der Wissensaustausch zwischen Österreich und den anderen Ländern möglich.

Die Vernetzung innerhalb der Scientific Community ist durch die Beteiligung des Operating Agent am *Joint Programme Economic, Environmental and Social Impacts of Energy Policies and Technologies (JP e3s)* der Europäischen Forschungsallianz EERA gewährleistet. Weiters organisierte Annex 7 Sessions in einer einschlägigen wissenschaftlichen Konferenz (*International Sustainability Transitions Conference 2016*) und auf Fachkonferenzen im Smart Grid Bereich (*Österreichische Smart Grids Week, EraNet Smart Grids Plus Knowledge Community*).

Sozialwissenschaftliche Forschung mit spezifischem Fokus auf Transition von sozio-technischen Systemen

Zur Anwendung kamen qualitative und quantitative Methoden der empirischen Forschung in den Sozial- und Geisteswissenschaften (Desk Research, Interviews, quantitative Modellierung). Zur Analyse und Simulation von Transitionspfaden wurde mit agentenbasierter Modellierung (ABM) gearbeitet. Zur Validierung wurden dabei Daten zur Diffusion von PV Anlagen in Österreich herangezogen.

Zur Diskursanalyse in sozialen Medien (Twitter, LinkedIn) wurden Tools (NodeXL, BibTechMon) zur bibliometrischen Analyse sozialer Netzwerke eingesetzt. Ähnliche Methoden und Tools werden auch im Bereich der Marktanalyse und des *Horizon Scannings* eingesetzt.

Design von Foresight-Prozessen zur Orchestrierung komplexer gesellschaftlicher Veränderungsprozesse

Im Rahmen des Projektes war es weder möglich einen vollständigen Foresight-Prozess durchzuführen noch ein Prozessdesign zu entwickeln, das in mehreren ISGAN Mitgliedsländern angewandt werden könnte. Es wurden allerdings durch Einbindung von

Expertise aus dem Foresight-Prozess der österreichischen *Strategischen Forschungsagenda – Intelligente Energienetze* die wesentlichen Grundlagen dafür geschaffen. Neben dem methodischen Werkzeugkasten zur Durchführung von Foresight-Prozessen (siehe *European Foresight Platform* <http://www.foresight-platform.eu/>) wurde das Stakeholderzentrierte Design nach dem groben Aufbauschema entwickelt, das von der IEA für Roadmapping-Prozesse vorgeschlagen wird¹.

3 Ergebnisse des Projektes

3.1 Policy Brief zu Nutzereinbindung

Der erste Annex 7 Policy Brief zur **Phasensensitiven Einbindung von Haushalten in Smart Grids** baut auf Ergebnissen eines gemeinsamen FP7 Projektes mehrerer Partner in Annex 7 auf und wurde in den globalen Kontext von ISGAN übertragen. Dieses Projekt (*Smart Consumer, Smart Customer, Smart Citizen, S3C*) untersuchte kritische Erfolgsfaktoren zur Einbindung von Endnutzern in Smart Grids. Da ISGAN den globalen Wissensaustausch fördert, wurden die Erkenntnisse zur Verbraucher-Einbindung durch diesen Policy Brief einer breiteren Gruppe von politischen EntscheidungsträgerInnen nähergebracht. Weiters wurden die Ergebnisse in zwei Webinars in Zusammenarbeit mit dem *Clean Energy Solutions Center* (<https://cleanenergysolutions.org/>) weltweit disseminiert.

Damit sich die global stattfindenden Investitionen in Advanced Metering Infrastructure (AMI) volkswirtschaftlich rechnen, wird ein umfassender Ansatz zur "aktiven Nachfrage" von Haushalten notwendig sein. Insbesondere wird in vielen Ländern das Flexibilitätspotential im Endenergieverbrauch (bspw. *Demand Response*) von Haushalten noch nicht ausgeschöpft. Auch werden mögliche Vorteile wie bessere Integration erneuerbarer Energiegewinnung und Senkung der Netzkosten bislang nicht realisiert.

Obwohl schon eine Reihe an punktuellen Interventionen in Smart Grid Projekten eingeleitet wurden, die auf die Aktivierung von Haushalten zielen, fehlt weiterhin eine konsistente und integrierte Vision und Konzepte, um folgende Frage zu beantworten. Wie lassen sich Anreize für ein verändertes Verhalten von Endnutzern schaffen? Aus einer energiepolitischen Perspektive ist es zuallererst wichtig, die Grundvoraussetzungen zu verstehen, die zu einer aktiven Nachfrage der Haushalte führen können. Nur so kann man diese durch gezielte politische Maßnahmen unterstützen. Aus einer forschungs- und innovationspolitischen Perspektive liegt der Schlüssel zum systemweiten Einsatz in sozialen Innovationen und der Einbindung der Endnutzer in den Innovationsprozess. Nur so können die Hindernisse überwunden und Smart Grid-Lösungen technologisch umgesetzt werden. Der Policy Brief versucht die Erfolgsfaktoren für aktive Einbindung von Haushalten in Smart Grids aufzuzeigen.

¹<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapAguidetodevelopme ntandimplementation.pdf>

Als wichtigste Erkenntnis – basierend auf Erfahrungen und bereits existierenden Programmen und Projekten – können zwei Phasen für die aktive Endnutzer-Einbindung unterschieden werden, nämlich eine Aktivierungsphase und eine Adoptionsphase. Für beide Phasen wurden unterschiedliche Erfolgsfaktoren identifiziert.

In der **Aktivierungsphase** zeichnet sich die erfolgreiche Einbindung von Endnutzern durch **vier Erfolgsfaktoren** aus:

- Endnutzer Verstehen
- Mehrwert für Endnutzer Schaffen
- Wissenstransfer und Bewusstseinsbildung von Endnutzern
- Engagement und Schaffen von Verantwortungsbewusstsein

In der **Adoptionsphase** sind **fünf Erfolgsfaktoren** der Schlüssel, um das neue Energieverhalten der Haushalte nach der anfänglichen Phase der Smart Grid-Projekte nachhaltig zu verankern:

- Effektives Feedback, Preisgestaltung & Kommunikation
- Vielzahl von Interventionsmethoden
- Vereinfachte Nutzung
- Sozialer Vergleich
- Reflexion & Weiterbildung

Enablers und Barrieren für Aktive Nachfrage: Der Policy Brief beschreibt auch in der Literatur identifizierte Faktoren, die Endnutzer bei der Entscheidung darin beeinflussen an Smart Grid-Programmen teilzunehmen bzw. sie fortzusetzen. Diese lassen sich in *Enablers* (Gründe für die Teilnahme) und Barrieren (Gründe gegen die Teilnahme) einteilen und werden im Policy Brief in den Kategorien *Komfort, Kontrolle, Umwelt, Finanzierung, Wissen & Information, Sicherheit* und *Sozialer Prozess* beschrieben.

Diese Erkenntnisse bieten eine wichtige Wissensbasis für die Gestaltung zukünftiger Projekte. Sie können auch dazu dienen die Qualität und Zielgenauigkeit zukünftiger Förderprogramme zu verbessern in dem sie in Ausschreibungen und Evaluierungsprozesse einfließen.

Der Policy Brief *Phase-sensitive Enabling of Household Engagement in Smart Grids* steht auf der ISGAN Website zum Download zur Verfügung². Die zwei am 10. Februar 2016

² http://www.iea-iskan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1&wr_id=30

abgehaltenen Webinars in Kooperation mit dem Clean Energy Solution Center sind unter folgendem Link abrufbar³.

3.2 Agentenbasierte Modellierung

In vielen Ländern ist die lokale Erzeugung von Strom durch erneuerbare Ressourcen einer der zentralen Treiber der Smart Grid Transitions. Die Diffusion entsprechender Technologien (insbesondere Photovoltaik und Windkraft) wirkt sich zunehmend auf den Betrieb und die Strukturen lokaler Stromnetze aus. Um die Planbarkeit der Netze im Rahmen distribuerter Einspeiser zu verbessern ist es nötig neue Prognosetools zu entwickeln. Aufgrund des Einflusses vieler Investoren scheint es vielversprechend Agentenbasierte Modellierung (ABM) als neues sozioökonomisches Simulationstool zu erproben, da es individuelles Verhalten vieler Akteure im Kontext ihrer sozialen und räumlichen Umwelt (Nachbarschaftseffekt und Raumstruktur) abbilden kann.

Empirische Analyse von Transitionsprozessen

Am AIT wurde eine räumlich-zeitliche Analyse der Verbreitung von Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) in Österreich (2008-13) durchgeführt, die in diesem Detaillierungsgrad für Österreich noch nicht vorhanden war (auf Gemeindeebene). Die Daten stammen aus der Förderdatenbank des Klima- und Energiefonds und der Statistik Austria, und beziehen sich auf die installierte Leistung, den Ort und die staatliche Förderung. Die gesamte installierte Leistung der PV-Anlagen hat sich in diesem Zeitraum insgesamt sehr dynamisch entwickelt (2008: 32,4 MWpeak; 2013: 626 MWpeak), jedoch regional bzw. lokal stark unterschiedlich. Das Augenmerk der vorliegenden Analyse lag auf den räumlichen Diffusionsmustern der Investitionen in PV-Anlagen (Entstehung räumlicher Cluster, räumliche Autokorrelation) und ihrer Abhängigkeit von sozioökonomischen Faktoren auf der Ebene österreichischer Gemeinden.

Die Ergebnisse zeigen, dass hohe PV-Durchdringung vorwiegend in benachbarten Gemeinden auftritt, ein Effekt, der über die Zeit zunimmt. Dies deutet auf einen starken Nachbarschaftseffekt bei Investitionen in PV-Anlagen hin. Dieser Effekt der räumlichen Autokorrelation auf Ebene der Gemeinden untermauert die Bedeutung lokaler sozialer und sozioökonomischer Effekte. Bundesländerspezifische Effekte wurden identifiziert, die mit dem komplexen, bundesländerspezifischen Fördersystem zu tun haben, jedoch scheinen generell lokale Effekte zu dominieren, wie sie auch schon für Schweden und Italien gefunden wurden.

Die deskriptiv-statistischen Analysen fanden Eingang in eine am AIT betreute Bakkalaureatsarbeit (Unterbuchschachner, M. (2015), The spatial distribution of solar photovoltaic system adoption in Austria: An explorative spatial data analysis. BSc. Supervisor: PD Dr. Thomas Scherngell. Department of Socioeconomics, Wirtschaftsuniversität Wien). Eine vertiefte Analyse der PV-Diffusion in Österreich, insbesondere was die Treiber der Entwicklung

³ <http://www.s3c-project.eu/Events/70/WEBINARInnovationwithandforconsumersandcitizens.html>;
<https://cleanenergysolutions.org/training/energy-innovation-consumers-customers-citizens>

betrifft, wurde auf Gemeindeebene mittels räumlich-ökonomischer Modelle (Spatial Durbin Modelle), sowie mit aktualisierten Daten (2008-16) durchgeführt. Demnach ist die Gesamtdynamik der PV-Diffusion seit 2013 wieder rückläufig. Regional stark unterschiedliche Einflussfaktoren wie sozioökonomische Aspekte spielen jedoch weiterhin eine Rolle wie Nachbarschaftseffekte und die öffentliche Förderung. Die Einreichung eines Papers bei einem wissenschaftlichen Journal (Arbeitstitel: Determinants of solar photovoltaic system adoption in Austria: A spatial econometric perspective. M. Paier, M. Unterbuchsachner, T. Scherngell) ist zurzeit in Vorbereitung.

Simulationen von Diffusionsprozessen

Aufgrund des starken Einflusses sozioökonomischer Faktoren, der Nachbarschaftseffekte und des Einflusses der – regional unterschiedlichen – staatlichen Förderung, ist es interessant, den Fokus der Analyse stärker auf die zeitliche Entwicklung, und insbesondere auf die komplexe Dynamik der PV-Diffusion unter dem Einfluss alternativer Fördersysteme zu richten. Agentenbasierte Modellierung (ABM) ist eine Simulationsmethode, mit der die Entwicklung eines komplexen Systems interagierender Akteure abgebildet werden kann, daher hat sie in den letzten Jahren in den Wirtschaftswissenschaften stark an Bedeutung gewonnen. Im Kontext der Energietransition kann ABM dazu dienen, mögliche Effekte staatlicher Eingriffe im Energiesystem unter Berücksichtigung der Mikrodynamik des Systems ex-ante abzuschätzen, und so einen Beitrag zum Impact Assessment von Politikmaßnahmen zu liefern. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Verwendung empirischer Daten für die Initialisierung und Validierung der Modelle.

Für den Transitionsprozess im Energiesystem kann auf das Konzept der Technologiediffusion in sozialen Systemen (Moore, 2014) zurückgegriffen werden, das verschiedene Akteursgruppen in Bezug auf ihre Adoptionsneigung unterscheidet. Dabei wird auf das Problem hingewiesen, dass zwischen der Frühphase der Diffusion einer neuen Technologie (dominiert von technologiebegeisterten Innovatoren, *early adopters*) und dem Entstehen einer Innovationsdynamik (dominiert von flexiblen, pragmatischen Nachahmern, *early majority*) eine schwer zu überwindende Lücke klafft. Diese soziologische Gruppe der pragmatischen Nachahmer ist in besonderem Maße für Nachbarschaftseffekte empfänglich. Für die Energietransition ist diese Gruppe daher für Interventionen von staatlicher Seite, aber insbesondere auch für die Planung von lokalen Stromnetzen für Netzbetreiber besonders interessant.

Bezugnehmend auf Task 1, *Transition Processes and Pathways*, wurde ein Agentenbasiertes Modell der Investitionen in PV-Anlagen (Haushalte) entwickelt und mit den vorhandenen Daten, sowie Rasterdaten zur räumlichen PV-Diffusion in Österreich kalibriert und initialisiert. Damit wurde ein empirisch hinreichend gut abgesichertes ABM geschaffen, mithilfe dessen Szenarien zu unterschiedlichen Förderungsstrategien in stilisierter Form analysiert und miteinander verglichen werden können. Das Modell konzentriert sich auf individuelle Eigenschaften der österreichischen Haushalte (sozioökonomische Indikatoren, Investitionsneigung in PV-Anlagen), auf die räumliche Segregation bzw. Clusterung dieser

individuellen Eigenschaften und insbesondere auf den Einfluss von Nachbarschaftseffekten auf die Adoption von PV-Anlagen. Die Ergebnisse der Simulationen zeigen, dass – im Kontext von Förderpolitischen Maßnahmen – eine räumlich differenzierte, gezielte Investitionsförderung die Verbreitung von PV in Haushalten und die Effizienz der Maßnahme insgesamt deutlich erhöhen kann. Auf diese Weise können positive Nachbarschaftseffekte in strukturell geeigneten Regionen genutzt und Mitnahmeeffekte vermieden werden. Derartige räumlich differenzierte Fördermaßnahmen können demnach effizienter als vereinheitlichte Förderungen über das gesamte Bundesgebiet in Österreich sein.

Gegenwärtig ist bereits unter bestimmten Umständen *Grid-Parity* hergestellt, d.h. Investitionen für PV Anlagen rechnen sich bereits ohne öffentliche Förderungen. Für Netzbetreiber kann sich dadurch eine neue Nachfragesituation nach stabilen Netzen ergeben, die sich auf die Planung neuer Investitionen in die Netze auswirkt. Auch in diesem Fall ist der Einsatz von ABM als unterstützendes Tool möglich.

Die Ergebnisse der im Rahmen von Annex 7 durchgeführten Simulationen wurden in einem Konferenzbeitrag publiziert (Seidl et al., 2015). Darüber hinaus ist ein Paper für die Einreichung in einem wissenschaftlichen Journal in Vorbereitung (Arbeitstitel: Efficiency of spatially targeted investment support for residential PV – An agent-based model of technology adoption. M. Paier, R. Seidl, D. Scharinger, K. Kubeczko).

3.3 Entwicklung einer Strategic Research Agenda für Annex 7

Die Transition hin zu Smart Grids sollte als ein langfristiges Ziel und nicht als eine technologische ad-hoc-Lösung angesehen werden. Er verlangt orchestrierte Aktionen von Politik und Interessensgruppen aus den Bereichen Forschung, Technologie, Innovation sowie aus einer breiten Palette von Sektoren wie Energie, Klima, Mobilität oder Smart City. Eine strategische Forschungsagenda zu sozioökonomischen Faktoren und missionsorientierten Instrumenten, welche komplementär zur Förderung industrieller Forschungsprogramme wirken, würde dazu beitragen den institutionellen Wandel maßgeblich voranzutreiben. Daher wurde die **Entwicklung einer international akkordierten Strategic Research Agenda (SRA)** zu Smart Grid Transitions in Angriff genommen und **in sechs Schritten** durchgeführt.

Schritt 1: Zu Beginn des Projektes wurden vom AIT aktuelle Foresight- und Strategie-Prozesse mit Bezug zu Smart Grid Transitions identifiziert und auf die Fragestellungen des institutionellen Wandels und sozio-technischer Transition hin untersucht.

Schritt 2: Diese Analyse floss in die Entwicklung eines Fragebogens ein, der im März 2014 als Online-Fragebogen von nationalen ExpertInnen und Delegierten beantwortet wurde.

Schritt 3: Anfang April 2014 wurden die Ergebnisse im Rahmen des 4th ISGAN Workshops *Smart Grid Transition* in Shanghai präsentiert und vorgestellt. Als Ergebnis aus der Befragung

und den Diskussionen beim Smart Grid Transition Workshop 2014 in Shanghai, wurden 15 Herausforderungen identifiziert, die sich in drei prioritäre Felder zusammenfassen lassen:

Strategien & Politiken für den Übergang zu Smart Grids

- Intensivierung der Kooperation zwischen Politik und Beteiligten über unterschiedliche Politikfelder (Energie, Klima, Mobilität, ...) und Sektoren (ICT, Mobilität, Fernwärme, ...) als Reaktion auf die Komplexität sowohl technologischer als auch sozioökonomischer Komponenten der Smart Grids
- Umorientierung von kurzfristiger Politik zu langfristigen und politisch robusten Plänen (z.B. Resilienz gegenüber Unzufriedenheitstendenzen, Anpassungsfähigkeit an veränderte Rahmenbedingungen)
- Aufbereitung eines neuen institutionellen Rahmens für Smart Grids inklusive Marktvorschriften (z.B. beim Markteintritt neuer Akteure), Protokolle/Gesetze zum Konsumentenschutz und Datensicherung
- Schaffung von Anreizen für institutionelle Veränderung, unter anderem durch die Unterstützung neuer Businessmodelle für die effiziente Nutzung und Speicherung von Strom von dezentralen erneuerbaren Energieressourcen

Orchestrierung der Transition zu Smart Grids

- Anwendung einer innovativen und systemischen Herangehensweise in der Koordination von Akteuren durch die Verlinkung bis dato unverbundener Interessensgruppen, Forschungsdisziplinen, Sektoren als auch der lokalen Bevölkerung (z.B. Entwicklung und Adaption integrierter Visionen, Roadmaps und Aktionspläne für Smart Grids im territorialen Kontext von Smart Cities)
- Intensivierung des Miteinbezuges von Interessensgruppen der Energiewende und Etablierung einer effektiven Plattform zum Informationsaustausch. Diese soll zivilgesellschaftliche Organisationen besser einbinden.
- Etablierung von Rahmenbedingungen im Monitoring und Bewerten für die Replizierbarkeit von Demonstrationsprojekten und sozioökonomischen Effekten neuer Technologien
- Erhöhte Verfügbarkeit von Daten und Entwicklung relevanter Indikatoren für das Monitoring vom Übergang zu Smart Grids
- Generierung von Wissen und Kapazitätsaufbau über menschliche Faktoren, inklusive differenzierter Ansichten nach Bedürfnissen, Werten und gesellschaftlichen Traditionen von BürgerInnen, KundInnen und KonsumentInnen

Prozessunterstützung für Innovation & Transition

- Förderung neuer Initiativen für Kapazitätsaufbau und -training, inklusive neuer Curricula für speziell ausgebildete Smart Grid-Ingenieure und transdisziplinäre Forschungsteams

- Entwicklung nutzerorientierter Businessmodelle für die Nachfragesteuerung und die Integration erneuerbarer Energieressourcen
- Entwicklung und Implementierung innovativer Finanzmodelle für das Re-/Investment in neue Infrastrukturen und Risikominimierung in turbulenten Zeiten, z.B. Foren für Investoren
- Effektive Replikation und rasches Skalieren innovativer Smart Grid-Lösungen durch neue Businessmodelle und institutioneller Innovationen
- Beschleunigung der Innovationsprozesse – inklusive Anreizstrukturen und Aktionsfelder, z.B. Living Labs mit Ausnahmeregelungen und ohne regulatorische Beschränkungen um neue Businessmodelle zu testen
- Etablierung von Kundenbindungs- und Kommunikationsprogrammen

Schritt 4: Diese Ergebnisse flossen in den Prozess zur Entwicklung der Strategischen Forschungsagenda zu intelligenten Energienetzen in Österreich (2013-2016) ein. Als weltweit erste von einem Ministerium in Auftrag gegebene partizipativ erstellte Forschungsagenda im Energiebereich wurden folglich auch Forschungsthemen zu den oben genannten Herausforderungsfeldern in die veröffentlichte SRA aufgenommen.

Schritt 5: Diese Forschungsthemen wiederum waren Grundlage für einen internationalen Annex 7 Workshop während der Smart Grid Week 2016 in Linz. Hierbei wurden die Fragen im globalen Kontext diskutiert, erweitert und akkordiert, um sie für die SRA berücksichtigen zu können.

Schritt 6: Ende März 2017 wurden zwei Annex 7 Webinars zum Thema *Research & Innovation Needs for Smart Grid Transition* in Zusammenarbeit mit dem Clean Energy Solution Center⁴ abgehalten, um über den Stand der Ergebnisse zu informieren und sie zu diskutieren. An den Workshops nahmen mehr als 50 ExpertInnen, Praktiker im Energiesektor und Policymakern aus mehr als 15 Ländern teil.

Alle genannten Schritte münden in einem SRA Dokument als Annex 7 White Paper veröffentlicht wird.

3.4 Komponenten der systematischen Analyse von Smart Grid Transitions⁵

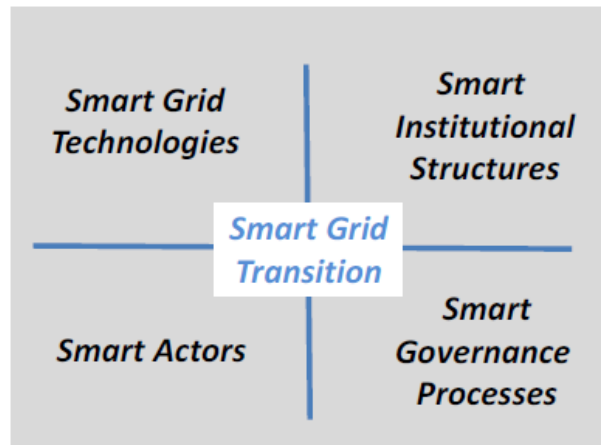
Obwohl das Augenmerk in der Transition zu Smart Grids oft im Bereich der technologischen Entwicklung liegt, sind Veränderungen in Bezug auf Akteure, Governance und Institutionen für die zukünftige Organisation des Energiesystems von wesentlichem Einfluss. Um eine Smart

⁴ Alle Beiträge inkl. der Webinar-Transcripts sind unter folgendem Link abrufbar.
<https://cleanenergysolutions.org/training/smart-grid-research-innovation-needs>

⁵ Übersetzte Auszüge des CEM6-Beitrags von Annex 7

Grid Transition systematisch und ganzheitlich verstehen zu können, sollten daher vier Dimensionen gleichermaßen in die Analysen einfließen (siehe Abb. 2). Wenn auf einen Systemwandel abgezielt wird, kann „Smartness“ dabei nicht nur auf intelligente technologische Lösungen beschränkt werden, sondern erfordert intelligente institutionelle Strukturen, Governance-Prozesse und Akteure.

Abbildung 2: Vier Dimensionen der Analyse von Smart Grid Transitions



Die größte Herausforderung der Energiewende liegt in der Integration erneuerbarer Energien. Die Tatsache, dass die Energie in lokalen Stromnetzen nicht mehr nur in eine Richtung fließt, sondern zunehmend ein bidirektionales Verhalten aufweist erschwert den Betrieb lokaler Netze erheblich. Die noch immer so genannten „Verteilernetzbetreiber“ müssen so auch Funktionen erfüllen, die bisher nur von Übertragungsnetzbetreibern erfüllt wurden. Beispiel sind die Integration von Stromerzeugung, die Glättung von Bedarfsspitzen und Spannungssteuerung auf den untersten Spannungsebenen. Um die Kapazitäten dezentral eingespeister erneuerbarer Energie effizient zu nutzen, wird aufgrund gegenwärtigen Marktregulierungen möglicherweise eine neue Akteursgruppe entstehen, deren Businessmodell die Speicherung, Umwandlung und temporäre Bereitstellung von Energie sein würde.

Genauer gesagt kann eine Smart Grid Transition erst stattfinden wenn

- alle proaktiven AkteurInnen involviert sind – inklusive der aktiven Einbindung von EndverbraucherInnen, KundInnen und neu entstehende Akteursgruppen wie Aggregatoren lokaler Produktion sowie Betreiber lokaler Energiespeicher,
- institutionelle Strukturen etabliert wurden, die zu neuen Regeln, Standards und Anreizstrukturen führen, und
- Governance-prozesse eingeführt wurden, einschließlich Strategie- und Planungsprozesse mit allen Akteursgruppen, welche in weiterer Folge orchestrierte Smart Grid-Lösungen und Businessmodelle effektiv replizieren und skalieren können.

3.5 Forschungs-, Technologie und Innovationspolitische Hemmnisse

Warum das Wissen zu gesellschaftlichen und institutionellen Dimensionen zu Smart Grid Transition beschränkt ist.⁶

Policymaker im Bereich der Smart Grids stehen vor wichtigen Weichenstellungen, die systematisches Wissen über die Dynamiken des institutionellen Wandels voraussetzen. Wie eingangs in diesem Bericht angedeutet, geht die Breite der Fragestellungen weit darüber hinaus, was in Annex 7 behandelt werden kann. Anstelle einfache Antworten zu den institutionellen und sozialen Dimensionen der Smart Grids geben zu können, ist es jedoch möglich jene Gründe zu identifizieren, die dem Wissensaufbau entgegenstehen.

So wurden zwei Hauptgründe für das bislang unzureichende Wissen zum Übergang zu Smart Grids identifiziert.

1) Technologieorientierung der Energieforschung

Die strukturelle Herausforderung liegt darin, dass sich die Energieforschung hauptsächlich auf die Technologien für physische Stromnetze konzentriert. Das Wissen zu institutionellem Wandel und sozialen Dimensionen der Energiewende sind daher begrenzt. In einem Artikel des Nature Magazins untersuchte B.K. Sovacool (2014) den Inhalt von über 4.400 Artikel in führenden Energietechnologie- und Energiepolitikmagazinen über einen Zeitraum von 15 Jahren. Darin stellte er vier Trends fest, die Sorgen bereiten könnten, wenn nicht rasch gegengesteuert wird:

- a) Eine Unterschätzung des Einflusses der sozialen Dimensionen auf die Energienutzung
- b) Eine zu einseitige Ausrichtung der Forschungsagenden auf Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaft und Ökonomik gegenüber den Geistes- und Sozialwissenschaften
- c) Ein Mangel an interdisziplinärer Zusammenarbeit
- d) Zu geringe Repräsentation von weiblichen Autorinnen und Minderheitengruppen

Diese Trends korrespondieren mit den identifizierten Herausforderungen für die Entwicklung einer strategischen Forschungsagenda für Smart Grid Transitions in Annex 7. Die Europäische Kommission versucht diese Probleme im Rahmen des Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm zu adressieren und fördert geistes-, sozial und kulturwissenschaftliche (GSK) Forschung (entspricht in der EU-Diktion: Social Sciences and Humanities – SSH) im Rahmen von Energieforschungsprojekten, in dem manche Themen als „SSH-flagged“ gekennzeichnet werden. Bei derartig markierten Forschungsausschreibungen wird empfohlen Geistes- Sozial- und Kulturwissenschaften (GSK) mit einzubeziehen. Eine Zwischenevaluation

⁶ Übersetzte Auszüge aus dem Policy Brief für das CEM 8 in 2017

zeigt jedoch, dass GSK-Forschung nur bei einem sehr geringen Teil der so gekennzeichneten Projekte mit behandelt wird. Den größten Anteil jener „SSH-flagged“ Projekte, die finanziert wurden beinhalten Aspekte aus den Wirtschaftswissenschaften (insbes. Marketing). Andere GSK-Disziplinen sind kaum vertreten. Weiters lässt sich eine signifikante geografische Schiefelage zwischen den westlichen und östlichen EU-Staaten in Bezug auf die Inanspruchnahme der Möglichkeit zu Integration von SSH-Forschung feststellen. Forschungspartner aus den GSK kommen deutlich öfter aus den westlichen EU-Staaten.

Um relevante Folgewirkungen zu erzielen, müssen in Smart Grid-Projekte soziale und umweltpolitische Dimensionen miteinfließen. Exzellenz in den technologischen und ökonomischen Bereichen eines Projektes reichen nicht aus, sondern sollten auf einer fundierten sozialen Analyse basieren und die Bedenken, Bedürfnisse und Erwartungen von Bevölkerung und Konsumenten beachten. Dazu kann SSH-Forschung einen konstruktiven Beitrag leisten.

2) Sozial- und geisteswissenschaftliche F&E im Energiebereich stagniert auf niedrigem Niveau

F&E-Statistiken (OECD/IEA, EU-Horizon 2020) zeigen, dass die den Sozial- und Geisteswissenschaften zugehörigen F&E-Ausgaben auf einem sehr niedrigen Level stagnieren. Während der politische Wille in den CEM-Staaten zum Ausbau der öffentlichen F&E-Investitionen im Energiebereich immanent ist, verdeutlichen die F&E-Statistiken, dass die Erhöhung der öffentlichen F&E-Ausgaben in den letzten Jahren zu keiner ausgeglichenen Ressourcenverteilung auf alle Forschungsdisziplinen geführt hat. Besonders gering ist die Ausstattung der Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften (GSK). Jedoch wären gerade diese Disziplinen besonders hilfreich, um mehr über die sozioökonomischen Folgen technologischer Entwicklung und deren Einbettung in das ökonomische und soziale Umfeld zu lernen (z.B. Energieverbrauch, Marktvorhersagen).

Obwohl Unklarheit über die Genauigkeit der statistischen Daten besteht, können zwei Aussagen getroffen werden:

- a) Der Anteil von sozial- und geisteswissenschaftlicher F&E im Energiebereich der OECD-Staaten hat in den letzten Jahren deutlich geschwankt. In einzelnen Staaten schwankten die Zahlen in den Jahren 1974 und 2015 zwischen 0,1% und 9%.
- b) Insofern sie überhaupt berichtet werden, wachsen die SSH-Forschungskapazitäten und -förderungen in absoluten Zahlen weit langsamer als jene in den Ingenieurs- und Naturwissenschaften.

Die Ungewissheit, wie eine globale Energiewende erreicht werden kann, und der Mangel an Orientierung, wohin die technologische Entwicklung führen soll, unterstreichen die hohe Notwendigkeit sozial- und geistes- und kulturwissenschaftlicher Forschung – noch dringender als in den letzten Jahrzehnten, in denen das Energiesystem nur wenigen Änderungen ausgesetzt war.

Die Absicht der *Mission Innovation Initiative* die öffentlichen Investitionen in F&E für „saubere“ Energie in den nächsten fünf Jahren zu verdoppeln, ist ein ermutigendes Signal für F&E-Akteure. Dies wird vermutlich auch zu strukturellen Veränderungen im Forschungs- und Innovationsökosystem führen. Trotzdem bleibt abzuwarten, ob es auch ohne signifikante Ressourcen und notwendige Instrumente für Forschung in den Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften einen deutlichen Zuwachs an Wissen über die sozialen Dimensionen von Smart Grid Transitions geben wird.

3.6 Analysen von Smart Grid Diskursen

Diskurse in Sozialen Medien sind zunehmend von Bedeutung wenn es darum geht kollektive Bilder und Visionen – in unserem Fall von Smart Grid Transitions – entstehen zu lassen. Auch wenn wenig darüber bekannt ist wie Diskurse in Sozialen Medien analysiert werden können und was man daraus an Erkenntnissen ziehen kann, ist es notwendig erste Schritte zu setzen, um den global stattfindenden Diskurs zu Smart Grids zu beobachten.

Die Verfügbarkeit von Daten des Mikroblogging-Dienstes Twitter ermöglicht eine bibliometrische Analyse von Kernbegriffen mittels verwendeter sogenannter Hashtags (#) und die grafische Darstellung der Vernetzung von Begriffen. Ähnliche Methoden und Tools werden auch im Bereich der Marktanalyse und des Horizon Scannings eingesetzt.

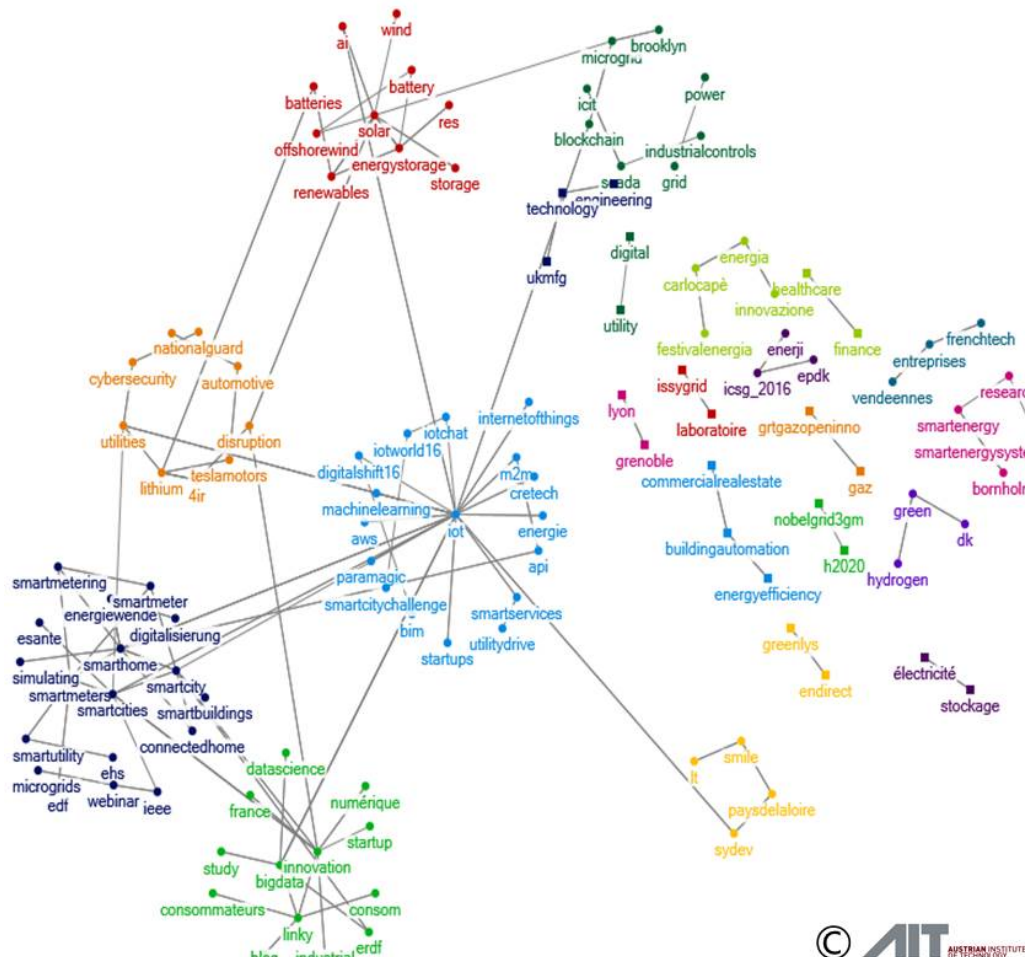
Das AIT hat in einer Pilotanwendung regelmäßige Analysen der 50 meistverwendeten Hashtags durchgeführt, die weltweit im Zusammenhang mit #smartgrid(s) veröffentlicht werden. Beispielsweise wurde für den achtmonatigen Zeitraum zwischen 1. Dezember 2015 und 31. Juni 2016 Daten erhoben. Das in Abb. 3 dargestellte bibliometrische Netzwerk scheint robust zu sein und spiegelt den Diskurs zu Smart Grids im Bereich der Kurznachrichten wider.

Die Analyse zeigt einige signifikante #-Cluster, was auf klar abgegrenzte Diskurse hindeutet. Folgende Diskursfelder und #-Cluster seien hier hervorgehoben:

- Integration erneuerbarer Energieressourcen (roter Cluster im oberen Teil der Abbildung)
- Integration von E-Mobilität (oranger Cluster im linken Teil)
- Endnutzereinbindung und Smart Cities in der Energiewende (dunkelblauer Cluster links unten in der Abbildung)
- Einführung von Smart Meter in Frankreich (grüner Cluster am unteren Ende der Abbildung)
- Digitalisierung und Internet of Things (IOT) (hellblauer Cluster in der Mitte der Abbildung um #iot)

Viele der anderen, kleineren Cluster repräsentieren Diskurse die oft auf bestimmten geografischen Regionen beschränkt sind. Man kann aufgrund dieser Pilotstudien feststellen, dass Twitter-Analysen quantifizierbare Beschreibungen globaler als auch lokaler Diskurse zum Themen Bereich Smart Grid Transitions ermöglichen.

Abbildung 3: Bibliometrisches Netzwerk zu #smartgrid(s)



In weiterer Folge könnte durch genauere Analysen die Rolle der AutorInnen der Nachrichten in unterschiedlichen Akteursnetzwerken analysiert werden. Dadurch können beispielsweise MultiplikatorInnen und Kernakteure identifiziert werden, insbesondere auch solche, die nicht zu den etablierten Akteuren zählen und daher leicht übersehen werden. Ebenso lassen sich KonnektorInnen zwischen wenig verlinkten Diskursnetzwerken identifizieren. Weiters könnten zukünftig in einem weiterentwickelten Analysetool zeitliche Entwicklungen in Bezug auf Themen und Akteursnetzwerke abgebildet werden.

Der Wert derartiger Analysen scheint vielen Akteuren und Policymakern bisher noch wenig bewusst zu sein. Aber alleine die Beschaffung der hierfür verwendeten Daten würde bei einem Datendienst 20.000 bis 40.000 Euro kosten. Sollte Interesse an weiteren Analysen bestehen können diese Ergebnisse auf der LinkedIn Diskussionsgruppe veröffentlicht werden. Eine Bedarfserhebung ist für die nächste Phase in Annex 7 möglich.

4 Detailangaben in Bezug auf die Forschungskooperation Internationale Energieagentur (IEA)

Wie auf internationaler Ebene, findet sich auch die **österreichische Zielgruppe** des Projektes insbesondere im Bereich der öffentlichen Verwaltung (Ministerien und Fördereinrichtungen, insbesondere BMVIT, KLIEN, FFG), Technologieplattformen und Interessenvertretungen sowie Unternehmen im Bereich der Energieversorgung und Verteilung. Zur Zielgruppe zählen ebenso Forschungseinrichtungen und inter- und transdisziplinär arbeitende ForscherInnen insbesondere aus dem Bereich der Geistes- Sozial und Wirtschaftswissenschaften (respektive SSH).

Der im Rahmen des Smart Grid 2.0 Strategieprozesses durchgeführte partizipative Foresight-Prozess zur Erstellung der „Strategic Research Agenda zur Entwicklung eines intelligenten Energiesystems in und aus Österreich“⁷ baute in Bezug auf das Thema der Smart Grid Transitions auf den Arbeiten in diesem Projekt auf und kann in internationalen Kontext als Pilotanwendung verstanden werden. Wie in der SRA dokumentiert, konnten dadurch nationale Stakeholder aus allen Bereichen des Energiesystems sowie die Forschungscommunity eingebunden werden. Die nationalen Stakeholder und Forschungsakteuren waren damit in die Szenario-Entwicklung, Visionsbildung für ein zukünftiges intelligentes Energiesystem und die Ableitung relevanter Fragestellungen zum Bereich der sozioökonomischen und soziotechnischen Aspekte der Transformation aktiv eingebunden.

Kompetenzaufbau erfolgte in den Bereichen:

- Foresight zur Entwicklung von Strategischen Forschungsagenden und Roadmaps
- Verwendung von Agentenbasierter Modellierung (ABM) für sozio-technische Fragestellungen der Transition von Energiesystemen und der Diffusion von erneuerbaren Energieressourcen in lokalen Stromnetzen
- Betrachtung aktiver Einbindung von Haushalten in Smart Grid Projekte und deren Lernprozesse
- Verständnis über die Herausforderung bei der gleichzeitigen systemischen Betrachtung von technologischen und sozioökonomischen Bausteinen von Smart Grids

Generell lässt sich in Bezug auf die **IEA-Beteiligung** der Schluss ziehen, dass der Kompetenzaufbau in den oben beschriebenen Bereichen durch die internationale Kooperation und den Wissenstransfer zwischen den beteiligten Ländern ermöglicht wurde und insofern für die nationalen Zielgruppen von Nutzen ist. Insbesondere ist der Vergleich zwischen

⁷https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/e2050_pdf/reports/1604_strategic_research_agenda_2016.pdf?m=1484317321

unterschiedlichen Weltregionen hilfreich, um besser beurteilen zu können welche Zielsetzungen und Herausforderungen bei der Smart Grid Transition bestehen und wie stark sich institutionelle Strukturen und Governance-Prozesse unterscheiden können. Dies wäre ohne die Kooperation im Rahmen der IEA-Beteiligung – wenn überhaupt – nur mithilfe eines viel größeren Aufwands möglich. Da die behandelten Fragestellungen von globaler Relevanz sind, sind auch Europäische Forschungsaktivitäten im Rahmen von Horizon 2020 und ERA-Net Smart Grid Plus nur sehr beschränkt als Alternative zur IEA-Beteiligung anzusehen.

5 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Ausgangspunkt des Projektes war die Erkenntnis aus der IEA Technology Roadmap Smart Grids (OECD/IEA 2011), dass ein neues technologisches System (Smart Grid) nicht ausreichend in ein nicht-technologisches Umfeld eingebettet ist, um eine Energiewende zu ermöglichen.

Im Rahmen des Projektes hat sich dies bestätigt. Aufgrund vielfältiger institutioneller und technologischer Lock-Ins und Pfadabhängigkeiten des gegenwärtigen noch immer relativ zentralisierten Elektrizitätssystems, welches sich über mehr als ein Jahrhundert entwickelt hat, zeigt sich immer deutlicher, dass der Transitionsprozess in Richtung eines neuen Elektrizitätssystems sehr langsam ablaufen wird.

Annex 7 befasste sich insbesondere mit Aspekten des institutionellen Wandels und den gegenläufigen Pfadabhängigkeiten und Lock-Ins. Als theoretische Fundierung zur Analyse des institutionellen Wandels und der sich daraus ergebenden Handlungsempfehlungen ist insbesondere der Social Grid Ansatz zur Analyse von Marktdynamiken von Jens Beckert (2010) als nützlich identifiziert worden.

Im Zusammenhang mit Smart Grid Transitions lassen sich hierdurch **drei wesentliche Kategorien von Pfadabhängigkeiten** unterscheiden:

- a) **Institutionen im engeren Sinne:** Institutionelle Beharrungstendenzen im Bereich rechtlicher, regulativer und organisatorischer Einrichtungen (Gesetze, Standards, Marktregulierungen, ...)
- b) **Soziale Netzwerke:** Akteursgruppen und deren Vernetzung betreffende Pfadabhängigkeiten (z.B. Eintrittsbarrieren für neue Akteure in den Energieversorgungssektor bzw. die Technologiebereitstellung)
- c) **Kognitiver Rahmen:** Widersprüchliche Leitbilder, Konzepte und Modelle zu Energienetzen und zur Energiewende (z.B. Smart Grids als Vision eines zukünftigen Energienetzes, *Smart Grid Architecture Model - SGAM*, ...), die mit den Interessen und Erwartungen der beteiligten Akteursgruppen zusammenhängen (z.B.

hierarchisches Netzmodell versus lokale Netze mit distribuerter Einspeisung,
Bundling versus *Unbundling*)

In der Projektlaufzeit von 2014-2017 zeigten sich **in vielen Ländern stark divergierende Modelle und Visionen zu Smart Grids**. Insbesondere bestehen nationale Unterschiede in energiepolitischen Zielsetzungen (z.B. Versorgungssicherheit, Umsetzen der Energiewende, Vermeidung von Energiediebstahl, Schaffung einer Informations- und Kommunikationsinfrastruktur für marginalisierte Bevölkerungsgruppen). Auch innerhalb von territorialen und administrativen Grenzen können alternative Ansätze bestehen (z.B. Smart Grid versus *Super Grid*) bzw. sind Leitbilder und Modelle im Wandel begriffen (z.B. die Rolle von Smart Metern und Speichertechnologien, die Erweiterung in Richtung integrierter intelligenter Energienetze – *Power2x, Internet of Things, Blockchains*)

In Bezug auf **Marktinstitutionen** stellte sich im Rahmen des Austauschs zwischen den nationalen Expertinnen der beteiligten Länder heraus, dass **ein klares Verständnis über die Rollen und Funktionen unterschiedlicher Märkte und die Vielzahl an Marktstrukturen fehlt**. Weiters ist es schwierig zu identifizieren in welchen Bereichen möglicherweise Markt- und Systemversagen zu Funktionsstörungen führen. Beispielsweise wird, um die Kapazitäten dezentral eingespeister erneuerbarer Energie effizient zu nutzen, aufgrund gegenwärtiger Marktregulierungen möglicherweise eine neue Akteursgruppe entstehen, deren Businessmodell die Speicherung, Umwandlung und temporäre Bereitstellung von Energie sein würde.

Ganz besonders schwierig ist dadurch der Austausch von Wissen zwischen unterschiedlichen Ländern je nach Grad der Marktliberalisierung. Beispielsweise ist es **ohne klare Rollen und Funktionsbeschreibungen unmöglich einen Vergleich** der institutionellen Strukturen der Energiesysteme zwischen Ländern in der Europäischen Union (hier herrscht *Unbundling* zwischen den Organisationen mit Monopolstellung und jenen die, politisch gewünscht, auf verschiedenen Märkten in Wettbewerb agieren müssen) und Ländern wie USA, Schweiz und Kanada zu ermöglichen. In den letzteren Ländern können nach wie vor *Utilities* mit Netzbetrieb und Stromlieferung unter einem Dach operieren. Eine Analyse der Vor- und Nachteile der herrschenden Marktmodelle in Bezug auf Smart Grid Transitions ist dadurch bisher kaum möglich.

Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass der vielfach verwendete Begriff „der Markt“ als *Black-Box* für die ökonomische Struktur des Energiesystems einem entscheidenden Erkenntnisgewinn im Wege steht. Hier besteht also noch einiger Bedarf nach Forschung und Standardisierung, womit sich Annex 7 in den Folgejahren auseinandersetzen wird.

Auf der Ebene des **kognitiven Rahmens** manifestiert sich das zentrale Energiesystem insbesondere **auf der Diskursebene** in der Sprache, bzw. in den Begrifflichkeiten, die bis in die Gesetzgebung hinein. Beispielhaft wird das an Begriffen wie *Distribution System* und *Distribution System Operator (DSO)* deutlich, die in der EU Gesetzgebung verwendet werden.

Hinter dem Begriff Distribution steht das Bild eines unidirektionalen Stromflusses. Auch wenn die neuesten Novellierungen der energierelevanten Gesetze die wichtige Rolle dezentraler Einspeisung durch „Prosumer“ erleichtern möchte besteht auf der symbolischen Ebene nach wie vor ein Widerspruch im Wortsinn. Nachdem dieser Widerspruch seitens des Annex 7 im Rahmen einer Keynote bei dem IEA Workshop *New Roles and Responsibilities in Smart Distribution Networks* im Februar 2016 in Paris thematisiert wurde, ist ein Diskurs dazu entstanden. Folglich verwendet die IEA mittlerweile den Begriff „Local Grid“ in Berichten an den Clean Energy Ministerial.

Auf der Ebene der **Akteursnetzwerke** ist nach wie vor von der **Dominanz bestehender Akteursgruppen** in Gremien, bei Normungsausschüssen und in Interessenverbänden auszugehen.

Ähnliches gilt für die akademische Ausbildung und im Bereich der Forschung und Entwicklung. Hier ist das **interdisziplinäre Wissen und Verständnis über zukünftige Herausforderungen weitestgehend unterentwickelt**. Bereits in den ingenieurwissenschaftlichen Bereichen ist im Smart Grid-Diskurs die Kluft zwischen unterschiedlichen Disziplinen (insbes. Elektrotechnik und Informatik) erkennbar, umso mehr mangelt es an gegenseitigem tieferem Verständnis und Vertrauen zwischen ExpertInnen aus den Bereichen Technologie auf der einen Seite und den Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften andererseits.

Forschungs- Technologie- und Innovationspolitische Hemmnisse

In der frühen Phase des Projekts wurden von den nationalen Delegierten viele unterschiedliche Themen aufgeworfen, die im Rahmen des Annexes behandelt werden sollten. Die Fragestellungen würden allerdings ein zu großes Spektrum an Wissen aus den unterschiedlichsten Bereichen der Geistes-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (GSK) erfordern als dies im Rahmen einer *Standing Working Group* wie dem Annex 7 behandelt werden könnten. Dies würde einer Forschungsagenda bedürfen, die Transdisziplinarität ermöglicht und SSH-spezifische Schlüsselthemen systematisch behandelt, was in jeglicher Hinsicht über die Kapazitäten des Annex 7 weit hinausreicht.

Daher stellte sich Annex 7 zur Aufgabe eine international koordinierte **Strategische Forschungsagenda (SRA) zum Thema Smart Grid Transitions** zu erarbeiten, die das breite Spektrum an nicht-technologischen und nicht-betriebswirtschaftlichen Fragestellungen systematisch erfasst und missionsorientierte und nachfrageorientierte forschungstechnologie- und innovationspolitische Handlungsempfehlungen beinhaltet.

Im Rahmen der konkreten Erarbeitung einer solchen GSK-Forschungsagenda im nationalen Kontext in Österreich (auch als Teil technologieorientierten SRA zu Intelligenten Energienetzen) wurde deutlich, dass ein Fehlen von gemeinsamen Visionen zu möglichen Transitionspfaden in Richtung einer nachhaltigen Energiewende großen Einfluss auf den Grad der Konkretisierung der Forschungsthemen hat.

Abschließend können dazu noch folgende **FTI-politische Empfehlungen** abgegeben werden:

- Deutlich **mehr inter- und transdisziplinäre Forschungsaktivitäten in den Geistes- Sozial- und Kulturwissenschaften** sind notwendig, um die Fragen der Policymaker beantworten zu können.
- Mehr Aufmerksamkeit muss auf die **Wissensgenerierung zu den sozialen Dimensionen des technologischen und institutionellen Wandels** von Energiesystemen und -märkten gelegt werden.
- Die finanziellen **Ressourcen für GSK-Forschung müssen** zumindest an jene für die technologische Entwicklung **angeglichen werden**. Die entsprechenden F&E-Kapazitäten und Infrastrukturen müssen ebenfalls nachhaltig ausgebaut werden. Kooperation und strategische Forschungsagenden sollen zwischen den CEM-Staaten koordiniert werden.
- Um die Umsetzung der obenstehenden Empfehlungen evaluieren zu können besteht der dringende **Bedarf an Daten zum Beitrag der GSK in der Energieforschung**.

6 Ausblick und Empfehlungen

Zu den drei konkreten Zielen, die im Projekt für den Annex 7 verfolgt wurden, lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- a) Das Etablieren eines Netzwerks in der inter- und transdisziplinären Forschung und der Praxis zum Thema Smart Grid Transitions ist durch mehrere Aktivitäten des Projekts gelungen. Im Zuge des Projektes war es möglich eine LinkedIn Diskussionsgruppe zum Thema Smart Grid Transitions zu etablieren und zu betreiben. Die Zahl der Mitglieder steigt stetig und ist derzeit bei über 80 Mitgliedern aus mehr als 15 Ländern. Diese Gruppe setzt sich vorwiegend aus ExpertInnen, ForscherInnen und PraktikerInnen im Bereich des FTI-und energiepolitischen Policymaking zusammen. Mehrere Forschungskollaborationen wurden durch die Zusammenarbeit in Annex 7 angebahnt und auch realisiert.

Im Rahmen der *International Sustainability Transition Konferenz* organisierten Dialog-Session ist es gelungen Forscher und Praktiker für einen Dialog über Replizierbarkeit von Smart Grid Lösungen zu mobilisieren. In zwei Webinars (jeweils für die östliche und westliche Hemisphäre) in Kollaboration mit dem Clean Energy Solution Center konnten Ergebnisse und Wissen aus der Arbeit in ISGAN global verbreitet und zur Diskussion gestellt werden. Alle drei Formate haben sich gut bewährt.

Allerdings besteht in der LinkedIn Diskussionsgruppe auch Bedarf nach aktiveren Diskussionen und Beiträgen aus den Reihen der Mitglieder. Es ist auch zu überlegen Zugangsbeschränkung aufzuheben und sie in eine offene Gruppe umzuwandeln. Dadurch könnte einerseits die Zahl der Mitglieder als auch die Zahl aktiver Beiträge gesteigert werden.

- b) Eine Unterstützung der missionsorientierten FTI-Politik (Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik) als Treiber der Smart Grid Transitions ist insofern geglückt als den Policymakern in Österreich als auch international die in Kapitel 3 beschriebenen Ergebnisse und Empfehlungen über Policy Briefs, Berichte an den Clean Energy Ministerial, Webinars, die LinkedIn Discussion Group und Workshops bereitgestellt wurden. Beispielsweise konnten bei der Entwicklung der strategischen Forschungsagenda für intelligente Energienetze in Österreich die Vorarbeiten und Ergebnisse aus der Entwicklung der international akkordierten SRA zu Smart Grid Transitions eingebracht werden.

Im Vergleich zu Themen in anderen Annexes ist bei den nicht-technologischen Themen in Annex 7 ein Zurückgreifen auf eine ähnliche Breite an aktuellen Forschungsprojekten und akkumuliertem Wissen in den beteiligten Ländern nicht möglich. Soweit aktuelle und zukünftige Forschungsprogramme dies ermöglichen, lassen die nationalen Annex 7-ExpertInnen die Themen auch in Projektanträge einfließen, um sie zu beforschen und evidenzbasierte FTI-Politik zu unterstützen. Nichtsdestotrotz muss, wie in Kapitel 3 beschrieben, berücksichtigt werden, dass SSH-Themen in Bezug auf Ressourcenausstattung einen verschwindenden Anteil an der gesamten Energieforschung haben. Mitunter ist in den nationalen- und IEA-Statistiken

aufgrund der Geringfügigkeit gar nicht abbildbar wie hoch deren Anteil ist.

Daher muss auch in der nächsten Phase von Annex 7 der Fokus der Beiträge eng gehalten werden. Dementsprechend sollten die Erwartungen der beteiligten Länder den Output betreffend entsprechend angepasst sein. Außerdem wird die Dissemination der Annex 7 SRA dazu beitragen, die Aufmerksamkeit der Policymaker in Zukunft auf dieses Problem zu richten.

- c) Die Aufbereitung und Vermittlung von Wissen für ISGAN als TCP der IEA und für das Clean Energy Ministerial (CEM) ist weitestgehend gelungen, in dem Ergebnisse und Expertisen aus Annex 7 sowohl in ISGAN Workshops als auch in IEA Workshops eingeflossen sind. Durch die Policy Briefs, die auf der ISGAN Website zum Download stehen einer breiten interessierten internationalen Öffentlichkeit zur Verfügung. Diese Zielgruppe wurde ebenso durch Webinars in 2016 und 2017 angesprochen und in die Diskussion mit eingebunden. Einer beschränkten Zahl an ExpertInnen und PraktikerInnen dient die LinkedIn Discussion Group zu Smart Grid Transition als Plattform für die Aufbereitung und Vermittlung von Wissen. Policy Briefs und kurze Zusammenfassungen der Ergebnisse aus Annex 7 wurden dem Clean Energy Ministerial regelmäßig zur Verfügung gestellt.

Im **Ausblick auf die folgende Phase in Annex 7** soll abschließend noch einmal darauf hingewiesen werden, dass der Annex ein völlig neues Thema behandelt. Im Vergleich zu etablierten IEA Technology Collaboration Programmes (TCPs) und ISGAN-Annexes, die bereits teilweise über viele Jahre bestehen ist Annex 7 noch in der frühesten Entwicklungsphase. Auch ist Annex 7 nicht in der gleichen Tradition eines sehr stark ingenieurwissenschaftlich geprägten technologie- und effizienzorientierten Zugangs, wie bei den meisten anderen Aktivitäten der TCPs. Im Gegenteil, das Thema der mittel- bis langfristigen Transition des Energiesystems (welches sich über ein Jahrhundert bis zur gegenwärtigen Form entwickelt hat) mit dem Ziel eine Energiewende zu ermöglichen, muss auf einen tradierten Zugang verzichten und neue Wege einschlagen. Daher war von Anfang an zu erwarten, dass die Etablierung und nachhaltige Ressourcenausstattung durch die Mitgliedsländer mitunter länger dauern würde. Trotzdem ist die Gründungs- und Aufbauphase weitestgehend abgeschlossen. Aber nach wie vor ist Ausdauer seitens aller Akteure erforderlich, um den Annex mittelfristig zu etablieren.

Weiterführende Projekte

Zur weiteren Bearbeitung aktueller Themen wie *Replication and Upscaling* wurde im Rahmen von ERA-Net Smart Grids Plus im ersten Call das Projekt *ReFlex* eingereicht in dem AIT mit einem nationalen Experten aus Schweden kooperiert. Die Weiterführung des Annex 7 durch AIT als Operating Agent wurde im IEA Call von 2016 beantragt.

7 Literaturverzeichnis

Websites

- IEA ISGAN Website: <http://www.iea-isgan.org/>
- IEA ISGAN – Annex 7 Website:
http://www.iea-isgan.org/bbs/content.php?co_id=sub2_2g
- Smart Grid Transition – LinkedIn Discussion Group:
<https://www.linkedin.com/groups/7489503> (Mitgliedschaft für ExpertInnen, PraktikerInnen und Forscher per Anfrage möglich)
- BMVIT Programmwebsite:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/isgan/iea-isgan-annex-7.php>

Annex 7 Publikationen

2017

Why We Do Not Know Much about the Social Dimension of Smart Grids? ISGAN Annex7 (Smart Grid Transitions) Policy Conclusions for CEM8
http://www.iea-isgan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1&wr_id=34

2016

Phase-sensitive Enabling of Household Engagement in Smart Grids. Annex 7 Policy Brief No 1 http://www.iea-isgan.org/bbs/board.php?bo_table=sub4_1&wr_id=30

Vorträge und Präsentationen

KUBECZKO, K., PAIER, M. (2017) – Webinar Organisator und Sprecher
Zwei Annex 7 Webinars, „Research & Innovation Needs for Smart Grid Transition“ in Kooperation mit Clean Energy Solutions Center, 29.3.2016
<https://cleanenergysolutions.org/training/smart-grid-research-innovation-needs>

KUBECZKO, K. (2016) – Session Chair
IEA-ISGAN Workshop „Flexibility in future energy systems“, Session 1: What level of flexibility is needed? International Energy Agency Office, Paris, 11.10.2016

KUBECZKO, K., PAIER, M. (2016) – Webinar Organisator und Sprecher
Zwei Annex 7 Webinars, „Energy Innovation for Consumers, Customers, and Citizens“ in Kooperation mit Clean Energy Solutions Center und dem FP7 Projekt

S3C (Smart Consumer, Smart Customer, Smart Citizen), Februar 2016, 9:00-10:30 (CET) und 21:00-22:30 (CET) <https://cleanenergysolutions.org/training/energy-innovation-consumers-customers-citizens>

KUBECZKO, K. (2016) – Session Chair

ISGAN Smart Grid Transition Workshop, Session 4 “Key Key technological, economic and social drivers for Smart Grid” ISGAN Global Perspective, Shanghai, 31.3–1.4.2014

KUBECZKO, K. (2016) – Eingeladener Sprecher

IEA workshop “New Roles and Responsibilities in Smart Distribution Networks” in Paris, 29.2.2016.

<https://www.iea.org/workshops/der-workshop-1-roles-and-responsibilities-in-smart-networks.html>

KUBECZKO, K., PAIER, M. (2016) – Workshop Organisatoren

ISGAN Annex 7 – Workshop, Smart Grid Week Linz, 10.5.2016

KUBECZKO, K (2015). – Eingeladener Sprecher und Workshop Organisator

ERA-NET SG+ Knowledge Community, Austrian Smart Grid Week, Wien, 19.5.2015

SEIDL, R., PAIER, M., SCHARTINGER, D. UND KUBECZKO K. (2015) Active social acceptance, technology diffusion and policy strategies: An agent-based model of investment in distributed electricity production. IST 2015 – International Sustainable Transition Conference, Brighton, 27.8.–28.8.2015

KUBECZKO, K. (2015) Eingeladener Teilnehmer am Meeting

IEA Committee on Energy Research and Technology zum Thema “Smart grid applications at end-user points” in Oslo, 3.6.–4.6.2015

SEIDL, R., PAIER, M. (2014), The diffusion of distributed electricity generation: An agent-based model of interdependent investment decisions. In: Wilby, J., Blachfellner and Hofkirchner: Civilization at the Crossroads. 22nd European Meetings on Cybernetics and Systems Research (EMCSR 2014), Vienna, 22.4–25.4. 2014
ISSN 2227-7803 <http://emcsr.net/> pp.671

<http://emcsr.net/wp-content/uploads/2014/04/BoA-EMCSR-2014.pdf>

SEIDL, R., PAIER, M., BARBER, M. (2014), Distributed investment in small-scale electricity production – Exploring sustainability transitions with an agent-based model. 5th International Sustainability Transitions Conference – Impact and institutions (IST 2014), Utrecht, 27.8.–29.8.2014

<http://www.uu.nl/faculty/geosciences/EN/IST2014/Pages/default.aspx>

Journale und sonstige Veröffentlichungen:

KUBECZKO, K., LANGER, L., PAIER, M. UND SMITH, P. (2015)

On Socio-technical Concerns for Smart Grid Security and Resilience. Smart Grids Protection Against Cyber Attacks. AIT Austrian Institute of Technology GmbH. February 27, 2015, Vienna, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2824408>

UNTERBUCHSCHACHNER M. (2015)

The spatial distribution of solar photovoltaic system adoption in Austria: An explorative spatial data analysis, Department of Socioeconomics, University of Economics and Business, Vienna

WAGNER, S. (2014)

Dynamics in the governance of electricity regimes – Using the example of regional electricity supply in Austria. Volume 5, 2014 of the Innovation Systems – Knowledge and Talent Development Program, PhD & Master Theses Series.

https://www.researchgate.net/publication/260487401_Dynamics_in_the_governance_of_electricity_regimes_Using_the_example_of_regional_electricity_supply_in_Austria

Literaturquellen

BECKERT, J. (2010), “How Do Fields Change? The Interrelations of Institutions, Networks, and Cognition in the Dynamics of Markets”, *Organization Studies*, Vol. 31 No. 5, pp. 605–627.

BERKHOUT, F., SMITH, A. AND STIRLING, A. (2005), “Socio-technical regimes and transition contexts”, in Elzen, B., Geels, F.W. and Green, K. (Eds.), *System Innovation and the Transition to Sustainability*, Edward Elgar Publishing.

Geels, F.W. (2002), “Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study”, *Research Policy*, Vol. 31 No. 8/9, pp. 1257–1274.

GEELS, F.W. (2011), “The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms”, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 1 No. 1, pp. 24–40.

GEELS, F.W. AND KEMP, R. (2007), “Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies”, *Technology in Society*, Vol. 2007 No. 29, pp. 441–445.

GEELS, F.W. AND SCHOT, J. (2007), “Typology of sociotechnical transition pathways”, *Research Policy*, Vol. 36 No. 3, pp. 399–417.

MOORE G. A. (2014), “Crossing the Chasm - Marketing and Selling High-Tech

Products to Mainstream Customers”, HarperCollins Publishers Inc., New York, NY.

OECD/IEA (2011), Technology Roadmap Smart Grids. Paris, International Energy Agency.

SCHOT, J. AND GEELS, F.W. (2008), “Strategic niche management and sustainable innovation journeys. Theory, findings, research agenda, and policy”, Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 20 No. 5, pp. 537–554.

SOVACOOOL, B.K. (2014), “Diversity: Energy studies need social science”, Nature, 511, pp. 529-530.