

IEA International Smart Grid Action Network (ISGAN) Annex 5: Internationales Netzwerk für Smart-Grids-Forschungsinfrastruktur

Arbeitsperiode 2019 – 2021

R. Bründlinger, T. Strasser,
M. Calin, S. Windischberger

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

40/2021

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

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Interimistischer Leiter: DI Theodor Zillner

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 (ISGAN) Annex 5:
Internationales Netzwerk für
Smart-Grids-Forschungsinfrastruktur
Arbeitsperiode 2019 – 2021

R. Bründlinger, T. Strasser, M. Calin, S. Windischberger
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Wien, Juli 2021

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) 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 Theodor Zillner

Interimistischer Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	8
2	Abstract	10
3	Ausgangslage	11
4	Projekthalt	14
	4.1. Das internationale Netzwerk der Smart Grid Forschungseinrichtungen.....	14
	4.2. Arbeitsprogramm und Methoden.....	17
	4.3. Partnernetzwerke und Zielgruppen	19
5	Ergebnisse	20
	5.1. Übersicht und Darstellung der Ergebnisse.....	20
	5.2. Einbindung der Erfahrungen Österreichs und Austausch mit nationalen und internationalen Projekten und Netzwerkpartnern	20
	5.3. Entwicklung und Umsetzung konkreter Projekte und gemeinsame Nutzung der Smart Grids Forschungsinfrastrukturen.....	22
	5.3.1. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Verfahren für den Test von fortgeschrittenen Funktionen von Wechselrichtern (Test Protocols for Advanced Inverter Functions):	22
	5.3.2. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Fortgeschrittene Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)	26
	5.3.3. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Testen von Mikronetzen	29
	5.3.4. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Testen von Stromversorgungssystemen „Power System Testing“	30
	5.4. Übersicht der Publikationen	32
	5.5. Ausbau der Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grid Forschung	34
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	35
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	37

1 Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Das „Internationale Netzwerk der Smart Grids Labors und Forschungseinrichtungen (SIRFN)“ ermöglicht die weltweite Vernetzung von Smart Grids Labors und Forschungseinrichtungen. Als Teil des „International Smart Grid Action Network“ der Forschungsk Kooperation der Internationalen Energieagentur (IEA-ISGAN) unterstützt SIRFN, das Verständnis der Smart-Grid-Technologien zu verbessern und die Entwicklung und Verbreitung dieser Technologien weltweit voranzutreiben.

Inhalte und Zielsetzungen

Die Forschungsthemen im SIRFN sind die Integration von erneuerbaren Energien und dezentralen Ressourcen, die Entwicklung und Überprüfung neuer Konzepte wie Mikronetze sowie innovative Prüfverfahren für Erzeugungseinheiten, Komponenten und Systemen für die Stromversorgungsnetze.

Methodische Vorgehensweise

Durch aktive Mitarbeit im Rahmen des vorliegenden Projekts von 2019 bis 2021 konnten die Projektteilnehmer:innen Smart Grids Technologien und Systemkonzepte auf Basis gemeinsamer Methoden evaluieren. Die Beteiligung an SIRFN ermöglichte dabei konkret:

- den internationalen Austausch von Forschungsergebnissen und Best Practices,
- die gemeinsame Entwicklung, Erweiterung und Verbesserung der Möglichkeiten der teilnehmenden Forschungslabors, sowie
- die Schaffung eines Rahmens, der die teilnehmenden Labors und Länder bei der Planung und Durchführung von Smart Grids Projekten durch die Abstimmung von Testanforderungen mit dem in SIRFN verfügbaren Know-how unterstützt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das österreichische Teilvorhaben adressierte diese Themen entsprechend den inhaltlichen Schwerpunkten und schaffte damit umfassende Vorteile für die Smart Grids Forschung und Entwicklung:

- Gewährleistung der horizontalen Integration der nationalen und internationalen Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Umsetzung von Smart Grid Projekten
- Weitere Positionierung der österreichischen Smart Grid Forschungsinfrastruktur und die Generierung von Erkenntnissen im Bereich Smart Grids.
- Direkter Zugang zu aktuellen Ergebnissen und Erfahrungen führender internationaler Forschungseinrichtungen, wodurch u.a. die nationalen Ziele bei der Umsetzung von Smart Grids effizienter erreicht werden können.
- Know-how-Transfer nach Österreich und Einbringen der Erkenntnisse in die laufenden und geplanten Projektvorhaben in Österreich bzw. in die zukünftige strategische Entwicklung des Smart Grid Themas.

Österreich, das bereits von Beginn an als Gründungsmitglied im SIRFN mitwirkte, konnte durch die direkte Integration der im Rahmen der Teilnahme am SIRFN gewonnenen Erkenntnisse in die laufenden Forschungsvorhaben seinen Technologievorsprung auf dem Gebiet der Integration von dezentralen Energieerzeugungsressourcen sichern und nachhaltig ausbauen.

2 Abstract

Starting Point

The international network of Smart Grids research facilities and test beds (SIRFN), which is organized as independent project under the umbrella of International Energy Agency's International Energy Grid Action Network (IEA-ISGAN) gives participating countries the ability to evaluate Smart Grid technologies and systems approaches in a wide range of implementation use cases using common testing procedures. SIRFN is helping to improve the understanding of smart grid technologies and drive the development and diffusion of these technologies worldwide.

Content and objectives

The main research topics of SIRFN are the integration of renewable energy and distributed energy resources, the development and review of new power system concepts such as microgrids, and innovative test methods for generating units, components and systems for the power grids.

Approach and method

To support research, development and implementation of smart grid technologies more efficiently, SIRFN has formulated the following main objectives, which were addressed by the Austrian sub-project during the period 2019-2021, considering the national priorities:

- International exchange of research results, best practices and methods,
- Co-development and enhancement of the capabilities of participating research laboratories,
- Creating a framework to help participating laboratories and countries plan and execute smart grid projects by aligning test requirements with the know-how available in SIRFN.

Results and conclusions

The Austrian sub-project addressed these goals in close coordination with the SIRFN work program, achieving the following results:

- Ensuring the horizontal integration of national and international knowledge and experience in the implementation of smart grid projects
- Further positioning of the Austrian smart grid research infrastructure and generation of intelligence in the field of smart grids (international exchange of research results, best practices and methods for joint development, extension and improvement of the capabilities of participating research infrastructures).
- Direct access to a world-wide network of leading research laboratories and exchange of experiences between experts
- Transfer of know-how to Austria and introduction of insights into current and planned projects or into the future strategic development of the Smart Grid topic.

Austria, which has been a founding member of the SIRFN, was able to secure and sustainably expand its technological lead in the integration of decentralized energy generation resources by directly integrating the insights gained from participation in the SIRFN into ongoing research projects.

3 Ausgangslage

Das „International Smart Grid Action Network“ (IEA-ISGAN) hat sich zum Ziel gesetzt, auf globaler Ebene das Verständnis der Smart-Grid-Technologien zu verbessern und die Entwicklung und Verbreitung dieser Technologien weltweit voranzutreiben. Das beinhaltet sowohl technische Aspekte wie auch die 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 gewährleistet.

ISGAN wird gemeinsam von der Internationalen Energieagentur (IEA) und dem Clean Energy Ministerial (CEM) getragen (siehe Abbildung 1), an die regelmäßig berichtet wird. Das CEM setzt sich aus Ministerien von aktuell 24 Ländern zusammen und trifft sich einmal im Jahr (CEM Meeting). Bei diesem Treffen werden auch jeweils Key Messages aus IEA ISGAN vorgestellt und es finden Side-Events statt, die von ISGAN organisiert werden.

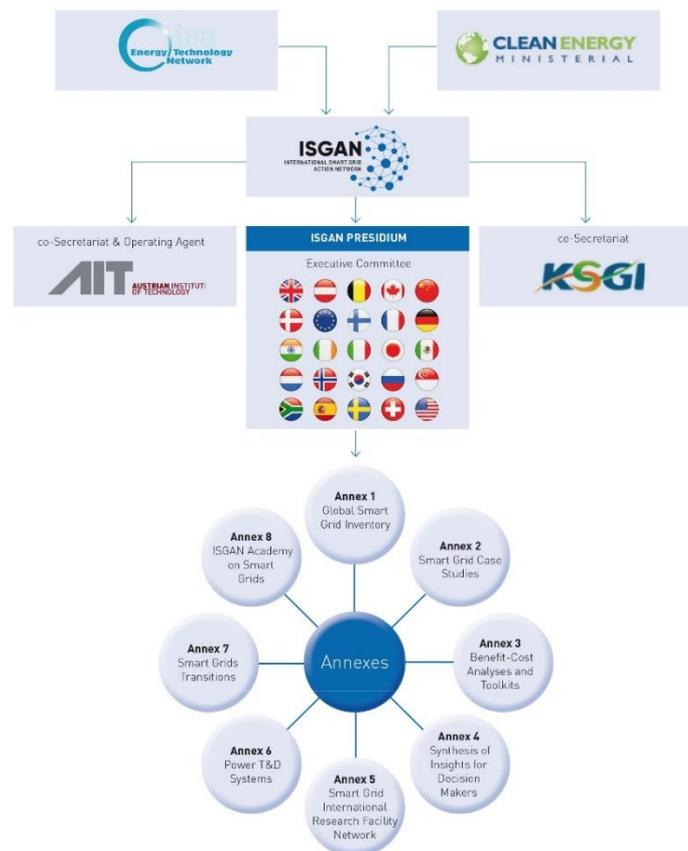


Abbildung 1: ISGAN Organisation und Annexe Stand 2020 (Quelle: ISGAN)

Aktuell umfasst ISGAN sieben laufende Annexe (Arbeitsgruppen). Die Annexe 2, 4 und 8 stellen dabei im Wesentlichen Kommunikations- und Informationsplattformen dar, während sich die Annexe 3, 5, 6 und 7 als themenorientierte Projekte mit spezifischen Aspekten der Transition des Stromversorgungssystems beschäftigen. Annex 1 ist abgeschlossen. Ein weiterer Annex zum Thema Flexibilitätsmärkte ist gerade in Entstehung.

Tabelle 1: ISGAN Annexes (Quelle: ISGAN)

Annex	Titel des Annexes
Annex 1	Smart Grids Bestandsaufnahme (abgeschlossen)
Annex 2	Smart Grid Fallstudien
Annex 3	Kosten-Nutzen-Analyse
Annex 4	Synthese von Erkenntnissen für Entscheidungsträger
Annex 5	Internationales Smart-Grid-Forschungsinfrastruktur-Netzwerk (SIRFN)
Annex 6	Übertragungs- und Verteilnetze
Annex 7	Institutionelle und sozio-technische Fragestellungen
Annex 8	ISGAN Smart Grids Akademie

Die Mitglieder von ISGAN setzen sich aktuell (Stand Q1/2021) aus folgenden Ländern zusammen: Österreich, Australien, Belgien, Brasilien, China, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Indien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Mexico, Norwegen, Niederlande, Russland, Spanien, Schweden, Schweiz, Singapur, Südafrika UK und die USA.

Nationale Expert:innen der Mitgliedsländer arbeiten an den Annexen mit, welche von sogenannten Operating Agents und Leads geführt werden. Zweimal jährlich findet ein Treffen des Executive Committees von ISGAN, der Vertreter:innen der Länder und Operating Agents, statt. Dabei erfolgen strategische Diskussionen zur Ausrichtung des Netzwerks, es wird die Kooperation mit anderen Netzwerken gepflegt. Die Annexe berichten über die im vergangenen Jahr getane Arbeit, präsentieren und diskutieren Ergebnisse und planen die nächsten Schritte. Im Rahmen dieser Treffen finden auch Veranstaltungen, Workshops und interne Sitzungen der Annexe statt.

Österreich hat sich von Beginn an federführend und erfolgreich als Partner im ISGAN positioniert. Dementsprechend hat Österreich, vertreten durch das Austrian Institute of Technology (AIT), auch bereits von Beginn aktiv an der Definition des **ISGAN Annex 5 „Smart Grid International Research Facility Network (SIRFN)“** mitgearbeitet und somit die Notwendigkeit der internationalen Vernetzung der Forschungsinfrastruktur für die zielgerichtete Umsetzung von Smart Grids unterstützt. Der offizielle Start des ISGAN Annex 5 (SIRFN) erfolgte im März 2012.

Seit Beginn arbeitet das AIT Austrian Institute of Technology mit führenden SIRFN Partnerlaboren aus den USA, Japan, Korea, Dänemark und Deutschland an der Entwicklung und insbesondere der Validierung von neuen Methoden für Labortests von Smart Grids Komponenten und Systemen. In diesem Rahmen hat sich der von AIT im Rahmen von nationalen Forschungsprojekten¹ entwickelte „Smart Grid Converter“ als gemeinsam genutzte Testplattform für die Entwicklung und Validierung von

¹ Projekte SPONGE (Energieforschung 2014 FFG Nr. 848915); FACDS Netzstabilisierung und Optimierung des Verteilnetzes durch Einsatz von Flexible AC Distribution Systems e!MISSION FFG Nr. 853555

automatisierten Prüfverfahren für smarte Leistungsumrichter für erneuerbare Energien und Speichersysteme etabliert.

Das AIT war dabei nicht zuletzt durch seine führende Rolle beim Aufbau des europäischen Netzwerks DERlab prädestiniert, diese Erfahrungen auch im Rahmen von SIRFN einzubringen und damit die Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grids Forschung weiter zu stärken.

4 Projektinhalt

4.1. Das internationale Netzwerk der Smart Grid Forschungseinrichtungen

Das im Rahmen des Annex 5 organisierte „Netzwerk der Smart Grid Forschungseinrichtungen“ (Smart Grids International Research Facility Network) SIRFN hat sich als erste weltumspannende Initiative dieser Art zum Ziel gesetzt, ein globales Netzwerk der Forschungslabors im Bereich Smart Grids zu schaffen und nachhaltig zu etablieren. Durch die im Rahmen von SIRFN koordinierte intensive Zusammenarbeit wird die vorhandene Forschungsinfrastruktur optimal genutzt und damit der Einsatz von Smart Grids Technologien vorangetrieben.

Das SIRFN ermöglicht den teilnehmenden Ländern und Forschungseinrichtungen Smart Grids Technologien und Systemkonzepte auf Basis gemeinsamer Methoden zu evaluieren, koordinierte Messungen, Tests und Analysen durchzuführen sowie auf internationaler Ebene Ergebnisse auszutauschen.

Durch die aktive Beteiligung an SIRFN wird die Positionierung Österreichs im Spitzenfeld der internationalen Smart Grids Forschung gestärkt und ein direkter Zugang zu einem weltumspannenden Netzwerk führender Forschungslabors geschaffen.

Um die Forschung, Entwicklung und Implementierung von Smart Grids Technologien effizient umzusetzen, hat das SIRFN Netzwerk folgende zentrale Ziele formuliert, die unter Berücksichtigung der nationalen Schwerpunkte auch vom österreichischen Teilvorhaben adressiert wurden:

- Aufbau einer weltweiten Datenbank von Forschungslabors und der dort verfügbaren Forschungsinfrastruktur.
- Internationaler Austausch von Forschungsergebnissen, „Best Practices“ sowie Methoden für die gemeinsame Entwicklung, Erweiterung und Verbesserung der Möglichkeiten der teilnehmenden Forschungslabors.
- Schaffung eines Rahmens, der die teilnehmenden Labors und Länder bei der Planung und Durchführung von Smart Grids Projekten durch die Abstimmung von Testanforderungen mit den in SIRFN verfügbaren Möglichkeiten unterstützt.

Das österreichische Teilvorhaben adressierte diese Themen entsprechend den inhaltlichen Schwerpunkten der nationalen Zielvorgaben und schaffte damit umfassende Vorteile für die nationale Smart Grids Forschung und Entwicklung:

- Gewährleistung der horizontalen Integration der nationalen und internationalen Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Umsetzung von Smart Grids Forschungsinfrastruktur
- Ausbau der Positionierung der österreichischen Smart Grids Forschungsinfrastruktur und die Generierung von Erkenntnissen im Bereich Smart Grids (Internationaler Austausch von Forschungsergebnissen, Best Practices sowie Methoden für die gemeinsame Entwicklung,

Erweiterung und Verbesserung der Möglichkeiten der teilnehmenden Forschungsinfrastrukturen).

- Know-how-Transfer nach Österreich und Einbringung der Erkenntnisse in die laufenden und geplanten Projektvorhaben in Österreich bzw. in die zukünftige strategische Entwicklung des Smart Grids Themas.

Österreich, das bereits von Beginn an als Gründungsmitglied an der Definition des Arbeitsprogramms mitwirkte, profitiert durch die aktive Beteiligung von den Ergebnissen des internationalen Netzwerks. Durch die direkte Integration der im Rahmen der Teilnahme am SIRFN gewonnenen Erkenntnisse in die laufenden Forschungsvorhaben wird damit die technologische Positionierung Österreichs auf dem Gebiet der Integration von dezentralen Energieressourcen gesichert und nachhaltig ausgebaut.

Entsprechend der strategischen Positionierung und der Forschungsschwerpunkte in Österreich spielt die nationale Forschungsinfrastruktur (insbesondere das AIT SmartEST Labor) sowie auch die Möglichkeiten von Demonstrationsgebieten (Smart Grids Modellregionen) eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung von Smart Grids. Mit diesem Schwerpunkt konnte sich Österreich in den letzten Jahren auf europäischer (European Electricity Grid Initiative, European Energy Research Alliance Joint Programme Smart Grids und in verschiedenen EU Projekten), wie auch auf internationaler Ebene (IEA TCP ISGAN, IEA Photovoltaic Power Systems TCP) ausgezeichnet positionieren.

Zum Stand Q1/2021 arbeiten im Rahmen des SIRFN 21 Labors aus 18 Ländern zusammen (Tabelle 2).

Tabelle 2: An SIRFN teilnehmende Länder und Labors (Stand Q1/2021)

Land	Beteiligte Labors
Österreich	Austrian Institute of Technology
Australien	CSIRO
Kanada	University of Toronto
Dänemark	DTU
Finnland	VTT Technical Research Centre of Finland (VTT)
Frankreich	Grenoble Institute of Technology (G2Elab)
Deutschland	Fraunhofer IEE
Indien	Central Power Research Institute (CPRI)
Irland	Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI)
Italien	Ricerca sul Sistema Energetico (RSE)
Japan	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
Korea	Korean Agency for Technology and Standards (KATS)
Russland	TBD
Spanien	Tecnalia
Schweiz	Zurich University of Applied Sciences
Niederlande	DNV GL
Vereinigtes Königreich	University of Strathclyde
Vereinigte Staaten von Amerika	U.S. Department of Energy (DOE); Brookhaven National Laboratory (BNL); National Renewable Energy Laboratory (NREL); Pacific Northwest National Laboratory (PNNL); Sandia National Laboratories (Sandia)

4.2. Arbeitsprogramm und Methoden

Das vom ISGAN Executive Committee (ExCo), dem Entscheidungsgremium innerhalb ISGANs genehmigte Arbeitsprogramm für den Annex 5 (Abbildung 2) ist in zwei Teilbereiche gegliedert, die sich einerseits mit der Verbreitung und dem Austausch von Wissen (HowTo: Disseminate & Exchange) und andererseits mit der Umsetzung konkreter Projekte zur Weiterentwicklung der Forschungsinfrastruktur (HowTo: Enhance Research Facilities & Testing) beschäftigen.

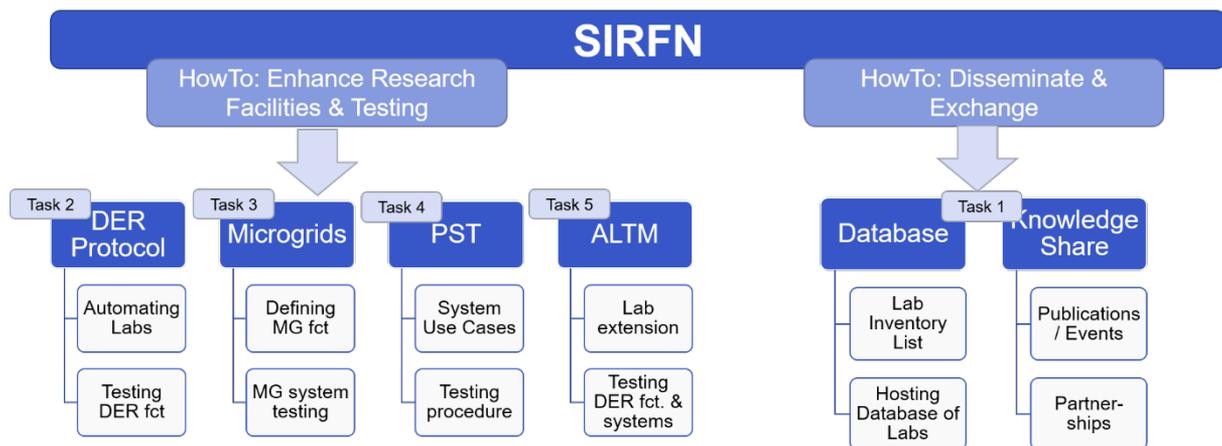


Abbildung 2: Übersicht über die Organisation des SIRFN Netzwerks und technische Themen (Quelle: SIRFN)

Der Teilbereich „Verbreitung und Austausch von Wissen über Smart Grid Forschungsinfrastruktur und Ergebnissen“ in Abbildung 2 (HowTo: Disseminate & Exchange) umfasst dabei folgende Tasks:

- Task 1a (Database): Bestandsaufnahme von SIRFN Testeinrichtungen innerhalb und außerhalb des SIRFN Netzwerks (*Inventory of SIRFN Participating Testing Facilities and Test Beds and Related Facilities Outside SIRFN*)
Im Rahmen dieses Tasks werden die von SIRFN koordinierten Datenbanken² weiter integriert und laufend auf dem aktuellen Stand gehalten.
- Task 1b (Knowledge Share): SIRFN Wissensaustausch (*SIRFN Knowledge Sharing*)
Aufgabe dieser Aktivität ist die Schaffung von Plattformen um Tools für den Austausch von Wissen und Informationen zu Projekten und die Verbreitung von Informationen innerhalb der ISGAN Community.

Der zweite Teil (Abbildung 3) fokussiert auf die Umsetzung gemeinsamer Projekte zu spezifischen Themen, insbesondere zur Entwicklung von Testverfahren für Komponenten und Systeme, und umfasst dabei folgende Tasks:

- Task 2: Entwicklung von Testverfahren für die Interoperabilität (Development of Interoperable DER Certification Protocols)
Im Rahmen dieses technischen Tasks werden die im Rahmen von SIRFN entwickelten Test- und Messverfahren für die Netzintegration Erneuerbarer Energien, dezentraler Erzeugungseinheiten

² Datenbank der Forschungsinfrastruktur für Dezentrale Energieressourcen und Smart Grid ([Database of DER and Smart Grid Research Infrastructure](#)), Datenbank der Netzanschlussrichtlinien ([Generator to Grid Database](#))

sowie elektrischen Energiespeichersystemen weiterentwickelt und mittels Round Robin Tests an Produkten in den Labors der beteiligten Partner validiert.

Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Entwicklung vollständig automatisierter Verfahren und einer einheitlichen Testplattform, die von den Partnern für unterschiedliche Testinfrastrukturen genutzt werden kann.

- **Task 3: Mikronetze (Microgrids)**
Im Rahmen dieses Tasks werden in Zusammenarbeit der SIRFN Partner Verfahren für den Test und die Bewertung von Steuerungs- und Systemkomponenten für Mikronetze entwickelt und validiert. Zur vergleichbaren Bewertung werden einheitliche Kriterien sowie Definitionen für die Funktionalität von Mikronetzen erarbeitet.
- **Task 4: Testverfahren für Stromversorgungssysteme (Power System Testing)**
Im Rahmen dieses Tasks werden in Zusammenarbeit der SIRFN Partner Verfahren für den Test und die Bewertung von Steuerungs- und Systemkomponenten für Stromversorgungssysteme entwickelt und validiert. Zur vergleichbaren Bewertung werden einheitliche Kriterien sowie Definitionen für die Funktionalität erarbeitet.
- **Task 5: Fortschrittliche Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)**
In diesem Task werden etablierte Methoden für die Prüfung von elektrischen Energiesystemen durch neuartige Simulationstechniken erweitert; Methoden, die hier betrachtet werden, sind insbesondere digitale Echtzeitsimulation, Hardware-in-the-Loop- (PHIL) und Controller-Hardware-in-the-Loop (CHIL) Simulationstechniken. Mit diesen bisherigen Methoden (PHIL und CHIL) wird ein potenzieller Mehrwert für Themen im Bereich der elektrischen Systeme und der leistungselektronischen Komponentenforschung angestrebt.

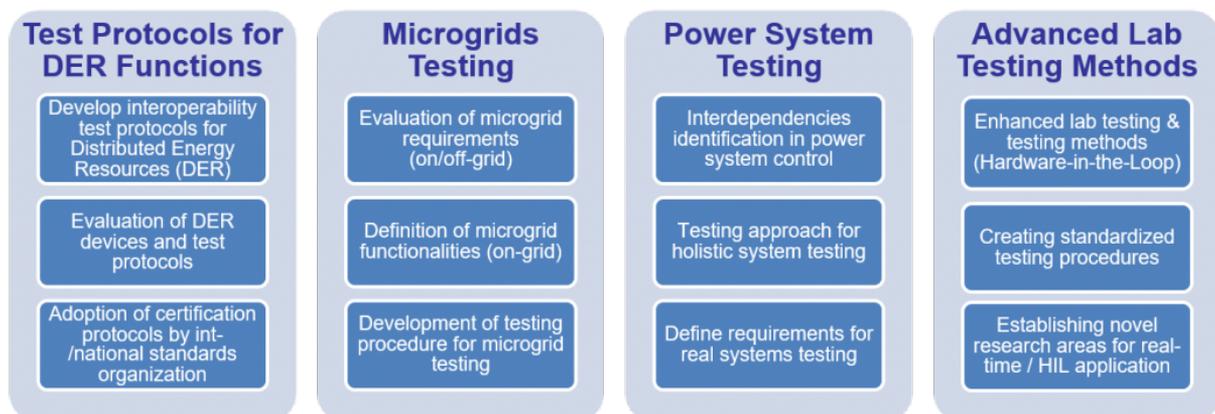


Abbildung 3: Thematische Schwerpunktbereiche die im SIRFN adressiert werden [1].

Im Rahmen dieser thematischen Schwerpunkte werden von SIRFN entwickelte Test- und Messverfahren, neue Methoden und Tools von verschiedenen Partnern auf unterschiedlichen Forschungsinfrastrukturen umgesetzt und validiert, beispielsweise in Form von Round-Robin Tests.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung vollständig automatisierter Verfahren und einheitlicher Testplattformen („SIRFN System Validation Platform“), die von den Partnern für unterschiedliche Testinfrastrukturen genutzt werden können.

Das österreichische Teilvorhaben adressiert diese Tasks entsprechend den inhaltlichen Schwerpunkten und nationalen Zielvorgaben. Die spezifischen Ansätze und wissenschaftlichen Methoden, die in den einzelnen Tasks angewendet werden, sind dem internationalen Vorhaben angepasst und in der Beschreibung der Arbeitspakete sowie im SIRFN Arbeitsplan im Anhang dokumentiert.

4.3. Partnernetzwerke und Zielgruppen

Als globales Netzwerk arbeitet SIRFN auch intensiv mit Partnern aus weiteren relevanten Netzwerken (Abbildung 4) zusammen. Diese Netzwerke umfassen dabei Forschung und Entwicklung, Industrie sowie insbesondere auch den Bereich Standardisierung.



Abbildung 4: SIRFN Partnernetzwerke [1]

Als technologiefokussierte Initiative umfassen die von SIRFN adressierten Zielgruppen unter anderem Labors und Betreiber von Smart Grid Forschungsinfrastruktur, Hersteller von Komponenten für das Smart Grid sowie die gesamte Community technischer Expert:innen in diesem Bereich.

Inhalte und Ergebnisse werden dabei insbesondere durch von SIRFN organisierte externe Webinare sowie Publikationen (Artikel in Fachzeitschriften, Berichte etc.) verbreitet.

5 Ergebnisse

5.1. Übersicht und Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der im Rahmen der SIRFN Zusammenarbeit im Projektzeitraum 2019 bis 2021 erreichten Ergebnisse erfolgt entlang der zentralen Beiträge des nationalen SIRFN Projektes in folgenden Teilen:

- Einbindung der Erfahrungen Österreichs aus nationalen und internationalen Projekten
- Entwicklung und Umsetzung konkreter Projekte und gemeinsame Nutzung der Smart Grids Forschungsinfrastrukturen
- Positionierung der nationalen Smart Grids Forschungsinfrastruktur im SIRFN

Im Folgenden sind die zentralen Ergebnisse der Arbeiten in diesen Teilbereichen dargestellt.

5.2. Einbindung der Erfahrungen Österreichs und Austausch mit nationalen und internationalen Projekten und Netzwerkpartnern

Als Teil der Aktivitäten im Projektzeitraum unterstützen die österreichischen Expert:innen das SIRFN Netzwerkmanagement beim Informationsaustausch auf nationaler wie auch auf europäischer Ebene. Diese Informationen ermöglichen den teilnehmenden Forschungseinrichtungen die effektivere und effizientere Nutzung vorhandener Infrastrukturen. Die Vernetzung schafft darüber hinaus die Möglichkeit, neue Verbindungen und Potentiale für gemeinsame Projekte aufzubauen und stärkt so die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen auf internationaler Ebene.

Im Sinne der internationalen Vernetzung war ein wesentlicher Teil der Tätigkeiten in diesem Zusammenhang die Teilnahme an den Meetings im Rahmen von SIRFN, sowie die aktive Unterstützung von SIRFN Aktivitäten durch Präsentationen und die Lieferung von Beiträgen zu SIRFN Publikationen.

Die von SIRFN organisierten Workshops wurden von den österreichischen Vertreter:innen im Speziellen genutzt, um Erfahrungen auszutauschen sowie die nationale Smart Grid Forschungsinfrastruktur auf internationaler Ebene zu positionieren.

Im Projektzeitraum wurden dazu im Rahmen von SIRFN in Zusammenarbeit mit Netzwerkpartnern Workshops und Webinare zu folgenden Themen veranstaltet:

- SIRFN Tasks Update Workshop im Rahmen der Generalversammlung des DERlab Verbands (Catania, Italien, März 2019)
Im Rahmen dieses in Zusammenarbeit mit dem europäischen Netzwerk der DER Laboratorien organisierten Workshops präsentierten SIRFN Expert:innen aktuelle Ergebnisse aus den einzelnen technischen Tasks und diskutierten zukünftige Zielsetzungen sowie die Zusammenarbeit mit den Vertreter:innen des DERlab Netzwerks.

- SIRFN Webinar zum Thema „Automatisiertes Testen der Interoperabilitätsfunktionen mittels Controller-Hardware-In-The-Loop“ (März 2019, online)
In Zusammenarbeit mit SIRFN präsentierten u.a. österreichische Experten des AIT wie automatisierte Tests von Wechselrichterfunktionen mittels Controller- Hardware-in-the-Loop durchgeführt werden können und welche Vorteile der Einsatz dieser Technologie bringt. Als Highlight wurde den Teilnehmer:innen die am AIT entwickelte innovative Umrichter-Technologie („AIT Smart Grid Converter“) sowie die am AIT eingesetzten Entwicklungs- und Testmethoden vorgestellt.
- SIRFN – DERlab Workshop Digitalisierung, Forschung und Testen von Energiesystemen als Unterstützung der Energiemärkte“ („Digitalization, Research and Testing of Energy Systems for Energy Markets Decision Support“) (Montreux, Schweiz, September 2019):
Im Rahmen von drei Panels wurden aktuelle Themen rund um die Möglichkeiten der Digitalisierung der Energiesysteme diskutiert und insbesondere, wie Forschung und Tests in digitalen Energiesystemen genutzt werden können, um die Entscheidungsfindung auf dem Markt zu unterstützen. Das ISGAN Smart Grid International Research Facility Network (SIRFN) präsentierte dabei aktuelle Ergebnisse und das Arbeitsprogramm. In der vom österreichischen Vertreter Mihai Calin (AIT) moderierten Panel-Session wurden im Speziellen neue Möglichkeiten, Chancen und Herausforderungen rund um die Digitalisierung im Energiesystem mit den internationalen Expert:innen diskutiert.
- ISGAN-SIRFN Webinar „Testmethoden und Zertifizierungsprotokolle“ („Testing Methods and Certification Protocols“), (Oktober 2020, online)
Im Rahmen dieses in Zusammenarbeit mit dem europäischen Netzwerk der DER Laboratorien organisierten Webinars präsentierten die Taskleiter der SIRFN Tasks 2 (Development of Interoperable DER Certification Protocols), 3 (Microgrid Testing), 4 (PowerSystem Testing) sowie 5 (Advanced Laboratory Testing Methods) aktuelle Ergebnisse aus den technischen Tasks und diskutierten die Zielsetzungen mit den Teilnehmern.

Wie in vielen anderen Bereichen beeinflusste die seit Anfang März 2020 andauernde globale Pandemie auch massiv die geplanten Projekttreffen, Workshops sowie weitere nationale und internationale Verbreitungsaktivitäten im Rahmen des SIRFN. Durch die Zusammenarbeit und Flexibilität der Projektpartner:innen auf nationaler und internationaler Ebene konnte trotzdem die laufende Abstimmung innerhalb des Netzwerks mittels virtueller Treffen sichergestellt sowie der im Herbst 2020 geplante internationale Workshop als Webinar durchgeführt werden.

Bereits seit Beginn der Initiative wurde eine intensive Zusammenarbeit zwischen dem SIRFN Netzwerk und dem von Österreich (AIT) koordinierten und Anfang 2020 erfolgreich abgeschlossenen EU-Forschungsprojekt Erigrind³ etabliert. Dabei lieferten die österreichischen Vertreter:innen koordiniert durch den Leiter des Erigrind Projekts, der auch im SIRFN als nationaler Experte aktiv ist, wesentliche Beiträge für den Austausch von Informationen zwischen den europäischen Projektpartner:innen und den SIRFN Netzwerkpartner:innen auf globaler Ebene. SIRFN war mit österreichischer Beteiligung auch

³ [European Research Infrastructure supporting Smart Grid Systems Technology Development, Validation and Roll Out project](#)

direkt in die Entwicklung und den Start des Folgeprojekts Erigrad 2.0⁴ (ab 04-2020) eingebunden, das ebenfalls von Österreich koordiniert wird.

Durch die aktive Teilnahme der österreichischen Vertretung an den Face-to-Face sowie Webmeetings wurde einerseits die führende Rolle Österreichs im SIRFN unterstützt sowie sichergestellt, dass bei Entscheidungen im Netzwerk relevante Positionen und Interessen Österreichs gewährleistet werden.

5.3. Entwicklung und Umsetzung konkreter Projekte und gemeinsame Nutzung der Smart Grids Forschungsinfrastrukturen

Im Projektzeitraum wurden im Rahmen von SIRFN von den teilnehmenden Forschungsinfrastrukturen eine Reihe gemeinsamer Projekte entwickelt und umgesetzt.

Ziel dabei war die Stärkung der Forschungsinstitutionen im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung von Smart Grids Technologien. Die Ergebnisse der folgenden SIRFN Projekte wurden dabei unter direkter Beteiligung der österreichischen Expert:innen erreicht:

5.3.1. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Verfahren für den Test von fortgeschrittenen Funktionen von Wechselrichtern (Test Protocols for Advanced Inverter Functions)

Dezentrale, variable erneuerbare Energien wie Photovoltaik (PV) und Wind lösen in den Stromnetzen zunehmend die traditionelle, zentrale Stromerzeugung ab. Mit ihrem wachsenden Anteil müssen diese Anlagen auch zunehmend netzstützende Funktionen übernehmen. In den letzten Jahren wurden dazu Richtlinien, technische Normen und Netzkodizes weltweit aktualisiert, um Netzunterstützungsfunktionen und Interoperabilitätsanforderungen für dezentrale Stromerzeugungsanlagen mit aufzunehmen.

Entsprechend der neuen Anforderungen müssen dezentrale Stromerzeugungsanlagen neue Funktionen zur Spannungs- und Frequenzregelung, der Robustheit bei Netzstörungen sowie eine Reihe von weiteren Netzdiensten bereitstellen. Damit die korrekten Funktionen der Anlagen auch im praktischen Einsatz sichergestellt sind, müssen Anlagenhersteller, Netzbetreiber, Forschungs- und Zertifizierungslabore diese Funktionen verifizieren können. Die Validierung der Funktionen ist dabei essentiell, da sie das Vertrauen in den Einsatz neuer Technologien schafft sowie ein sicheres und widerstandsfähiges Netz gewährleistet.

Zentrale Ziele der Zusammenarbeit im SIRFN-Projekt *Verfahren für den Test von fortgeschrittenen Funktionen von Wechselrichtern* sind einerseits die Entwicklung von Testprotokollen für die Validierung der Interoperabilität und andererseits einer Testplattform, die zur Implementierung eines harmonisierten, internationalen Zertifizierungsstandards für alle dezentralen Energieressourcen in den Stromnetzen eingesetzt werden kann.

Mittels dieser Automatisierungswerkzeuge kann dabei ein großes Hindernis für die Testimplementierung abgebaut werden. Mit Hilfe der von SIRFN unterstützten Open-Source-

⁴ European Research Infrastructure supporting Smart Grid and Smart Energy Systems Research, Technology Development, Validation and Roll Out – Second Edition

Testplattformsoftware kann der gesamte Prüf- und Zertifizierungsprozess beschleunigt und die Qualität bei der Implementierung von Tests verbessert werden.

Das grundlegende Schema der Testumgebung, wie sie von den SIRFN-Labors verwendet wird, ist in Abbildung 5 dargestellt.

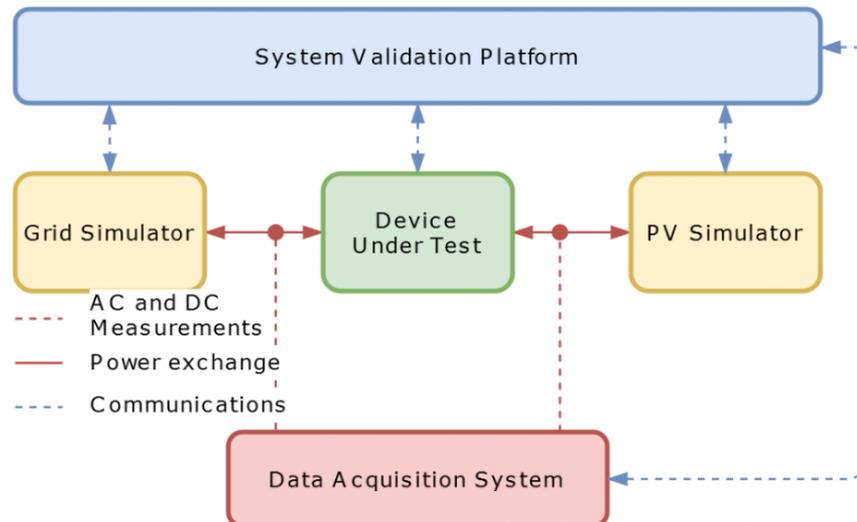


Abbildung 5: Schema der im Rahmen von SIRFN entwickelten Testplattform (System Validation Platform) für den automatisierten Test von Komponenten für Dezentrale Energieressourcen [7]

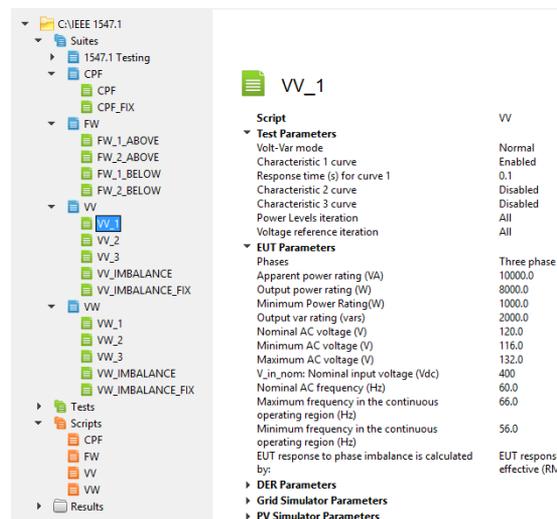


Abbildung 6: Screenshot der im Rahmen von SIRFN entwickelten System Validation Platform mit der Übersicht der gesamten Tests (linke Spalte) sowie den Parametern eines einzelnen Tests (rechte Seite). (Quelle: SIRFN)

Im Rahmen des Projekts führen SIRFN-Labors (u.a. CanmetENERGY (Kanada), Sandia National Laboratories (USA), AIT (Österreich), FREA (Japan), KERI (Korea) und CSIRO (Australien) Tests entsprechend der aktuellen nationalen und internationalen Testprotokolle durch. Die Testlabore tauschen dazu laufend technische Informationen über Design und Betrieb der Prüfstände (Abbildung 7) sowie der Software zur Durchführung von Interoperabilitätstests aus und vergleichen Ergebnisse für verschiedene Funktionen und Parametrierungen von dezentralen Energieressourcen für die unterschiedlichen, weltweit genutzten Stromsysteme mit unterschiedlichen Frequenzen und Spannungen.

Laborator	Netzsimulator	PV Simulator	Datenerfassungssystem	Testobjekt (Wechselrichter)
CanmetENERGY	120 kVA Ametek	4×15 kW Ametek TerraSAS	Zimmer LMG670	10 kW three-phase
AIT	Typhoon HIL DRTS	Typhoon HIL DRTS	Typhoon HIL DRTS	34.5 kW three-phase
Sandia	Typhoon HIL DRTS	Typhoon HIL DRTS	Typhoon HIL DRTS	34.5 kW three-phase
FREA-AIST	500 kVA SanRex	600 kVA SanRex	Yokogawa	50 kW three-phase
KERI	60 kVA Chroma	4×15 kW Chroma	Yokogawa WT3000	12 kW three-phase

Abbildung 7: Übersicht über die von den SIRFN Partnerlabors eingesetzten Prüfgeräte und Testobjekte [7]

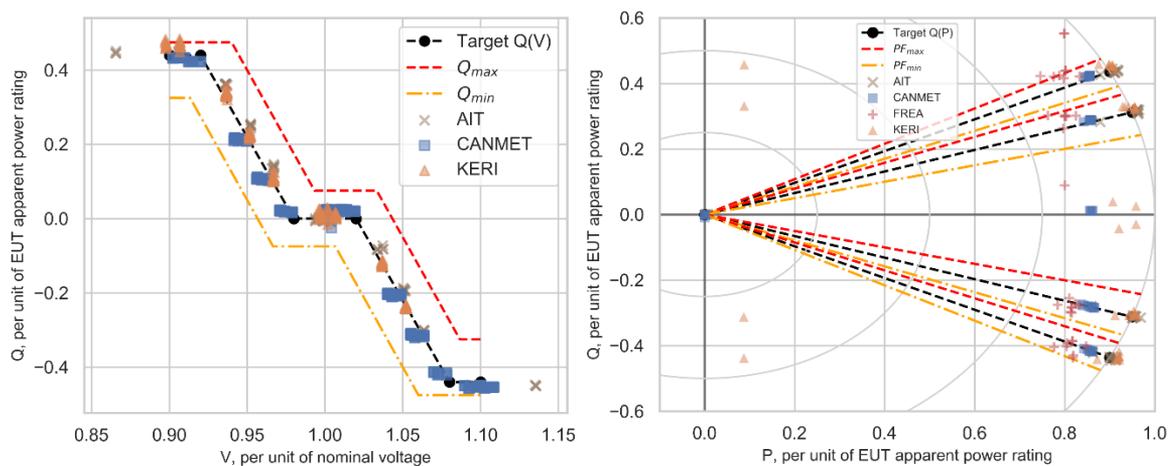


Abbildung 8: Exemplarische Ergebnisse der von den SIRFN Partnerlabors durchgeführten Tests an Wechselrichtern für zwei der wichtigsten netzstützende Funktionen von dezentralen Energieressourcen. Links: spannungsabhängige Bereitstellung von Blindleistung $Q(U)$, rechts: fixer Leistungsfaktor (PF) [7]

Dies hat es der SIRFN-Gruppe ermöglicht, die Vielseitigkeit und Wirksamkeit der kommenden Grid Codes und zugehörigen Testverfahren kontinuierlich zu bewerten und den Normungsorganisationen Feedback für Korrekturen und Verbesserungen der Testverfahren zu geben.

AIT als österreichische Vertretung im SIRFN hat bereits von Start dieser Aktivität an eine führende Rolle übernommen und aktiv an der Projektdefinition sowie der Entwicklung und Validierung der Testverfahren mitgearbeitet. Im Projektzeitraum arbeiteten die österreichischen Vertreter:innen auch an der Unterstützung der SIRFN Partner, die den von AIT entwickelten multifunktionalen Smart Grid Forschungsumrichter „AIT Smart Grid Converter“ (SGC) bzw. dessen „Digitalen Zwilling“ (SGC HIL Controller) einsetzen. Abbildung 9 zeigt beide Geräte, wie sie u.a. auch im SIRFN Projekt zum Einsatz kommen.



Abbildung 9: AIT Smart Grid Converter (multifunktionaler, netzgekoppelter Umrichter für F&E Anwendungen) und AIT HIL Controller (Digitaler Zwilling – Digital Twin des Smart Grid Converters (Quelle: AIT)

Im Jahr 2020 waren dies u.a. die SIRFN-Partner SANDIA National Laboratories (USA), Electric Power Research Institute (USA), KERI (Republik Korea) sowie CSIRO (Australien). Diese Partner setzen den SGC bzw. den SGC HIL Controller speziell als Referenztestobjekt für die Entwicklung und Validierung von Testverfahren für fortgeschrittene Funktionen von Wechselrichtern ein.

Seit 2019 stehen die laufend aktualisierten und erweiterten Testprozeduren, die für die Anwendung mit der „Sunspec Validation Plattform“ im Rahmen der SIRFN Zusammenarbeit erstellt wurden, auch als Open-Source auf der [SVP Github Plattform](#) zur Verfügung.

Im Rahmen der europäischen Photovoltaikkonferenz (EU PVSEC) im September 2019 wurden die Ergebnisse dieser Arbeiten im Rahmen eines Vortrags [7] durch den österreichischen SIRFN Projektleiter DI Roland Bründlinger dem Fachpublikum vorgestellt. Mit Hilfe von Tests, die im Rahmen der Zusammenarbeit von den an SIRFN beteiligten Labors durchgeführt wurden, konnten Testverfahren für weitere nationale und internationale Standards erstellt und validiert werden. Ergebnisse dazu wurden unter Beteiligung des österreichischen Partners im Sommer 2020 im Rahmen der virtuellen „IEEE PV Specialists Conference“ [9] veröffentlicht.

Aufgrund der erfolgreichen Zusammenarbeit im Rahmen von SIRFN beauftragte der SIRFN Partner aus Korea (KERI, Korea Electrotechnology Research Institute) den österreichischen SIRFN Partner AIT mit der Lieferung eines Controller-Hardware-In-The-Loop Testsystems ([AIT SGC HIL Controller](#)) der letzten Generation sowie einen [Smart Grid Converter](#). Das Testsystem wurde 2020 geliefert und in Betrieb genommen. Dieses Testsystem wird dort für den automatisierten Test von fortgeschrittenen Wechselrichterfunktionen eingesetzt.

Ein weiteres nachhaltiges Ergebnis der erfolgreichen Zusammenarbeit im Rahmen von SIRFN stellt die Weiterführung der Zusammenarbeit zwischen dem österreichischen Partner AIT und dem renommierten U.S. Forschungsinstitut EPRI (Electric Power Research Institute) dar. Nach dem bereits 2018 erfolgreich abgeschlossenen Forschungsprojekt wurde das AIT 2019 im Rahmen der Weiterführung des Forschungsprojekts mit der Durchführung weiterer Arbeiten zum Thema „Risikobewertung von unerwünschten Inselbildungen im Stromnetz mit computerbasierten Methoden“ und der Lieferung eines kompletten AIT Smart Grid Converter Hardware in the Loop

Testsystems beauftragt. Die Geräte wurden 2019 geliefert und vor Ort in Betrieb genommen (Abbildung 10).



Abbildung 10: AIT Smart Grid Converter im Einsatz im Labor des U.S. amerikanischen Partners EPRI (Electric Power Research Institute, Knoxville, TN, USA), 2019, Quelle: AIT

Nach dem Abschluss des Projekts trat EPRI Anfang 2021 mit einem weiteren Forschungsauftrag zum Thema „Open Phase Detection in Distribution Grids“ an das AIT heran. Ziel dieses Projekts, das bis Ende 2021 abgeschlossen wird, ist die Umsetzung eines speziellen Verfahrens zur Erkennung von Unterbrechungen im Mittelspannungsnetz („offene Phasenleiter“) durch dezentrale Energieressourcen. Konkret implementiert das AIT dazu dieses Verfahren in den AIT Smart Grid Converter und führt umfangreiche Validierungstests auf Basis von Controller-Hardware-In-The-Loop durch.

Durch die im Rahmen von SIRFN entstandenen Projekte wurde die internationale Positionierung von AIT wesentlich unterstützt und die Möglichkeit geschaffen, innovative, von AIT entwickelte Technologie international zu präsentieren und nachhaltig einzusetzen.

5.3.2. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Fortgeschrittene Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)

Im Rahmen dieses SIRFN Forschungsschwerpunkts werden fortgeschrittene Methoden für Labortests von Komponenten und elektrischen Energiesystemen durch neuartige Simulationstechnologien wie Power Hardware-in-the-Loop (PHIL), Controller Hardware-in-the-Loop (CHIL) und Co-Simulation ergänzt, deren praktische Erfahrung jedoch begrenzt und noch nicht verbreitet ist. Dazu nutzen die SIRFN-Partnerlabors ihre erstklassige Forschungsinfrastruktur, um Fachwissen auszutauschen und diese neuen Techniken gemeinsam zu bewerten, mit dem Ziel, die Entwicklung zukünftiger Testverfahren im Rahmen internationaler Standards zu etablieren und geben Empfehlungen für die optimale Anwendung dieser Techniken in Laborumgebungen.

Durch den Einsatz neuer Methoden (PHIL und CHIL) wird ein potenzieller Mehrwert bei Prüfungen im Bereich elektrischer Systeme und leistungselektronischer Komponentenforschung erzielt. Darüber hinaus werden wertvolle Beiträge zu zukünftigen Prüfverfahren innerhalb internationaler Normen für elektrische Energiesysteme für den Nieder-/Mittelspannungsbereich (IEC-, UL-, EN-, etc.-Normen) erwartet und Empfehlungen für fortgeschrittene Prüfverfahren im Laborumfeld erarbeitet.

Dieses Projekt konzentriert sich darauf, technische Expertise aus Forschungsbereichen zusammenzubringen, um die neuesten Prüfmethode bei der standardisierten Prüfung von elektrischen Energiesystemen zu identifizieren und zu bewerten. Es setzt neue Empfehlungen durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Testeinrichtungen um und identifiziert potenzielle Aktivitäten für die zukünftige Anwendung fortschrittlicher Testmethoden durch die SIRFN Partnerlabors.

Die Expert:innen der am Forschungsschwerpunkt beteiligten Labors, u.a. AIT (Österreich), mit SANDIA National Laboratories, National Renewable Energy Laboratory NREL, MIT Lincoln Lab, Florida State University FSU, Center of Advanced Power Systems CAPS (USA), RSE (Italien), RWTH Aachen, FREA (Japan), Fraunhofer IEE (Deutschland), University of Strathclyde (UK) erarbeiten dabei Empfehlungen und Best-Practice Beispielen zu Methoden, die im Rahmen der gemeinsamen Forschungsaktivitäten entwickelt wurden. Zentrales Ziel ist dabei das Testen von Smart Grid Infrastruktur und deren Funktionalität auf eine neue Basis zu stellen.

Als Highlight wurde 2020 unter der Leitung des deutschen SIRFN Partners mit einer Reihe von SIRFN Labors eine gemeinsame Journal-Publikation [8] veröffentlicht, welche die bisher im Rahmen von SIRFN gesammelten Erfahrungen zu diesem Schwerpunkt zusammenfasst.

Konkret wurden im Rahmen der Arbeit die Fähigkeiten neuer Simulationstools für Anwendungen in den Bereichen Energiesystemdesign, intelligente Netzsteuerung, Leistungselektronik, Kommunikation und Cybersicherheit untersucht. Dabei wurden insbesondere die jüngsten Ergebnisse aus den laufenden und kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekten der SIRFN Partner präsentiert, wobei der Fokus auf folgenden Themen lag:

- Methoden zur Implementierung der Schnittstellen in PHIL-, CHIL- und PSIL-Simulation
- HIL-Tests für den Netzschutz und die Steuerung von Stromversorgungssystemen
- HIL-Tests von Smart Grid-Controllern, Energiemanagementsystemen und leistungselektronischen Umrichtern
- Co-Simulation und Integration von Simulationssystemen
- Betrieb von geografisch verteilten Simulationssystemen
- Industrieerfahrungen und der Einsatz von HIL Technologien für standardisiertes Testing.

Jedes dieser Themen bildet dabei einen eigenen Abschnitt, der eine kurze Einführung bietet und dann in den zusätzlichen Unterabschnitten über konkrete Erfahrungen und Aktivitäten der SIRFN Partner berichtet.

Der österreichische SIRFN Vertreter AIT lieferte dazu Beiträge, die sich mit dem Einsatz von Controller-Hardware-In the Loop Verfahren für die Prüfung der Inselerkennungsfunktion netzgekoppelter Wechselrichter beschäftigen. Diese wichtige Schutzfunktion ist in vielen Ländern für dezentrale Erzeugungsanlagen auf Basis von leistungselektronischen Umrichtern verpflichtend und muss dementsprechend umfangreich geprüft werden. Während die klassische Prüfung dieser Funktion im Labor einen erheblichen Ressourcen-, Zeit- und Kostenaufwand verursacht weshalb auch nur eine begrenzte Anzahl von unterschiedlichen Randbedingungen geprüft werden kann, ermöglicht der Einsatz von neuen Prüfmethode eine massive Reduktion dieses Aufwands. Darüber hinaus können mittels CHIL Technologien auch unterschiedliche Netzzustände bzw. Netz- und Lastkonfigurationen nachgebildet werden, wodurch nicht zuletzt Ergebnisse erzielt werden, die näher an der Realität liegen.

- HW setup 34.5 kVA PV inverter (AIT SGC)



- C-HIL setup (AIT SGC Controller)

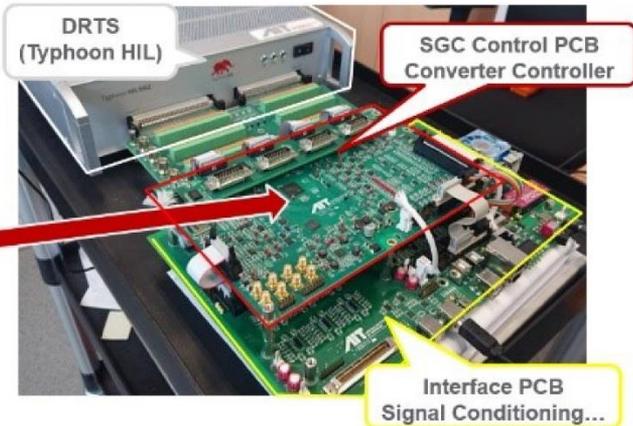


Abbildung 11: CHIL basierter Prüfaufbau am AIT zur Untersuchung der Inselerkennungsfunktion netzgekoppelter Wechselrichter [8]

Die Arbeit am AIT demonstrierte dabei erfolgreich die Vorteile des CHIL Testaufbaus zur Bewertung der Inselerkennungsfunktion. Im Rahmen des Projekts wurden umfassende Simulationen durchgeführt, um die Sensitivität der Parameter auf die Funktion der untersuchten Methoden zur Inselerkennung zu untersuchen. Darüber hinaus wurde der Einfluss fortschrittlicher Netzunterstützungsfunktionen auf die Fähigkeit, Inselzustände zuverlässig zu erkennen, bewertet.

Zusammenfassend ergeben sich aus den Erfahrungen der SIRFN Partner in [8] folgende konkrete Schlussfolgerungen:

- Ein Schlüssel zur Umsetzung intelligenterer, saubererer Stromnetze ist die Entwicklung und Validierung von Technologien, Protokollen, Standards und Systemen, die in den unterschiedlichsten Bedingungen effektiv funktionieren können. Dazu arbeiten die Labore innerhalb der SIRFN an Testmethoden, um neue Steuerungstechnologien für das Stromnetz validieren und bewerten zu können. Die mit dem Einsatz von neuen fortgeschrittenen Testmethoden verbundenen Möglichkeiten werden dabei entscheidend sein, um moderne Energiesystemlösungen und eine größere Durchdringung erneuerbarer und dezentraler Energieressourcen umzusetzen.
- Die SIRFN Partner untersuchten Anwendungen für Echtzeitsimulation und Hardware-In-the-Loop Technologien, um einen Überblick über aktuelle Forschungstrends und Ansätze in der internationalen Praxis zu geben. Darüber hinaus wurden auch neue Testkonzepte wie „Power-System-In-the-Loop“ untersucht, die zukünftig einen Rahmen bieten können, um Simulationen komplexer, weiträumiger Systeme in Verbindung mit realen Komponenten durchführen zu können.
- Echtzeitsimulation und Hardware-In-the-Loop Technologien können in einer Vielzahl von energiesystemrelevanten F&E-Bereichen angewendet werden, darunter Netzschutz und Netzregelung, Energiemanagement, leistungselektronischen Umrichter sowie Industrieentwicklungen. Darüber hinaus ermöglichen Konzepte wie Co-Simulation und geografisch verteiltes Testen, die Kapazität, der an den einzelnen Forschungsinstituten vorhandenen Ausrüstung bzw. Rechenleistung zu bündeln und damit eine systembasierte ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen.

Auf dieser Basis werden die SIRFN Forschungslabors in diesen angewandten Themenbereichen weiter zusammenarbeiten, um die fortgeschrittenen Methoden für Labortests, neue Technologien und Lösungen für das Stromnetz weiterzuentwickeln.

5.3.3. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Testen von Mikronetzen

Als „Mikronetze“ werden in der Regel lokalisierte Abschnitte eines Stromnetzes definiert, die entweder in einem Insel- oder netzverbundenen Modus betrieben werden können. Mikronetze können dabei für eine Reihe von Anwendungen von Interesse sein, wie beispielsweise der Bereitstellung von Energie an abgelegenen Orten oder die sichere Versorgung kritischer Stromverbraucher im Falle eines Ausfalls des übergeordneten Stromnetzes.

Neben den beschriebenen „klassischen“ Anwendungen für Mikronetze ist in letzter Zeit das Interesse an neuen Konzepten für Stromnetze in Form von „Multi-Mikronetz-Systemen“ gewachsen. Eine solche Architektur kann Vorteile in Bezug auf die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Flexibilität des Netzes haben.

Gleichzeitig hat sich der Schwerpunkt stark auf Mikronetze verlagert, die vorwiegend von erneuerbaren Energien versorgt werden. In diesen Netzen dominieren Erzeugungsanlagen auf Basis leistungselektronischer Umrichter, die damit insbesondere den Betrieb und das dynamische Verhalten bestimmen.

Mit diesen Entwicklungen ergibt sich die Möglichkeit, in Mikronetzen neue Funktionalitäten bereitzustellen. Ein optimaler Betrieb im Hinblick auf die Maximierung erneuerbarer Ressourcen und den Austausch mit dem Netz wird von entscheidender Bedeutung. Die Wirtschaftlichkeit von Mikronetzen kann potenziell durch die Teilnahme an Märkten, den Energiehandel und die Bereitstellung von Dienstleistungen für das Gesamtsystem verbessert werden.

Die Validierung neuer Funktionalitäten erfordert die Erprobung und Validierung neuer Ansätze für die Steuerung und Regelung der Komponenten in einem Mikronetz. Aufgrund ihrer Vielfalt in Bezug auf Zusammensetzung und Funktionalität stellen Mikronetze jedoch in der Regel besondere Herausforderungen für das Testen dar. Der Forschungsschwerpunkt „Mikronetze“ vereint internationale Labore mit umfangreicher Erfahrung und Kompetenzen zum Testen von Komponenten und Funktionalitäten in Zusammenhang mit Mikronetzen.

Nach einer Pause aufgrund der Änderung in der Organisation auf internationaler Ebene konnte dieser Task im April 2020 unter neuer Leitung (University College Dublin, Irland) neu gestartet werden. In diesem Zusammenhang wurde auch die Gruppe der Teilnehmer – 12 Teilnehmer unter erstmaliger Beteiligung Österreichs – neu etabliert. Mit dem Neustart dieser Aktivität 2020 wurde auch ein neuer Arbeitsplan mit entsprechenden inhaltlichen Schwerpunkten entwickelt.

Aktuell bilden folgende Themen die Schwerpunkte im Bereich Mikronetze:

- Identifikation von Prüfmethoden für die Funktionalität von Mikronetzen
- Benchmarking von Prüfsystemen bzw. Laborinfrastruktur für Mikronetze
- Definition von konkreten Prüffällen (Test Cases) und -verfahren
- Round-Robin Tests der am Task beteiligten Labors.

Im Projektzeitraum wurden mit Beteiligung des österreichischen Partners auch die Arbeiten an einer gemeinsamen wissenschaftlichen Publikation zum Thema „Dienstleistungen und Funktionalitäten von Mikronetzen und Multi-Mikronetzen“ (Arbeitstitel „Grid Services from Microgrids and Multi-Microgrid Systems: A Review of Test Requirements“) begonnen. Entsprechend der Planung soll diese im Q4/2021 eingereicht und veröffentlicht werden.

5.3.4. SIRFN Forschungsschwerpunkt: Testen von Stromversorgungssystemen „Power System Testing“

Die Stromversorgungssysteme entwickeln sich von klassischen, rein physikalisch bestimmten Systemen immer mehr hin zu „cyber-physikalischen“ Systemen, bei denen wesentliche Aspekte der Entscheidungsfindung und Dynamik auf digitalen Lösungen basieren und auf Kommunikation angewiesen sind.

Im Rahmen des SIRFN Forschungsschwerpunkts Testen von Stromversorgungssystemen „Power System Testing“ bündeln führende internationale Labors ihre Aktivitäten mit dem Anspruch, Strategien für das Testen von Systemaspekten digitalisierter, auf erneuerbaren Energien basierender, cyber-physikalischer Energiesysteme zu entwickeln.

Mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer, variabler Ressourcen in den Stromversorgungssystemen ist die grundlegende Dynamik zunehmend auf digital gesteuerte, elektronische Komponenten angewiesen, die mit den konventionellen Komponenten interagieren. Während Tests von einzelnen Komponenten jedoch lange Stand der Technik sind, fehlt es immer noch an Methoden, Testsystemen und Benchmarks, um das Verhalten von gesamten Systemen zu testen und deren Performance bewerten zu können. Die Testverfahren zielen insbesondere darauf ab, möglicherweise kritische Situationen bis hin zum Ausfall eines Systems zu stimulieren und die Systemreaktion zu identifizieren.

Da die heutigen Stromversorgungssysteme in wachsendem Ausmaß mit den oben genannten Herausforderungen konfrontiert sind, versuchen die Partner des SIRFN Forschungsschwerpunkts „Power System Testing“ diesen Prozess des Verstehens und Testens zu beschleunigen, indem sie neue, innovative Testsysteme und -methoden entwickeln, die es ermöglichen, auch komplexe Testfälle zu untersuchen.

Die zentralen Forschungsfragen wurden in Zusammenarbeit mit den Partnern in 4 technischen Clustern organisiert, welche die folgenden Themen umfassen (Abbildung 12):

- 1) Koordinierte Steuerungssysteme: Verteilte Steuerung mit Kommunikationsabhängigkeit
- 2) Mikronetze und Umrichter-dominierte Verteilnetze: Testen von mehreren Steuerungsebenen und Wechselrichter-Steuerungs-Interaktionen
- 3) Schutz & Rekonfiguration von Verteilnetzen: Rekonfiguration & Stabilität; Verbesserung der Resilienz
- 4) Stabilität von Übertragungs- bzw. Verbundnetzen mit sinkender Schwungmasse: Weiträumige Regelsysteme mit Umrichter-basierten und verbrauchsseitigen Ressourcen

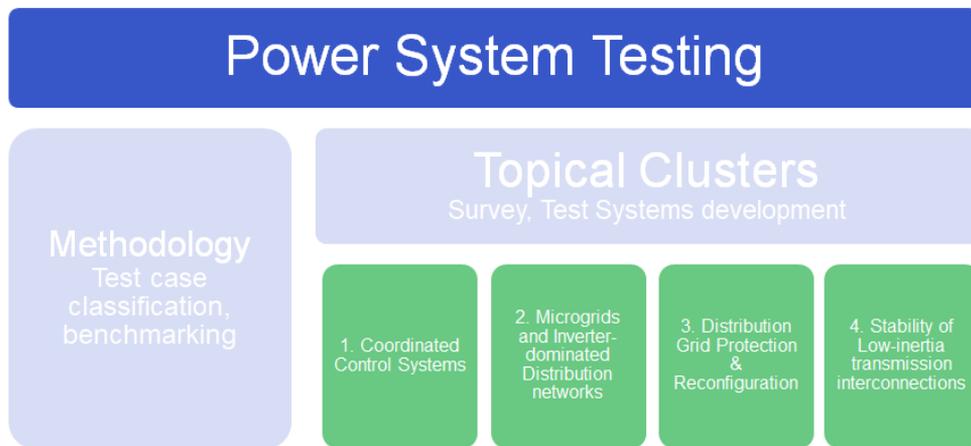


Abbildung 12: Organisation des SIRFN Forschungsschwerpunkts „Power System Testing“ (Quelle: SIRFN)

Österreich ist an dieser Aktivität dabei durch den AIT Experten Dr. **Thomas Strasser** repräsentiert, der auch Projektleiter des thematisch eng verwandten 2020 gestarteten EU H2020 Projekts EriGrid 2 ist.

Im Rahmen des Projekts wurden mit Beteiligung des österreichischen Partners unter anderem die Arbeiten an einer gemeinsamen wissenschaftlichen Publikation zum Thema Testen von Stromversorgungssystemen (Arbeitstitel „Power System Testing: A Problem Statement and Research Agenda“) begonnen. Entsprechend der Planung soll diese im Q4/2021 eingereicht werden.

5.4. Übersicht der Publikationen

Im Rahmen des Projekts entstanden unter Mitwirkung der österreichischen Projektteilnehmer:innen eine Reihe von internationalen Publikationen, die im Folgenden präsentiert und kurz zusammengefasst werden:

Titel (original/deutsch):

„Development and Evaluation of Open-Source IEEE 1547.1 Test Scripts for Improved Solar Integration“, 36th EU PVSEC, 12th September 2019, Marseille, France.

“Entwicklung und Evaluierung von quelloffenen IEEE 1547.1 Testskripten für verbesserte Integration von Solarer Photovoltaik”

Autoren (**fett: österreichische Projektteilnehmer:innen**) Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Michel Bui, Jay Johnson, Sigifredo Gonzalez, Wanbin Son, Changhee Cho, Jun Hashimoto, Kenji Otani, **Roland Bründlinger, Ron Ablinger, Christian Messner, Christian Seidl, Zoran Miletic**, Iñigo Vidaurrazaga Temez, Franz Baumgartner, Carigiet Fabian, Bob Fox, Sudhir Kumar, Jeykishan Kumar.

Synopsis:

Im Rahmen von IEA-ISGAN-SIRFN wurden in Zusammenarbeit zwischen den Partnerlabors Testskripte für automatisierte Tests von netzstützenden Funktionen Smarter Wechselrichter entwickelt und vergleichende Tests in den Labors durchgeführt. Die österreichischen Projektteilnehmer:innen lieferten dazu Ergebnisse zu den vergleichenden Tests. Im Rahmen der europäischen Photovoltaikkonferenz wurden die Ergebnisse im Rahmen eines Vortrags durch den österreichischen SIRFN Projektleiter Roland Bründlinger dem Fachpublikum vorgestellt.

Titel (original/deutsch):

“Advanced Laboratory Testing Methods Using Real-Time Simulation and Hardware-in-the-Loop Techniques: A Survey of Smart Grid International Research Facility Network Activities”

„Fortgeschrittene Methoden für Labortests auf Basis von Echtzeitsimulation und Hardware-in-the-loop Technologien: Eine Übersicht der Aktivitäten im Internationalen Netzwerk für Smart Grid Forschungsinfrastruktur“

Autoren (**fett: österreichische Projektteilnehmer:innen**): Juan Montoya, Ron Brandl, Keerthi Vishwanath, Jay Johnson, Rachid Darbali-Zamora , Adam Summers, Jun Hashimoto, Hiroshi Kikusato, Taha Selim Ustun , Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Jean-Philippe Bérard, Maxime Rivard, Syed Qaseem Ali , Artjoms Obushevs, Kai Heussen, Rad Stanev, Efren Guillo-Sansano, Mazheruddin H. Syed, Graeme Burt, Changhee Cho, Hyeong-Jun Yoo, Chandra Prakash Awasthi, Kumud Wadhwa, **Roland Bründlinger**

Synopsis:

Diese Publikation stellt eines der Highlights der Arbeiten im SIRFN im Berichtszeitraum dar und präsentiert die umfangreichen Aktivitäten und Erfahrungen der SIRFN Partner rund um das Thema

Echtzeitsimulation und Hardware-In-the-Loop (HIL) Technik. Insgesamt waren 12 SIRFN Partner an der Erstellung der Publikation beteiligt.

Der österreichische SIRFN Vertreter Roland Bründlinger lieferte dazu umfassende Beiträge, die sich insbesondere mit dem Einsatz von Controller-Hardware-In the Loop Verfahren für die Prüfung der Inselerkennungsfunktion netzgekoppelter Wechselrichter beschäftigen. Dabei wurden praktische Erfahrungen, die im Rahmen relevanter Projekte 2019-2020 gewonnen wurden, zusammengefasst.

Anmerkung: Der Artikel wurde im Open Access Journal „MDPI Energies“ veröffentlicht und ist kostenfrei verfügbar.

Titel (original/deutsch):

“PV Inverter Grid Support Function Assessment using Open-Source IEEE P1547.1 Test Package”

“Bewertung der netzstützenden Funktionen von PV Wechselrichtern mit einem quelloffenen IEEE 1547.1 Testsystem”

Autoren: Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Michel Bui, Jay Johnson, Sigifredo Gonzalez, Rachid Darbali-Zamora, Changhee Cho, Wanbin Son, Jun Hashimoto, Kenji Otani, **Roland Bründlinger**, **Ron Ablinger**, **Christian Messner**, **Christian Seitzl**, **Zoran Miletic**, Iñigo Vidaurrazaga Temez, Juan Montoya, Franz Baumgartner, Carigiet Fabian, Sudhir Kumar, Jeykishan Kumar, Bob Fox, Ron Brandl, Russell Conklin

Synopsis:

Im Rahmen von IEA-ISGAN-SIRFN wurden in Zusammenarbeit zwischen den Partnerlabors Testskripte für automatisierte Tests von netzstützenden Funktionen Smarter Wechselrichter entsprechend des 2020 veröffentlichten IEEE Standards 1547.1 entwickelt und Tests in den SIRFN Labors durchgeführt.

Die vorliegende Arbeit präsentiert die von den SIRFN Labors entwickelten Open-Source-Testskripte für den IEEE Std. 1547.1. Ziel der Arbeit war, die Bewertung der Kompatibilität der von Herstellern entwickelten Produkte in Zertifizierungslabors zu vereinfachen und Forschungseinrichtungen ein Werkzeug zur Untersuchung des Verhaltens zur Verfügung zu stellen.

In dieser Arbeit wurden ausgewählte Testskripte zur Verifizierung von netzstützenden Funktionen sowie der Kommunikationsschnittstellen wie z.B. der Vorgabe der Wirkleistung und Blindleistung, Wirkleistungs-Blindleistung (Watt-Var) Kennlinien sowie der Priorisierung der Funktionen auf Basis unterschiedlicher Geräte und Laborumgebungen validiert. Beispielhafte Testergebnisse und Empfehlungen für die Testprotokollempfehlungen ergänzen den Inhalt des Artikels.

5.5. Ausbau der Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grid Forschung

Die Teilnahme an SIRFN sicherte die internationale Vernetzung der Smart Grids Forschungseinrichtungen und ermöglichte Österreich auch auf nationaler Ebene, die Forschung, Entwicklung und Implementierung von Smart Grids Technologien effizienter umzusetzen.

AIT unterstützte darüber hinaus aktiv den Austausch von Informationen und Wissen im Bereich der Umsetzung von Smart Grids. Dabei konnte AIT auch seine umfassenden Erfahrungen bei der Implementierung von Smart Grids Konzepten in Demonstrationsprojekten bzw. -regionen in SIRFN einbringen und dadurch einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der Position Österreichs im Bereich Smart Grids beitragen.

Im Rahmen des Projekts konnte Österreich und speziell AIT die Chance nutzen, seine führende Forschungsinfrastruktur im Bereich Smart Grids international zu positionieren und der heimischen Wirtschaft einen klaren Wettbewerbsvorteil schaffen. Da das Thema Smart Grids weltweite Relevanz hat und es unterschiedliche Voraussetzungen, Bestrebungen und Erkenntnisse auf allen Erdteilen gibt, ist der internationale Erfahrungsaustausch durch SIRFN eine einzigartige Möglichkeit, von Ländern außerhalb Europas zu lernen und in Österreich entwickelte Technologien zu exportieren.

Folgende konkrete Ergebnisse im Projektzeitraum untermauern den Ausbau der Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grid Forschung:

- Nutzung des am AIT entwickelten „AIT Smart Grid Converters“ sowie des digitalen Zwillings „AIT HIL Controller“ durch SIRFN Partner: Zum Ende des Projekts nutzten diese bereits SIRFN Partner SANDIA National Laboratories (USA), Electric Power Research Institute (USA), KERI (Republik Korea) sowie CSIRO (Australien). Aufgrund des wachsenden Bekanntheitsgrads der am AIT entwickelten Technologie entschieden sich darüber hinaus auch eine Reihe von weiteren Forschungsinstitutionen weltweit, AIT Technologie anzuschaffen und zu nutzen.
- Weitere Beauftragung von AIT Expert:innen von internationalen Forschungseinrichtungen: Nachdem erfolgreichen Abschluss von zwei Projekten, die im Zuge der SIRFN Arbeiten entwickelt wurden, beauftragte das führende U.S. amerikanische Forschungseinrichtung EPRI Anfang 2021 AIT mit einem weiteren Forschungsauftrag zum Thema „Erkennung von Unterbrechungen im Mittelspannungsnetz („offene Phasenleiter“) durch dezentrale Energieressourcen“.
- Intensive Zusammenarbeit zwischen SIRFN und den durch AIT geleiteten EU Forschungsprojekten Erigrd und Erigrd 2.0

Durch die im Rahmen von SIRFN entstandenen Projekte wurde die internationale Positionierung von AIT wesentlich unterstützt und die Möglichkeit geschaffen, innovative von AIT entwickelte Technologie international zu präsentieren und nachhaltig einzusetzen.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Im Rahmen des Projektes erfolgten die Vernetzung und der Ergebnistransfer auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene.

Im Sinne der internationalen Vernetzung war der wesentliche Teil der Tätigkeiten die Teilnahme an den laufenden Meetings im Rahmen von SIRFN, sowie die aktive Unterstützung von SIRFN Aktivitäten durch Präsentationen und österreichische Beiträge zu Workshops. Dabei stand insbesondere die erfolgreiche Positionierung Österreichs als führender Partner im Bereich Smart Grids und Forschungsinfrastrukturen im Mittelpunkt.

Im Rahmen des ISGAN-SIRFN Projekts sind dabei im Projektzeitraum eine Reihe von Veröffentlichungen durch die österreichischen Vertreter:innen sowie gemeinsam mit renommierten internationalen Partnern durchgeführt worden:

- Vorträge durch die österreichischen Vertreter:innen auf renommierten internationalen Konferenzen und Workshops
- Gemeinsame Vorträge mit SIRFN Partnern
- Veröffentlichungen in internationalen wissenschaftlichen Journalen koordiniert durch die österreichischen SIRFN Vertreter:innen

Neben der internationalen Vernetzung stand auch die nationale Vernetzung und der Know-how Transfer nach Österreich im Mittelpunkt der österreichischen Beteiligung am SIRFN. Konkret erfolgte dies im Rahmen

- der direkten Einbringung der Erkenntnisse in laufende und geplante nationale Projekte mit Beteiligung des Austrian Institute of Technology,
- der laufenden Abstimmung der Aktivitäten und Diskussion der Ergebnisse mit der nationalen Technologieplattform Smart Grid Austria, und nicht zuletzt
- der Diskussion der Ergebnisse im Rahmen der jährlichen IEA Vernetzungswshops.

Darüber hinaus flossen die Erkenntnisse insbesondere aus dem Projekt „Verfahren für den Test von fortgeschrittenen Funktionen von Wechselrichtern“ auch in die 2019 ausgearbeitete OVE Richtlinie R25 (Prüfanforderungen an Erzeugungseinheiten (Generatoren) vorgesehen zum Anschluss und Parallelbetrieb an Niederspannungs-Verteilernetzen) ein. Diese Richtlinie wurde unter der Koordination des österreichischen Projektleiters im SIRFN (Roland Bründlinger, AIT) zusammen mit Vertreter:innen von Herstellern und Netzbetreibern ausgearbeitet und im März 2020 veröffentlicht.

Nicht zuletzt flossen die im Rahmen der Aktivitäten im Rahmen von SIRFN gewonnenen Erkenntnisse auch in nationale Projekte mit Beteiligung des AIT ein, insbesondere in Bezug auf die Themen der Weiterentwicklung der nationalen Smart Grids Forschungsinfrastruktur (AIT SmartEST Labor). Durch die Unterstützung der internationalen Aktivitäten konnte die nationale Smart Grids Forschungsinfrastruktur im Kreise der führenden Institutionen weltweit erfolgreich positioniert werden.

Im Rahmen der Zusammenarbeit im ISGAN-SIRFN Projekts entstanden eine Reihe von Veröffentlichungen gemeinsam mit renommierten internationalen Partnern (Für Details bzw. Synopsis siehe Abschnitt 5.4). Diese trugen wesentlich zur erfolgreichen internationalen Positionierung von AIT und der österreichischen Forschung im Bereich Smart Grid und Laborinfrastruktur bei. Damit wurde die Zusammenarbeit auch außerhalb von SIRFN unterstützt und die Vernetzung in der internationalen Forschungscommunity vorangetrieben.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Entsprechend der strategischen Positionierung und der Forschungsschwerpunkte in Österreich spielt die nationale Forschungsinfrastruktur (insbesondere das AIT SmartEST Labor) sowie auch die Möglichkeiten von Demonstrationsgebieten (Smart Grids Modellregionen) eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung von Smart Grids. Mit diesem Schwerpunkt konnte sich Österreich in den letzten Jahren auf europäischer, wie auch auf internationaler Ebene mit Unterstützung durch die „IEA-Forschungskooperation“ ausgezeichnet positionieren.

Mit der Beteiligung Österreichs im Rahmen von SIRFN von 2019-2021 konnte die Sichtbarkeit und Positionierung der österreichischen Smart Grids Forschungsinfrastruktur auch auf globaler Ebene weiter ausgebaut und damit ein wichtiger Zugang zu einem weltweiten Netzwerk der führenden Institutionen und Labors geschaffen werden.

Die im Rahmen der Aktivitäten von SIRFN gewonnenen Erkenntnisse flossen dabei einerseits direkt in die laufenden und geplanten österreichischen Forschungs- und Entwicklungsprojekte ein, wodurch sich eine nachhaltige Steigerung der Effizienz der österreichischen Energieforschung ergab. Darüber hinaus schaffte die internationale Vernetzung im SIRFN die Möglichkeit, nationale Erfahrungen und Erkenntnisse unmittelbar einem internationalen Diskurs zu stellen und nicht zuletzt aktuelle internationale Erfahrungen und Entwicklungen direkt nach Österreich zu transferieren.

Mit den Aktivitäten innerhalb des ISGAN-SIRFN nutzte Österreich und speziell AIT die Chance sich international als führende Forschungs- und Entwicklungspartner im Bereich Smart Grids zu positionieren und damit der heimischen Wirtschaft einen klaren Wettbewerbsvorteil zu schaffen. Da das Thema Smart Grids weltweite Relevanz hat und es unterschiedliche Voraussetzungen, Bestrebungen und Erkenntnisse auf allen Erdteilen gibt, ist der internationale Erfahrungsaustausch im Rahmen globaler Netzwerke wie ISGAN-SIRFN eine einzigartige Möglichkeit, von Ländern außerhalb Europas zu lernen und in Österreich entwickelte Technologien zu exportieren.

Auch nach dem Ende des vorliegenden Projekts hat Österreich, das bereits von Beginn an als Core-Partner am Aufbau des SIRFN Netzwerks mitwirkte, mit einer Fortführung der Beteiligung am SIRFN die Chance auch weiterhin von den Ergebnissen zu profitieren.

Durch die direkte Integration der im Rahmen der Teilnahme am SIRFN gewonnenen Erkenntnisse in die laufenden Forschungsvorhaben kann der Technologievorsprung Österreichs auf dem Gebiet der Integration von dezentralen Energieerzeugungsressourcen langfristig gesichert und nachhaltig ausgebaut werden.

Die weitere Beteiligung Österreichs am SIRFN schafft die Basis, auf nationaler Ebene weiterhin von den internationalen Erfahrungen zu profitieren und somit Forschung, Entwicklung und Implementierung von Smart Grids Technologien effizienter umzusetzen.

Literaturverzeichnis

Websites

- [1] IEA ISGAN Website: <http://www.iea-isgan.org/>
- [2] IEA ISGAN – SIRFN Website: <https://www.iea-isgan.org/our-work/annex-5/>
- [3] IEA Forschungskoooperation IEA Aktionsnetzwerk "Intelligente Energiesysteme": International Smart Grid Action Network (ISGAN TCP):
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/isgan/>

Publikationen

- [1] R. Brandl, R. Conklin, „Overview of ISGAN-Annex5: SIRFN general activities“, <https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2021/02/Annex-5-Brochure-2019.pdf> , ISGAN-Annex 5, 2019
- [2] Nayeem Ninad, „Overview of ISGAN-Annex5: SIRFN task: Development of Interoperable DER Certification Protocols“, <https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2021/02/ISGAN-Ax5-FactSheet-Task2-DERprotocols.pdf>, ISGAN-Annex 5, 2020
- [3] Terence O’Donnell, „Overview of ISGAN-Annex5: SIRFN techn. task: Microgrid Testing“, <https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2021/02/ISGAN-Ax5-FactSheet-Task3-Microgrids.pdf>, ISGAN-Annex 5, 2020
- [4] Kai Heussen, „Overview of ISGAN-Annex5: SIRFN techn. task: Power System Testing“, <https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2021/02/ISGAN-Ax5-FactSheet-Task4-PowerSystem.pdf>, ISGAN-Annex 5, 2020
- [5] Efren Guillo-Sansano, „Overview of ISGAN-Annex5: SIRFN techn. task: Advanced Laboratory Testing Methods“, <https://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2021/02/ISGAN-Ax5-FactSheet-Task5-TestingMethods.pdf>, ISGAN-Annex 5, 2020
- [6] R. Brandl (Ed.) ISGAN-SIRFN Webinar „Testing Methods and Certification Protocols“, SIRFN, 2020, http://www.iea-isgan.org/wp-content/uploads/2020/10/2020-10-15_SIRFN-Webinar_final.pdf
- [7] Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Michel Bui, Jay Johnson, Sigifredo Gonzalez, Wanbin Son, Changhee Cho, Jun Hashimoto, Kenji Otani, Roland Bründlinger, Ron Ablinger, Christian Messner, Christian Seidl, Zoran Miletic, Iñigo Vidaurrazaga Temez, Franz Baumgartner, Carigiet Fabian, Bob Fox, Sudhir Kumar, Jeykishan Kumar, “Development and Evaluation of Open-Source IEEE 1547.1 Test Scripts for Improved Solar Integration”, 36th EU PVSEC 12. September 2019, Marseille, France, 2019.
- [8] Juan Montoya, Ron Brandl, Keerthi Vishwanath, Jay Johnson, Rachid Darbali-Zamora , Adam Summers, Jun Hashimoto, Hiroshi Kikusato, Taha Selim Ustun , Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Jean-Philippe Bérard, Maxime Rivard, Syed Qaseem Ali , Artjoms Obushevs, Kai Heussen, Rad Stanev, Efren Guillo-Sansano, Mazheruddin H. Syed, Graeme Burt, Changhee Cho, Hyeong-Jun Yoo, Chandra Prakash Awasthi, Kumud Wadhwa, Roland Bründlinger “Advanced Laboratory Testing Methods Using Real-Time Simulation and Hardware-in-the-Loop Techniques: A Survey of Smart Grid International Research Facility Network Activities”, MDPI Energies, 2020 (Open-Access), <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/12/3267>

- [9] Nayeem Ninad, Estefan Apablaza-Arancibia, Michel Bui, Jay Johnson, Sigifredo Gonzalez, Rachid Darbali-Zamora, Changhee Cho, Wanbin Son, Jun Hashimoto, Kenji Otani, Roland Bründlinger, Ron Ablinger, Christian Messner, Christian Seidl, Zoran Miletic, Iñigo Vidaurrezaga Temez, Juan Montoya, Franz Baumgartner, Carigiet Fabian, Sudhir Kumar, Jeykishan Kumar, Bob Fox, Ron Brandl, Russell Conklin, „PV Inverter Grid Support Function Assessment using Open-Source IEEE P1547.1 Test Package“, 47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 47), Calgary, Canada, 2020, pp. 1138-1144
- [10] R. Darbali-Zamora, J. Johnson, N. S. Gurule, M. J. Reno, N. Ninad and E. Apablaza-Arancibia, "Evaluation of Photovoltaic Inverters Under Balanced and Unbalanced Voltage Phase Angle Jump Conditions," 2020 47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), Calgary, Canada, 2020, pp. 1562-1569.
- [11] N. Ninad, "Automated Validation Platform for Smart Grid Power Converters" presented in 2020 IEEE PES General Meeting panel session "Implementation and Operation of Advanced Power and Energy System Testing Facilities - Canadian Initiatives".
- [12] J. Johnson et al "Automating RT-Lab PHIL Experiments to Conduct DER Interconnection Conformance Test, Parametrized Fault Experiments, and Cybersecurity Research" presented in RT 20 Virtual Event of Opal-RT Technologies.
- [13] T. Strasser, E. de Jong, M. Sosnina (ed.), "European Guide to Power System Testing: The ERIGrid Holistic Approach for Evaluating Complex Smart Grid Configurations", Springer Nature, Switzerland, 2020, ISBN: 978-3-030-42274-5
- [14] Alam, M.N., Chakrabarti, S., and Liang, X., "A Benchmark Test System for Networked Microgrids", IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol 16; 2020

Sonstige Veröffentlichungen:

- [1] OpenSVP Platform <https://github.com/sunspec/svp> (abgerufen am 31. März 2021; 10:30)
- [2] OpenSVP Gerätetreiber: https://github.com/sunspec/svp_energy_lab (abgerufen am 31. März 2021; 10:30)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: ISGAN Organisation und Annexe Stand 2020 (Quelle: ISGAN)	11
Abbildung 2: Übersicht über die Organisation des SIRFN Netzwerks und technische Themen (Quelle: SIRFN)	17
Abbildung 3: Thematische Schwerpunktbereiche die im SIRFN adressiert werden [1].....	18
Abbildung 4: SIRFN Partnernetzwerke [1].....	19
Abbildung 5: Schema der im Rahmen von SIRFN entwickelten Testplattform (System Validation Platform) für den automatisierten Test von Komponenten für Dezentrale Energieressourcen [7].....	23
Abbildung 6: Screenshot der im Rahmen von SIRFN entwickelten System Validation Platform mit der Übersicht der gesamten Tests (linke Spalte) sowie den Parametern eines einzelnen Tests (rechte Seite). (Quelle: SIRFN)	23
Abbildung 7: Übersicht über die von den SIRFN Partnerlabors eingesetzten Prüfgeräte und Testobjekte [7]	24
Abbildung 8: Exemplarische Ergebnisse der von den SIRFN Partnerlabors durchgeführten Tests an Wechselrichtern für zwei der wichtigsten netzstützende Funktionen von dezentralen Energieressourcen. Links: spannungsabhängige Bereitstellung von Blindleistung $Q(U)$, rechts: fixer Leistungsfaktor (PF) [7]	24
Abbildung 9: AIT Smart Grid Converter (multifunktionaler, netzgekoppelter Umrichter für F&E Anwendungen) und AIT HIL Controller (Digitaler Zwilling – Digital Twin des Smart Grid Converters (Quelle: AIT).....	25
Abbildung 10: AIT Smart Grid Converter im Einsatz im Labor des U.S. amerikanischen Partners EPRI (Electric Power Research Institute, Knoxville, TN, USA), 2019, Quelle: AIT	26
Abbildung 11: CHIL basierter Prüfaufbau am AIT zur Untersuchung der Inselerkennungsfunktion netzgekoppelter Wechselrichter [8]	28
Abbildung 12: Organisation des SIRFN Forschungsschwerpunkts „Power System Testing“ (Quelle: SIRFN)	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: ISGAN Annexes (Quelle: ISGAN)	12
Tabelle 2: An SIRFN teilnehmende Länder und Labors (Stand Q1/2021)	16

Abkürzungsverzeichnis

Art.	Artikel
SIRFN	Smart Grid International Research Facility Network (Internationales Netzwerk für Smart-Grids-Forschungsinfrastruktur)
ISGAN	International Smart Grid Action Network
CEM	Clean Energy Ministerial
SVP	System Validation Platform
RTS	Real Time Simulation
HIL	Hardware In The Loop
CHIL	Controller Hardware In the Loop
PHIL	Power Hardware in the Loop
DER	Distributed Energy Resources

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)