

IEA International Smart Grid Action Network Annex 6: Elektrizitäts- Transport- und Verteilsysteme

Arbeitsperiode 2016 - 2018

A. Zegers, M. Stefan,
H. Brunner, I. Herold

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

5/2019

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

Impressum

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

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

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA International Smart Grid
Action Network Annex 6:
Elektrizitäts-Transport- und Verteilsysteme
Arbeitsperiode 2016 - 2018

Antony Zegers, Mark Stefan, Helfried Brunner, Irmgard Herold
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Wien, November 2018

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

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.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung	4
2. Einleitung.....	7
3. Hintergrundinformation zum Projektinhalt	8
4. Ergebnisse des Projektes	17
4.1. Diskussionspapier “ICT aspects of TSO-DSO interaction”	17
4.2. Diskussionspapier “Storage and balancing”	18
4.3. Diskussionspapier “The role of microgrids”	18
4.4. Diskussionspapier “System Efficiency”	19
4.5. Weitere geplante Deliverables	20
5. Vernetzung und Ergebnistransfer	21
6. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	22
7. Verzeichnisse	22
7.1. Literaturverzeichnis	22
7.2. Abbildungsverzeichnis.....	23
7.3. Abkürzungsverzeichnis	24
8. Anhang.....	25

1. Kurzfassung

Deutsch

Entsprechend der strategischen Positionierung und der Forschungsschwerpunkte in Österreich liegt der nationale Fokus im Bereich Smart Grids auf neuen Ansätzen für die Planung und den Betrieb von elektrischen Verteilnetzen mit einem hohen Anteil dezentraler, erneuerbarer Energieressourcen und der Einbindung von aktiven Kunden.¹ In den letzten Jahren würde das Thema der Interaktion zwischen Verteilnetzbetreiber und Übertragungsnetzbetreiber verstärkt in den Forschungsvorhaben verankert.

Österreich hat an den bisherigen Aktivitäten des International Smart Grid Action Network (ISGAN) bedeutend mitgewirkt. Im Speziellen hat das BMVIT mit Unterstützung des Austrian Institute of Technology (AIT) auch aktiv die Definition des Annexes 6 „Power Transmission and Distribution Systems“ gestaltet. Task 5 von ISGAN Annex 6 zum Thema Interaktion von Verteilnetzen mit dem Übertragungsnetz ist bisher erfolgreich von AIT geleitet worden und hat v.a. durch die Publikation mehrerer Diskussionspapiere zu international anerkannten Ergebnissen geführt.

Für den Ausbau und die Weiterführung der Aktivitäten in dem Zeitraum 2016-2018 wurde folgender Ansatz gewählt:

1. Aufbereitung der österreichischen Erwartungen, Erfahrungen und Projekte im Bereich Interaktion von Übertragungsnetzbetrieb und aktivem Verteilnetzbetrieb, sowie Diskussion der Erkenntnisse und Erfahrungen mit internationalen Experten innerhalb des Annexes
2. Internationale „best practice“ Analyse und Konsolidierung der Interaktion Verteilnetzbetreiber mit dem Übertragungsnetzbetreiber
3. Einbringung der Erkenntnisse in die laufenden und geplanten Projektvorhaben in Österreich, sowie in die strategische Weiterentwicklung der Themen durch nationale Vernetzungsaktivitäten

Wesentliche Ergebnisse der österreichischen Beteiligung an IEA ISGAN Annex 6 sind das Generieren von Wissen für langfristige Konzepte für die Entwicklung eines intelligenten Gesamtsystems der Elektrizitätsversorgung über alle Spannungsebenen und der Erarbeitung von Grundlagen und Strategien für die Interaktion von Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreibern.

Konkret wurde in 2016 ein Diskussionspapier fertiggestellt, das die Möglichkeiten eines „Single Marketplace for Flexibility“ untersucht. Dabei wird ein Konzept für einen Markt entwickelt, in dem alle Flexibilitätsanbieter ihre Dienstleistungen offerieren können und zu dem sowohl TSO als auch DSOs Zutritt haben. Dieses Konzept wurde in 2016 auf internationale Ebene diskutiert. Weiters wurde ein Diskussionspapier mit Fokus auf den Datenaustausch zwischen Übertragungs- und

¹ Technologieroadmap Smart Grids Austria, „Die Umsetzungsschritte zum Wandel des Stromsystems bis 2020“, Technologieplattform Smart Grids Austria, Wien 2015

Verteilnetzbetreiber und der damit zusammenhängenden IKT-Anforderungen fertiggestellt und verbreitet.

Damit ermöglichte die Österreichische Annex 6 Beteiligung eine strategische Erarbeitung und Vertiefung des Themas Interaktion Übertragungsnetz und Verteilnetzbetreiber auf Ebene der Internationalen Energieagentur, verbunden mit einem Internationalen Agenda Setting von Österreich aus.

English

According to Austria's strategic positioning the research focus in the area of smart grids lies on new approaches for planning and operation of electric distribution grids with a high share of renewable energy resources and the involvement of active customers². In the last years, the topic of interaction between transmission network operators and distribution network operators has been anchored in the research landscape.

Austria has been successfully involved in recent activities of the International Smart Grid Action Network (ISGAN). The Federal Ministry for transport, innovation and technology supported by the Austrian Institute of Technology has also worked at the definition of the Annex 6 „Power Transmission and Distribution Systems“, in order to add importance to the topic distribution grid. Task 5 of ISGAN Annex 6 on the interaction between transmission and distribution system operators has been successfully coordinated by AIT and has led to internationally acknowledged results.

For the development and continuation of the activities in the timeframe 2016-2018, the following approach has been chosen:

1. Processing of Austrian expectations, experiences and projects in the area distribution and transmission interaction, including the discussion of experiences and conclusions with international experts within the Annexes.
2. International best practice analysis and consolidation of the interaction of transmission and distribution grid operator.
3. Transfer of international knowledge and experiences in ongoing and planned projects in Austria and strategic development of relevant topics through national networking activities.

The main result of the Austrian participation is the generation of knowledge in long term concepts for the development of an intelligent and smart electricity system including all voltage levels, as well as the development of fundamentals and strategies for the interaction of transmission and distribution grid operators.

² Technologieroadmap Smart Grids Austria, „Die Umsetzungsschritte zum Wandel des Stromsystems bis 2020“, Technologieplattform Smart Grids Austria, Wien 2015

In the course of 2016, a study in which the possibilities of a “Single Marketplace for Flexibility” were investigated, was completed. In this study, a concept has been introduced in which all suppliers of flexibility would be able to offer their services in a single marketplace to which both TSOs and DSOs have access. This concept has been presented and discussed internationally in 2016. Moreover, a discussion paper on the data-exchange between transmission and distribution network operators and the corresponding ICT infrastructure requirements has been completed and disseminated.

This Annex 6 contribution allowed a strategic development and in-depth analysis of the topic of interaction between transmission and distribution network operators on the level of the international energy agency, with an international agenda setting guided by Austria.

2. Einleitung

Aus umweltpolitischen Gründen spielt in zukünftigen Energiesystemen die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern eine entscheidende Rolle. Eine kostengünstige Einbindung der Erneuerbaren in die bestehende Netzinfrastruktur erfordert „intelligente“ elektrische Netze, um eine gleichbleibende oder verbesserte Versorgungssicherheit und -Qualität zu gewährleisten.

Entsprechend der strategischen Positionierung und der Forschungsschwerpunkte in Österreich liegt der nationale Fokus auf neuen Ansätzen für die Planung und den Betrieb von elektrischen Verteilnetzen mit einem hohen Anteil dezentraler, erneuerbarer Energieressourcen und der Einbindung von aktiven Kunden. Mit diesem Schwerpunkt konnte sich Österreich in den letzten Jahren auf europäischer (z.B. SET Plan Aktivitäten, European Technology and Innovation Platform on Smart Networks for Energy Transition ETIP SNET, European Energy Research Alliance EERA), wie auch auf internationaler Ebene (IEA ISGAN Annex 6, Mission Innovation IC#1 on Smart Grids) ausgezeichnet positionieren.

IEA ISGAN Annex 6 bringt Experten zum Thema Übertragungs- und Verteilernetzbetrieb zusammen und ermöglicht einen internationalen Erfahrungs- und Wissensaustausch. Durch die weltweite Vernetzung im Smart-Grid-Bereich wird sichergestellt, dass Österreich an den neuesten Entwicklungen teilhaben wird und seine Forschungsergebnisse und -vorhaben mit anderen Partnerländern diskutieren kann. Durch das Einbringen der international anerkannten Erfahrungen Österreichs auf Ebene der Internationalen Energieagentur, wird es möglich, Umwelt- und Energiepolitik auf allen Ebenen aktiv mit zu gestalten und entsprechende Beiträge in strategischen energiepolitischen Papieren der Internationalen Energieagentur zu liefern. Damit wird eine synergetische Abstimmung der österreichischen und internationalen Umwelt- und Energiepolitik im Spannungsfeld der zukünftigen Elektrizitätssysteme gewährleistet.

Wesentliches Ziel der Beteiligung Österreichs am IEA ISGAN Annex 6 ist der weitere Ausbau der Positionierung der österreichischen Projektvorhaben und die Generierung von Erkenntnissen im Bereich der Interaktion von aktiven Verteilnetzen mit dem Übertragungsnetz und im Speziellen, welche Dienstleistungen aus dem Verteilnetz an das Übertragungsnetz geliefert werden können und wie der Einfluss von aktiven Verteilnetzen auf Übertragungsnetze ist. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse können direkt in die laufenden und geplanten österreichischen Forschungs- und Entwicklungsprojekte einfließen.

Dadurch ergibt sich eine Steigerung der Effizienz der österreichischen Energieforschung, da die Möglichkeit besteht nationale Erfahrungen und Erkenntnisse unmittelbar einem internationalen Diskurs zu stellen und aktuelle internationale Erfahrungen und Entwicklungen direkt nach Österreich zu transferieren. Dies wird durch Diskussion und Workshops mit der Nationalen Technologieplattform Smart Grids Austria, durch direkte Zusammenarbeit mit der Fachabteilung Energie und Umwelt des BMVIT und durch Transfer des Wissens in laufende und geplante nationale Projektvorhaben (vielfach mit direkter Beteiligung des Austrian Institute of Technology) gewährleistet.

Der Fokus des österreichischen Beitrags zum ISGAN Annex 6 ist die Interaktion zwischen Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber. Dabei werden die technische Interaktion, der notwendige Datenaustausch und Markt- und regulatorische Aspekte behandelt. Diese Thematik hat weltweit unterschiedliche Voraussetzungen und auch der Stand der Forschung ist unterschiedlich in den teilnehmenden Ländern. Der internationale Erfahrungsaustausch durch ISGAN ist eine einzigartige Möglichkeit, von Ländern außerhalb Europas zu lernen und in Österreich entwickeltes Know-how und Technologien zu exportieren. Die österreichische Beteiligung an ISGAN Annex 6 seit dem Start in 2012 hat die Basis gelegt für die vertiefende Analyse und die Diskussionen der letzten Jahre.

Der vorliegende Bericht gliedert sich wie folgt: in Kapitel 3 werden die Struktur und die Inhalte des International Smart Grid Action Networks im Allgemeinen und der Annex 6 im Speziellen dargestellt. In Kapitel 4 werden die konkreten Ergebnisse des Vorhabens und die methodische Vorgehensweise im Projekt erläutert. Ein Teil der Ergebnisse stellt der Know-how Transfer nach Österreich dar, welcher in Kapitel 5 dargestellt ist. Schlussfolgerungen zum Projekt sind im Kapitel 6 zu finden.

3. Hintergrundinformation zum Projektinhalt

Die Strukturen des Elektrizitätssektors sind sehr komplex und reichen von der Stromerzeugung auf allen Spannungsebenen, der Übertragung im Höchstspannungsnetz und der Verteilung auf Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungsebene bis zu den Endnutzern. Da ein *Technical Collaboration Programme* alleine unmöglich all diese zahlreichen Aspekte abdecken kann, konzentrieren sich die Aktivitäten innerhalb ISGANs auf Bereiche, in welchen Staaten Regulierungsaufsicht bzw. andere Hebelwirkung besitzen. Das im Jahr 2011 vom Clean Energy Ministerial initiierte International Smart Grid Action Network (ISGAN) hat demnach folgende fünf Schwerpunkte: „Policy, Standards and Regulation“, „Finance and Business Models“, „Technology and systems development“, „Users and consumers engagement“ und „Workforce skills and knowledge“.

ISGAN wird gemeinsam von der Internationalen Energieagentur und dem Clean Energy Ministerial getragen (siehe Abbildung 1). Die ISGAN Mitglieder berichten periodisch über den Fortschritt und aktuelle Projekte an die IEA und auch an die Minister des Clean Energy Ministerial. Das Clean Energy Ministerial (CEM) setzt sich aus Ministern von 24 Ländern zusammen und trifft sich einmal im Jahr. Bei diesem Treffen werden auch jeweils Key Messages aus IEA ISGAN vorgestellt. ISGAN ist eine von 13 offiziellen CEM Initiativen (siehe auch Abbildung 2).



Abbildung 1: Struktur und Einbettung IEA ISGAN

Participation in Clean Energy Ministerial Initiatives and Campaigns

30 June 2017

	Australia	Brazil	Canada	Chile	China	Denmark	European Commission	Finland	France	Germany	India	Indonesia	Italy	Japan	Korea	Mexico	Netherlands (observer)	Norway	Russia	Saudi Arabia	South Africa	Spain	Sweden	United Arab Emirates	United Kingdom	United States*
Appliances (SEAD)	●	●	●	●	●		■			●	■	●			●	●			●	●	●		●	●	●	■
Electric Vehicles (EVI)			●		■			●	●	●	●			●	●	●	●				●		●		●	■
Energy Management (EMWG)	●		■	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●				●	●		●	●		■
21st Century Power (21CPP)		●			●	●		●			■					■					●	●				■
Energy Access (Global LEAP)													●							●	●				●	■
Smart Grids (ISGAN)	●		●		●	●	●	●	●	●	●		■	●	■	●		●	●		●	●	■	●		■
Solar and Wind		●			●	■			●	■	●	●		●	●	●	●	●		●	●	■				●
Clean Energy Policy (Solutions Centre)	■		●		●				●		●	●	●			●							●	●		■
Women in Energy (C3E)			■	●				●			●		●	●		●					●		■	■		■
Advanced Cooling Challenge			●	●	●						■					●				●						●
Corporate Sourcing of Renewables		●			■	■	●			■						●							●	●		●
Energy Management			●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●			●		●		●	●		●
Global Lighting Challenge	●		●		●		●		●	●	■	●			●	●			●		●		●	●		●
EV 30@30			●		■			●	●		●			●		●	●						●			
Advanced Power Plant Flexibility		●	●		■	■	●			■	●	●		●		●				●	●	●		●		
Sustainable City/Eco-Energy Town Initiative					●										■	●								●		
Nearly Zero Energy Buildings			●				■		■	●										■						

■ Lead ● Participant
 † to be confirmed
 * US participation and leadership are under review

Abbildung 2: CEM Mitglieder und Initiativen (Stand Juni 2017, Quelle: CEM)

Die Mitglieder des IEA ISGAN setzen sich aktuell (Stand Juli 2018) aus folgenden Ländern zusammen: Österreich, Australien, Belgien, China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Indien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Mexico, Norwegen, Niederlande, Russland, Spanien, Schweden, Schweiz, Singapur, Südafrika und die USA.

Während in Entwicklungsländern grundlegende Energieversorgungssicherheit die höchste Priorität hat, spielt in Europa die verstärkte und kosteneffiziente Integration dezentraler, erneuerbarer Energie eine große Rolle.

ISGAN hat sich zum Ziel gesetzt, das Verständnis der Smart-Grid-Technologien zu verbessern und die Entwicklung und Verbreitung dieser Technologien weltweit voranzutreiben. Das beinhaltet auch die Änderung von regulatorischen Rahmenbedingungen, so dass ein günstiges Umfeld für Smart Grids geschaffen wird. ISGAN ist ein Netzwerk von nationalen Stakeholdern, welches einen dynamischen Wissensaustausch und technologische Unterstützung in allen Annexen gewährleistet. Dazu werden Informationen über Smart-Grid-Projekte, Praktiken und Richtlinien gesammelt, zusammengeführt und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Das BMVIT mit Unterstützung des Austrian Institute of Technology (AIT) hat aktiv an der Definition des Annexes 6 „Elektrizitäts- Transport- und Verteilsysteme“ mitgearbeitet. Hauptziel des Annexes 6 ist eine langfristige Vision für die Entwicklung eines intelligenten Elektrizitätssystems über alle Spannungsebenen zu etablieren. Die Anforderungen an das Netz haben sich in den letzten Jahren grundlegend geändert: es muss mit intermittierender Erzeugung und aktiven Konsumenten umgehen

können, muss Netzdienstleistungen anbieten und braucht flexible Ausgleichsmöglichkeiten wie Speichertechnologien.

Auf Initiative Österreichs wird in Annex 6 ein spezieller Fokus auf die Interaktion der unterschiedlichen Smart Grids Ansätze in den einzelnen Spannungsebenen gelegt. Dies deckt sich mit den strategischen Arbeiten und Zielen in der Europäischen Union - so wird die Interaktion von Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber in der Research and Innovation Roadmap des ETIP SNET³ als eine der wichtigsten Herausforderungen für zukünftigen Netzbetrieb erkannt. Auch aktuelle Position Papers⁴ der Stakeholder der europäischen Energiewirtschaft betonen die Wichtigkeit der Interaktion zwischen TSOs und DSOs.

Annex 6 adressiert die wichtigsten Aspekte in Bezug auf Netzplanung und –betriebsführung wie Risikomanagement, Auslastungssteigerung, Senkung der Wartungskosten und eine erhöhte Betriebszuverlässigkeit durch die Einführung von neuen Technologien. Bewährte Ansätze und Methoden von Smart-Grid-Technologien werden erfasst und Berichte bzw. Positionspapiere mit Systembezug erarbeitet.

Die Aktivitäten in Annex 6 sind derzeit in fünf Tasks verteilt.

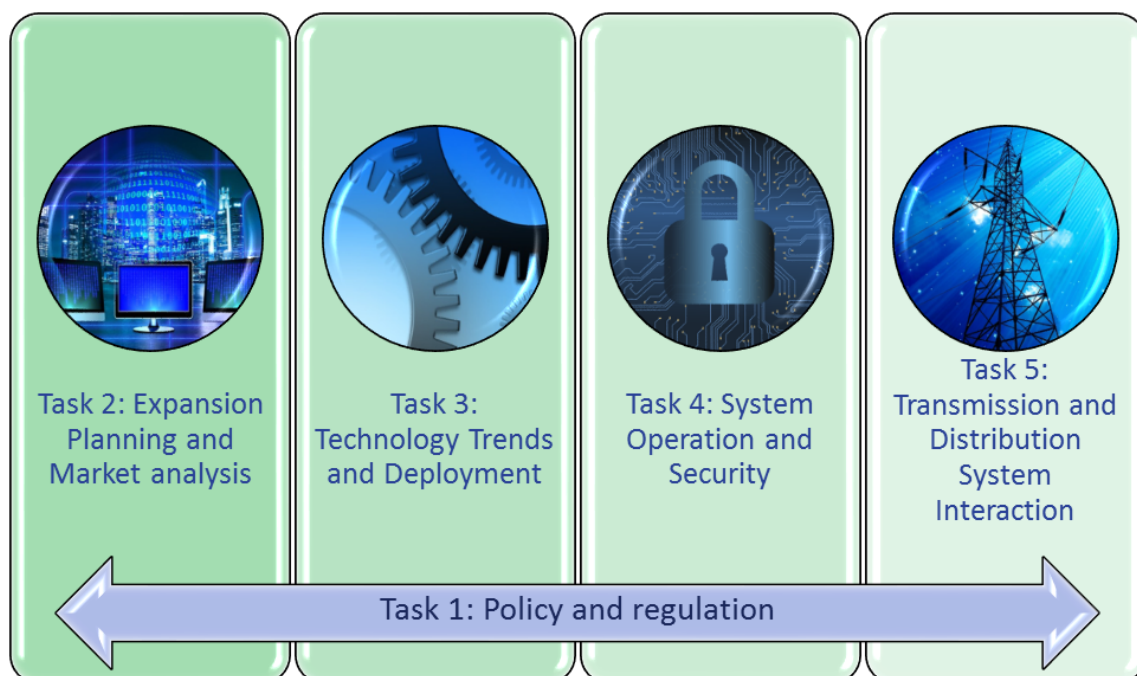


Abbildung 3: Tasks in ISGAN Annex 6

³ Final 10-year ETIP SNET R&I roadmap covering 2017-26; European Technology and Innovation Platform – Smart Networks for Energy Transition (ETIP SNET); 2016

⁴ General Guidelines for Reinforcing the Cooperation between TSOs and DSOs; CEDEC, EDSO, ENTSO-E, Eurelectric, GEODE; 2015

Die jeweiligen Tasks teilen sich in folgenden Haupt- und Teilaktivitäten:

Task 1: Policy and regulation (USA Lead)

- Activity 1.1: Identify current major economic, reliability and environmental policies and regulations that impact transmission and distribution systems.
- Activity 1.2: Assess the impacts and interactions among the economic, reliability and environmental policies and regulations for transmission and distribution systems.
- Activity 1.3: Identify and evaluate policy options that would support future smart grids with respect to combined transmission/distribution planning and operations tools that maximize system efficiency in the presence of distributed energy sources, storage, demand response and electric vehicles at the distribution system level.
- Activity 1.4: Assess the impacts and challenges of developing market designs and policy options for implementing advanced ICT, control, and other advanced technologies with respect to data sharing, cybersecurity and consumer sensitivities.

Task 2: Expansion Planning and Market analysis (Italy Lead)

- Activity 2.1: Assessment of available methods and tools for transmission expansion planning
- Activity 2.2: Potential of transmission technologies in enhancing power system exploitation
- Activity 2.3: Identification of requirements for tools addressing new transmission planning needs
- Activity 2.4: Analysis of market problems. Methods and tools for the analysis

Task 3: Technology trends and Deployment (Sweden Lead)

- Activity 3.1: Review of feasible technologies for enhanced T&D capacity and flexibility.
- Activity 3.2: Identify ICT priorities to enhance power system monitoring and control.
- Activity 3.3: Recommendations regarding the promotion and prioritization of technology demonstration activities and methods to speed up deployment of promising solutions for a smart and strong grid.
- Activity 3.4: Interacting and contributing to key international projects

Task 4: System Operation Management and Security (Norway Lead)

- Activity 4.1: Balancing control: Assessment of available methods and tools for power balancing assessments and the need for new tools.
- Activity 4.2: Wide Area Monitoring Systems (WAMS): Assessment of promising applications of Wide Area Monitoring Systems for improving situational awareness in system operation. Identify the need for developments of tools and security standards in order to accelerate the implementation and deployment of WAMS technology.

- Activity 4.3: System control for a smarter transmission grid: Assessment of the most promising control applications for managing the future power systems, including Wide area protection and control, FACTS applications and control of multi-terminal HVDC grids.

Task 5: Transmission & distribution system interaction and optimization (Austria Lead)

- Activity 5.1: Interaction of future control approaches at transmission and distribution level
- Activity 5.2: Market, policy and regulatory framework for T&D interaction
- Activity 5.3: T&D data and information exchange and required ICT

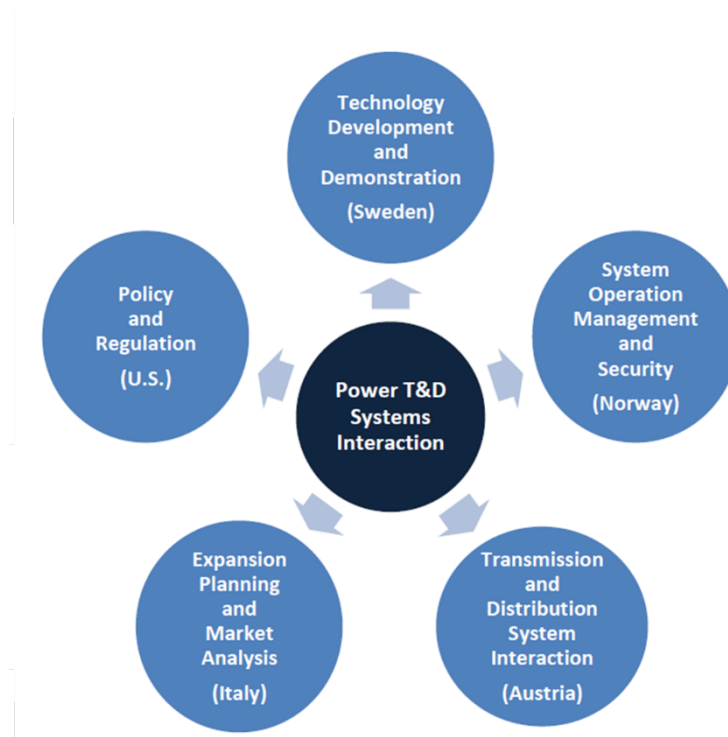


Abbildung 4: Integrativer Ansatz IEA ISGAN Annex 6

Annex 6, mit RISE als Operating Agent, wurde im März 2012 einstimmig vom ISGAN ExCo genehmigt. Das aktuelle Annex 6 Arbeitsprogramm (Programme of Work, im Anhang übermittelt) wurde in März 2018 vom ExCo genehmigt und erstreckt sich bis Februar 2019. Die USA mit dem Department of Energy leiten Task 1. Italien, vertreten durch RSE SpA, leitet Task 2, Schweden leitet mit RISE Task 3 und SINTEF Energy Research leitet im Auftrag von Norwegen Task 4. Seit Herbst 2013 leitet Österreich mit dem AIT den Task 5. Die restlichen teilnehmenden Länder sind: Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Indien, Irland, Kanada, die Niederlande, Südafrika, Schweiz.

Wie oben bereits dargestellt liegt der Schwerpunkt in Österreich auf der Erforschung von neuen Ansätzen für die Planung und den Betrieb von elektrischen Verteilnetzen mit einem hohen Anteil dezentraler, erneuerbarer Energieressourcen und der Einbindung von aktiven Kunden.

In den letzten Jahren bekam die Interaktion zwischen Netzbetreibern mehr Aufmerksamkeit und Netzbetrieb wird zunehmend integrativ betrachtet, sowie ISGAN Annex 6 es im Zielbild hat (siehe Abbildung 5). Derzeit gibt es mehrere nationale Forschungsvorhaben zu diesem Thema (u.a. abgeschlossene und laufende Projekte wie HybridVPP4DSO⁵, ABS4TSO⁶). Eine vergleichbare Evolution hat sich auf europäische Ebene abgezeichnet mit Beispielprojekten wie ELECTRA IRP⁷, SmartNet⁸ und Interplan⁹ (jeweils mit Österreichischer Beteiligung).

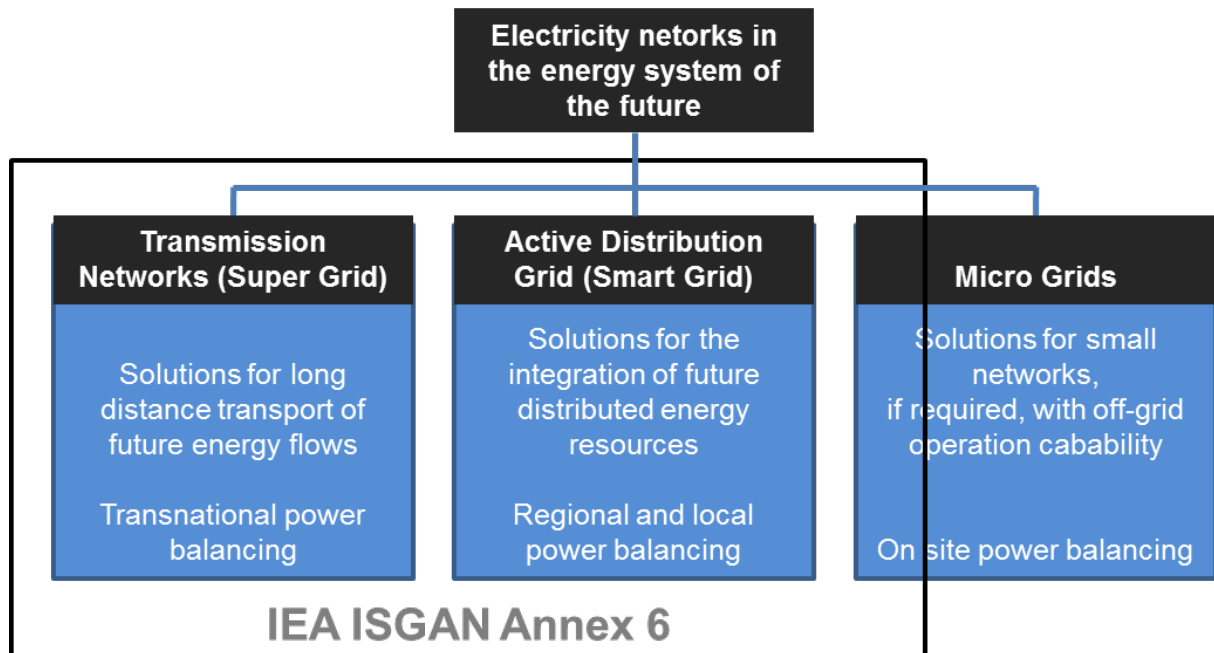


Abbildung 5: integrative Betrachtung von Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetrieb

Der wesentliche Innovationsgehalt der Beteiligung Österreichs an IEA ISGAN Annex 6 liegt darin österreichische Erfahrungen zum Thema Interaktion zwischen Netzbetreibern ein internationales Publikum vorzustellen und zu diskutieren und zeitgleich von internationale Forschungsvorhaben zu diesem Thema zu lernen und diese *lessons learned* entsprechend in Österreich zu verwerten.

Durch die möglichst rasche Integration dieser Erkenntnisse in die laufenden Forschungsvorhaben kann der Technologievorsprung Österreichs auf dem Gebiet der Integration von dezentralen Energieerzeugungsressourcen weiter nachhaltig ausgebaut werden.

In der Interaktion von Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber sind folgende Aspekte zu berücksichtigen: die technische Interaktion, der Datenaustausch und IKT-Anforderungen, der Markt und das Regulierungssystem. Sowohl die technische Interaktion als auch die Marktaspekte sind in

⁵ http://www.hybridvpp4dso.eu/front_content.php

⁶ <https://www.energieforschung.at/projekte/1012/advanced-balancing-services-for-transmission-system-operators>

⁷ <http://www.electrairp.eu/>

⁸ <http://smartnet-project.eu/>

⁹ <http://interplan-project.eu/>

ISGAN Annex 6 Beteiligungen im Zeitraum 2012 bis 2016 behandelt worden und resultierten in zwei Diskussionspapieren:

- Ein Diskussionspapier in dem die möglichen Anwendungsfälle einer Interaktion zwischen Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber identifiziert wurden und einen internationalen Vergleich unterzogen wurden¹⁰.
- Ein zweites Diskussionspapier in dem der koordinierte Einsatz von Flexibilität zur Unterstützung von Übertragungs- und Verteilnetzbetrieb adressiert wurde und ein Marktkonzept für die koordinierte Verwendung von Flexibilität vorgestellt und bewertet wurde¹¹.

Beide Diskussionspapiere wurden auf mehrere Tagungen präsentiert und diskutiert. Damit konnte eine ausgezeichnete Positionierung und Sichtbarkeit Österreichs und des AIT bei unterschiedlichen Stakeholder in diesem Themenkomplex erreicht werden.

Im Zeitraum 2016 bis 2018 wurde auch der letzte Teilaspekt der Interaktion zwischen Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber, nämlich der Datenaustausch und die IKT-Anforderungen, bearbeitet (siehe Kapitel 4).

Das primäre Ziel der österreichischen Beteiligung an IEA ISGAN Annex 6 ist das Generieren von Wissen für langfristige Konzepte für die Entwicklung eines intelligenten, integrierten Gesamtsystems der Elektrizitätsversorgung über alle Spannungsebenen und der Erarbeitung von Grundlagen und Strategien für die Interaktion von Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreibern.

Der österreichische Ansatz für die Beteiligung an IEA ISGAN Annex 6 ist das Aufbereiten der Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Vielzahl von Projekten zum Thema aktive Verteilnetze in Österreich im Kontext der Interaktion zwischen Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber, der internationale Erfahrungsaustausch zu diesem Thema, sowie vor allem die Analyse und der Erkenntnisgewinn in Bezug auf diese Inhalte.

Dazu wird in der österreichischen Annex 6 Beteiligung folgender Ansatz gewählt:

1. Aufbereitung der österreichischen Erwartungen, Erfahrungen und Projekte im Bereich Interaktion von Übertragungsnetzbetrieb und aktivem Verteilnetzbetrieb, sowie Diskussion der Erkenntnisse und Erfahrungen mit internationalen Experten innerhalb des Annexes (Know-how-Austausch)
2. Internationale Analyse und Konsolidierung der Interaktion Verteilnetzbetreiber - Übertragungsnetzbetreiber
3. Einbringung der Erkenntnisse in die laufenden und geplanten Projektvorhaben in Österreich, sowie in die strategische Weiterentwicklung der Themen durch nationale Vernetzungsaktivitäten

¹⁰ TSO-DSO Interaction: An overview of current interaction between transmission and distribution system operators and an assessment of their cooperation in Smart Grids; Antony Zegers, Helfried Brunner, 2014

¹¹ Single Marketplace for Flexibility; Antony Zegers, Thomas Natiesta, 2017

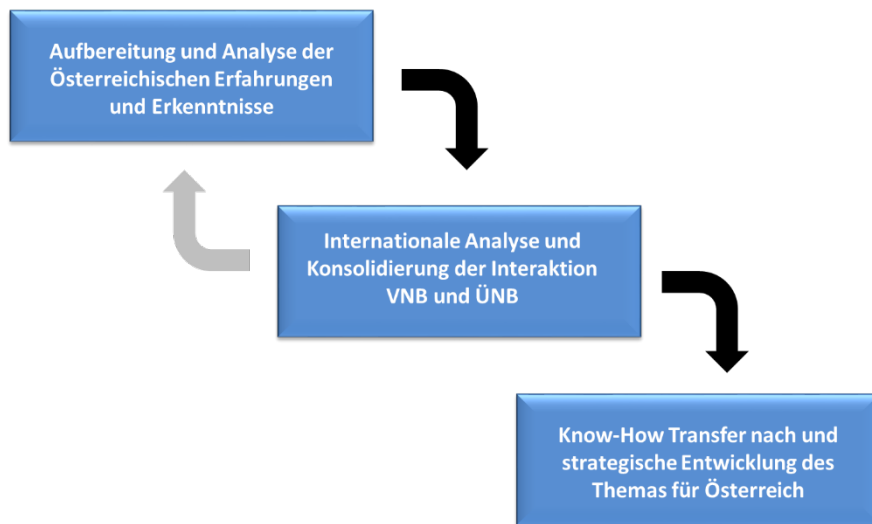


Abbildung 6: Ansatz Österreichische Beteiligung IEA ISGAN Annex 6

Mit den Aktivitäten innerhalb ISGAN Annex 6 besteht die Chance sich, aufbauend auf dem bisherigen Österreichischen Fokus im Bereich aktiver Verteilnetze, international im Themenbereich „Interaktion von Übertragungsnetzen und Verteilnetzen“ weiterhin führend zu positionieren und der heimischen Forschung und Wirtschaft einen klaren Wettbewerbsvorteil zu schaffen. Die in ISGAN Annex 6 beteiligten Länder spannen sich um den gesamten Erdball. Die Aktivitäten werden von Global Smart Grid Federation (GSGF), European Distribution System Operators for Smart Grids (EDSO for SmartGrids), European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) und Council of European Energy Regulators (CEER) unterstützt.

4. Ergebnisse des Projektes

Wie oben im Detail dargestellt sind die zwei wesentlichen Ziele:

1. Einbindung der Erfahrungen und Erkenntnisse nationaler Projektvorhaben, die Positionierung Österreichs im Annex 6 und die Leitung des Task 5
2. Internationale Analyse und Konsolidierung der Interaktion Verteilnetzbetreiber – Übertragungsnetzbetreiber

Aus der inhaltlichen Arbeit in ISGAN Annex 6 sind mehrere Veröffentlichungen zum Thema Interaktion von Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber und zu anderen Themen in ISGAN Annex 6 entstanden. Diese Ergebnisse werden hier aufgelistet und sind als separate Dokumente zum Download verfügbar.

Ergebnisse in Form des Vernetzens und Know-how Transfer nach Österreich sind in Kapitel 5 ausgeführt.

4.1. Diskussionspapier “ICT aspects of TSO-DSO interaction”

Dieses Diskussionspapier sammelt Anforderungen an IKT und Datenaustausch in Bezug auf die Zusammenarbeit zwischen TSOs und DSOs, basierend auf Experten-Feedback aus neun Ländern.

Synopsis

Dieses Diskussionspapier untersucht die zukünftigen Anforderungen bezüglich IKT und Datenaustausch zwischen Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern. Dazu wurde das Experten-Feedback aus neun Ländern gesammelt und konsolidiert.

Zukünftig wird eine intensivere Interaktion zwischen Netzbetreibern erwartet. Dazu spielt Datenaustausch und die dafür notwendige IKT-Infrastruktur eine zentrale Rolle. Weltweit werden Projekte zu diesem Thema durchgeführt, in denen zum Beispiel eine zentrale Datenplattform für den Austausch von Meterdaten oder für die Berechnung vorhandener Flexibilität untersucht wird.

Die Herausforderungen für eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern wurden identifiziert, sowohl auf der technischen Ebene (z.B. der Umgang mit komplizierten Modellen, IKT-Sicherheitsaspekte) als auch auf der organisatorischen Ebene (z.B. Kosten für benötigte Infrastruktur).

Quelle

ICT aspects of TSO-DSO interaction - *Data exchange and ICT requirements along organizational interaction between TSO and DSO*, Mark Stefan, Antony Zegers, Friederich Kupzog (all AIT), ISGAN Annex 6, 2018

Downloadlink

Die Publikation auf der ISGAN Website wird demnächst durchgeführt.

4.2. Diskussionspapier “Storage and balancing”

Dieser Bericht analysiert wie Großspeicher und die transnationale Bereitstellung von Regelenergie zu stabilem Netzbetrieb beitragen können.

Synopsis

Erwartet wird, dass zukünftig mehr Flexibilität für einen stabilen Netzbetrieb benötigt wird. Die benötigte Flexibilität kann von Großspeicheranlagen zur Verfügung gestellt werden, aber auch die Flexibilität von Nachbarländer kann verwendet werden. Weiters könnten flexible Lasten und Erzeugungsanlagen, die im Verteilernetz integriert sind, Regelenergie bereitstellen. Dazu wären aber Änderungen im bestehenden Regelwerk notwendig, damit vorhandene Flexibilität effizienter eingesetzt werden könnte. Die in dieser Arbeit vorgestellten Konzepte würden eine Antwort bieten auf einige Herausforderungen, die sich derzeit auf Übertragungsebene stellen, insbesondere in Bezug auf Engpassmanagement. Dieses Diskussionspapier beschreibt das Potential der behandelten Strategien basierend auf Ergebnisse aus mehreren europäischen Forschungsprojekten.

Quelle

Storage and balancing as key elements for future network planning and electricity markets design, Roberto Calisti, Angelo L’Abbate, Gianluigi Migliavacca, Alessandro Zani (all RSE S.p.A.), Philip Overholt (U.S. Department of Energy), Olivia Valentine, Brian Marchionini (Energetics Incorporated), IEA ISGAN Annex 6, 2017

Downloadlink

<http://www.iea-iskan.org/storage-and-balancing-as-key-elements-for-future-network-planning-and-electricity-markets-design/>

4.3. Diskussionspapier “The role of microgrids”

Dieser Bericht beschreibt wie Microgrids zu einer globalen Elektrifizierung und einer Reduktion von CO₂-Emissionen beitragen können.

Synopsis

Weltweit werden vermehrt Microgrids gebaut und betrieben. Diese ermöglichen Elektrizitätsversorgung in Entwicklungsländern und eine Reduktion von CO₂-Emissionen und können damit zur Erreichung der globalen Klimaziele beitragen.

Diese Arbeit bietet eine Grundlage für die internationale Diskussion zur Erreichung der UN Ziele zum Thema „nachhaltige Energie für alle“, basierend auf relevante *Case Studies*. Folgende Aspekte werden dabei adressiert:

- Eine Analyse der Interaktion zwischen Microgrids und Verbundnetzen.
- Eine Analyse der Entscheidungsparameter für die Elektrifizierung durch Erweiterung eines Verbundnetzes oder mithilfe eines Microgrids, unter Berücksichtigung geografischer, topologischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.
- Eine Analyse der Anforderungen für Microgrids, basierend auf deren Verwendung und des Bedarfs der Endverbraucher.

Eine solide Planung, angemessenen Anforderungen und eine klare Regulierung für Microgrids ermöglichen einen effektiven Einsatz dieser Technologie und positive Business Cases für die involvierten Stakeholder.

Quelle

The role and interaction of microgrids and centralized grids in developing modern power systems – A case review, Jonas Tjäder, Susanne Aceby, ISGAN Annex 6, 2016

Downloadlink

<http://www.iea-iskan.org/the-role-and-interaction-of-microgrids-and-centralized-grids-in-developing-modern-power-systems-2/>

4.4. Diskussionspapier “System Efficiency”

Dieses Diskussionspapier beschreibt mögliche Maßnahmen um die Systemeffizienz der Energieversorgung zu erhöhen.

Synopsis

In Hinblick auf ein zukunftsfähiges Energiesystem, spielt die Effizienz dieses Systems eine zentrale Rolle. Systemeffizienz umfasst viele Aspekte wie CO₂- Emissionen, energetische Effizienz und wirtschaftliche Effizienz.

Um die Effizienz eines Systems zu erhöhen stehen einige Lösungen zur Verfügung. In dieser Arbeit wurden fünf strategische Themen ausgewählt und festgelegt: multi-Energie Systeme, elektrische Speicher, elektrische Mobilität, Demand Side Management und Automatisierungs- und Sensortechnologie. Einen Überblick von aktuellen Aktivitäten und Initiativen in unterschiedlichen Ländern wird gegeben.

Die Effizienzmaßnahmen und Indikatoren die in diesem Bericht identifiziert wurden, spielen eine zentrale Rolle um die Vision eines umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Energiesystems zu verwirklichen.

Quelle

System Efficiency, Giovanni Beccuti, IEA ISGAN Annex 6, 2018

Downloadlink

<http://www.iea-isgan.org/system-efficiency/>

4.5. Weitere geplante Deliverables

Folgende Deliverables, mit österreichischer Beteiligung, sind derzeit noch in Arbeit und werden voraussichtlich in 2019 fertiggestellt:

- Diskussionspapier zum Thema “TSO-DSO interaction schemes”, basierend auf dem Forschungsprojekt SmartNet (Lead: Italien)
- Ein Diskussionspapier zum Thema “Interoperability of digital (ICT) systems in energy sector” (Lead: Deutschland)
- Ein Diskussionspapier zum Thema „Flexibility Requirements in Future Power Systems“ (Lead: Schweden)

5. Vernetzung und Ergebnistransfer

Die österreichische Zielgruppe umfasst die elektrische Energiewirtschaft, insbesondere Netzbetreiber und Entscheidungsträger. Aufgrund des eher technischen Inhalts der Arbeiten in Annex 6 wurden Netzbetreiber eingebunden bei der Erstellung der aus Österreich geführten Diskussionspapiere. Relevante Inputs wurden gesammelt mithilfe von einem Fragebogen und in bilateralen Gesprächen. Der Ergebnistransfer nach Fertigstellung der Arbeiten erfolgte auf nationale Ebene über die nationale Technologieplattform Smart Grids und in bilateralen Kontakten mit Netzbetreibern und auf internationale Ebene durch folgende Aktivitäten:

- Präsentation der Annex 6 Arbeiten zum Thema Interaktion zwischen Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber in einem Panelgespräch bei der InnoGrid2020+ Konferenz
- Präsentation und Diskussion des Diskussionspapiers „Single Marketplace for Flexibility“ bei der ENTSO-E Arbeitsgruppe zum Thema TSO-DSO Interaktion
- Präsentation und Diskussion des Diskussionspapiers „ICT and data exchange aspects of TSO-DSO interaction“ im Rahmen der IRED 2018 Konferenz

Die im Annex 6 Task 5 gewonnene Erkenntnisse fließen in nationale und internationale Projekte mit Beteiligung des AIT ein. Beispiele sind: HybridVPP4DSO¹², ABS4TSO¹³, ELECTRA IRP¹⁴, SmartNet¹⁵ und Interplan¹⁶.

Im Rahmen der zwei Mal im Jahr stattfindenden Meetings aller Mitglieder der Technologieplattform Smart Grids Austria, mit nationalen und internationalen Vorträgen, wird im Rahmen der Übersicht internationaler Aktivitäten jeweils ein Statusbericht der Aktivitäten in ISGAN gegeben.

Es gab regelmäßige informelle Meetings mit dem BMVIT, wo die aktuellen Aktivitäten und Erkenntnisse aus den Aktivitäten innerhalb von IEA ISGAN Annex 6 berichtet und abgestimmt wurden.

Ohne das vorliegende Projekt und der dahinterliegenden Finanzierung durch das BMVIT wäre es nicht möglich gewesen, Österreich in der Form mit dem Themengebiet Interaktion von Übertragungsnetz und Verteilnetz zu positionieren. Die Leitung der Task 5 und der dazugehörige Austausch mit internationalen Experten erlauben den Aufbau eines breiten Wissens. Mit dieser Position und dem Wissen können sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene Forschungs- und Technologieentwicklungsprojekte entwickelt und vorangetrieben werden.

¹² http://www.hybridvpp4dso.eu/front_content.php

¹³ <https://www.energieforschung.at/projekte/1012/advanced-balancing-services-for-transmission-system-operators>

¹⁴ <http://www.electrairp.eu/>

¹⁵ <http://smartnet-project.eu/>

¹⁶ <http://interplan-project.eu/>

6. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Mit den oben dargestellten Ergebnissen konnte sich das Projektteam auf internationaler Ebene im Bereich der Interaktion von Übertragungsnetz und Verteilnetz ausgezeichnet positionieren und entsprechendes Wissen sammeln.

Das jüngste Diskussionspapier zum Thema „ICT and data exchange aspects of TSO-DSO interaction“ ergänzt die vorherigen Arbeiten im Bereich der Interaktion von Übertragungsnetz und Verteilnetz, welche auf die grundlegenden technischen Herausforderungen und auf die Marktaspekte der Interaktion von Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber fokussierten. Diese drei Arbeiten zeigen die Notwendigkeit und das Potential einer engeren Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern auf unterschiedlichen Spannungsebenen. Im internationalen Kontext gibt es bereits erste Erfahrungen und Best Practices, die auch im österreichischen Kontext relevant sind. Für die einzelnen Details wird auf die entsprechende Deliverables (siehe Kapitel 4) verwiesen.

In den vergangenen Jahren wurden erste Demonstrationsprojekten gestartet und Ergebnisse werden in den kommenden Monaten und Jahren erwartet. Es wird ermöglichen die Ansätze und Konzepte aus den Annex 6 Arbeiten im Licht dieser Ergebnisse zu prüfen und konkrete Lessons Learned aus nationalen und internationalen Forschungsprojekten zu sammeln und den relevanten Stakeholdern bereitzustellen.

Diese Stakeholder sind nach wie vor, auf nationale Ebene, Netzbetreiber, Energieversorger, Industriebetriebe und Forschungsakteure. Dazu gibt es laufende Abstimmungen mit dem BMVIT und Vorträge im Rahmen der Smart Energy Systems Week und der nationalen Technologieplattform Smart Grid Austria.

Auch der Austausch mit laufenden nationalen und Europäischen Forschungsprojekten mit österreichischer Beteiligung wird weiterhin stattfinden.

Das Projektteam wird die vorliegenden und zukünftig zu erwartenden Ergebnisse in Diskussionen mit dem Klima- und Energiefond zur strategischen Abstimmung möglicher Ausschreibungsthemen rund um die Interaktion von Übertragungs- und Verteilnetz auf nationaler Ebene einbringen.

7. Verzeichnisse

7.1. Literaturverzeichnis

Folgende relevante Publikationen wurden kürzlich veröffentlicht und sind auf der ISGAN Website verfügbar:

- TSO-DSO Interaction: An overview of current interaction between transmission and distribution system operators and an assessment of their cooperation in Smart Grids; Antony Zegers, Helfried Brunner, IEA ISGAN Annex 6, 2014

Link: <http://www.iea-isgan.org/tso-dso-interaction-an-overview-of-current-interaction-between-transmission-and-distribution-system-operators-and-an-assessment-of-their-cooperation-in-smart-grids/>

- Single Marketplace for Flexibility; Antony Zegers, Thomas Natiesta, IEA ISGAN Annex 6, 2016
Link: <http://www.iea-isgan.org/single-marketplace-for-flexibility/>
- ICT aspects of TSO-DSO interaction - *Data exchange and ICT requirements along organizational interaction between TSO and DSO*, Mark Stefan, Antony Zegers, Friederich Kupzog (all AIT), ISGAN Annex 6, 2018
Link: Die Publikation auf der ISGAN Website wird demnächst durchgeführt.
- System Efficiency, Giovanni Beccuti, IEA ISGAN Annex 6, 2018
Link: <http://www.iea-isgan.org/system-efficiency/>
- Storage and balancing as key elements for future network planning and electricity markets design, Roberto Calisti, Angelo L'Abbate, Gianluigi Migliavacca, Alessandro Zani (all RSE S.p.A.), Philip Overholt (U.S. Department of Energy), Olivia Valentine, Brian Marchionini (Energetics Incorporated), IEA ISGAN Annex 6, 2017
Link: <http://www.iea-isgan.org/storage-and-balancing-as-key-elements-for-future-network-planning-and-electricity-markets-design/>
- The role and interaction of microgrids and centralized grids in developing modern power systems – A case review, Jonas Tjäder, Susanne Aceby, ISGAN Annex 6, 2017
Link: <http://www.iea-isgan.org/the-role-and-interaction-of-microgrids-and-centralized-grids-in-developing-modern-power-systems-3/>
- Spotlight on Smart and Strong Power T&D Infrastructure – Case Book, Séamus Power e.a. , ISGAN Annex 6, 2017
Link: <http://www.iea-isgan.org/spotlight-on-smart-and-strong-power-td-infrastructure/>

7.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur und Einbettung IEA ISGAN	9
Abbildung 2: CEM Mitglieder und Initiativen (Stand Juni 2017, Quelle: CEM)	10
Abbildung 3: Tasks in ISGAN Annex 6.....	11
Abbildung 4: Integrativer Ansatz IEA ISGAN Annex 6	13
Abbildung 5: integrative Betrachtung von Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetrieb	14
Abbildung 6: Ansatz Österreichische Beteiligung IEA ISGAN Annex 6	16


7.3. Abkürzungsverzeichnis

AIT	Austrian Institute of Technology
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
CEM	Clean Energy Ministerial
CEER	Council of European Energy Regulators
DSO	Distribution System Operator
EDSO	European Distribution System Operators' Association
EEGI	Electricity Grid Initiative
EERA	European Energy Research Alliance
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
ETIP - SNET	European Technology & Innovation Platform - Smart Networks for Energy Transition
ExCo	Executive Committee
GSGF	Global Smart Grid Federation
ICT	Information and Communication Technology
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IEA	Internationale Energieagentur
ISGAN	International Smart Grid Action Network
SET Plan	Strategic Energy Technology Plan
T&D	Transmission and Distribution
TSO	Transmission System Operator
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VNB	Verteilnetzbetreiber

8. Anhang

Folgende ergänzende Informationen sind als separate Dokumente verfügbar:

- TSO-DSO Interaction: An overview of current interaction between transmission and distribution system operators and an assessment of their cooperation in Smart Grids; Antony Zegers, Helfried Brunner, IEA ISGAN Annex 6, 2014
- Single Marketplace for Flexibility; Antony Zegers, Thomas Natiesta, IEA ISGAN Annex 6, 2016
- ICT aspects of TSO-DSO interaction - *Data exchange and ICT requirements along organizational interaction between TSO and DSO*, Mark Stefan, Antony Zegers, Friederich Kupzog (all AIT), ISGAN Annex 6, 2018
- System Efficiency, Giovanni Beccuti, IEA ISGAN Annex 6, 2018
- Storage and balancing as key elements for future network planning and electricity markets design, Roberto Calisti, Angelo L'Abbate, Gianluigi Migliavacca, Alessandro Zani (all RSE S.p.A.), Philip Overholt (U.S. Department of Energy), Olivia Valentine, Brian Marchionini (Energetics Incorporated), IEA ISGAN Annex 6, 2017
- The role and interaction of microgrids and centralized grids in developing modern power systems – A case review, Jonas Tjäder, Susanne Aceby, ISGAN Annex 6, 2017
- Spotlight on Smart and Strong Power T&D Infrastructure – Case Book, Séamus Power e.a. , ISGAN Annex 6, 2017



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)