

# **IEA International Smart Grid Action Network (ISGAN) Working Group 5: Internationales Netzwerk für Smart-Grids- Forschungsinfrastruktur**

Arbeitsperiode 2021 - 2024

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## **27/2025**

## **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur,  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leitung: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Kontakt zu „IEA Forschungskooperation“: Mag.<sup>a</sup> Sabine Mitter

Autorinnen und Autoren:

DI Roland Bründlinger, Priv. Doz. DI Dr. Thomas Strasser, Dr. Ing. Mihai Calin  
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Ein Projektbericht gefördert im Rahmen von



Wien, 2025, Stand Mai 2024

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an  
[iii3@bmimi.gv.at](mailto:iii3@bmimi.gv.at).

**Disclaimer:**

Dieser Ergebnisbericht wurde von der Fördernehmer:in erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität sowie die barrierefreie Gestaltung der Inhalte übernimmt das Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) keine Haftung.

Mit der Übermittlung der Projektbeschreibung bestätigt die Fördernehmer:in ausdrücklich, über sämtliche für die Nutzung erforderlichen Rechte – insbesondere Urheberrechte, Leistungsschutzrechte sowie etwaige Persönlichkeitsrechte abgebildeter Personen – am bereitgestellten Bildmaterial zu verfügen.

Die Fördernehmer:in räumt dem BMIMI ein unentgeltliches, nicht ausschließliches, zeitlich und örtlich unbeschränktes sowie unwiderrufliches Nutzungsrecht ein, das übermittelte Bildmaterial in allen derzeit bekannten sowie künftig bekannt werdenden Nutzungsarten für Zwecke der Berichterstattung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit im Zusammenhang mit der geförderten Maßnahme zu verwenden, insbesondere zur Veröffentlichung in Printmedien, digitalen Medien, Präsentationen und sozialen Netzwerken.

Für den Fall, dass Dritte Ansprüche wegen einer Verletzung von Rechten am übermittelten Bildmaterial gegen das BMIMI geltend machen, verpflichtet sich die Fördernehmer:in, das BMIMI vollständig schad- und klaglos zu halten. Dies umfasst insbesondere auch die Kosten einer angemessenen rechtlichen Vertretung sowie etwaige gerichtliche und außergerichtliche Aufwendungen.

## **Vorbemerkung**

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts im Rahmen der IEA Forschungsk Kooperation. Es wurde vom Bundesministerium für Innovation, Mobilität und Infrastruktur (BMIMI) initiiert, um österreichische Forschungsbeiträge zu den Kooperationsprojekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu unterstützen.

Die IEA Forschungsk Kooperationen umfassen eine breite Palette an Energiethemen mit dem Ziel Energiesysteme, Städte, Mobilitäts- und Industriesysteme fit für eine nachhaltige Zukunft bis 2050 zu machen. Auch Themen wie Gendergerechtigkeit oder Ressourcen- und Kreislaufwirtschaftsaspekte werden berücksichtigt.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen und Unternehmen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch die vielen IEA-Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und neue internationale Standards. Auch in der Marktumsetzung konnten richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Daher werden alle Berichte nach dem Open Access Prinzip in der Schriftenreihe des BMIMI über die Plattform [nachhaltigwirtschaften.at](https://www.nachhaltigwirtschaften.at) veröffentlicht.



## **Inhalt**

<b>1 Kurzfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Abstract</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Ausgangslage</b> .....	<b>12</b>
<b>4 Projektinhalt</b> .....	<b>16</b>
4.1 ISGAN Arbeitsgruppe 5 – SIRFN: Das internationale Netzwerk der Smart Grid Forschungseinrichtungen .....	16
4.2 Arbeitsprogramm und Methoden.....	19
4.2.1 Projektzeitraum 2021 bis 2023 .....	19
4.2.2 Projektzeitraum 2023 bis 2024 .....	21
4.3 Partnernetzwerke und Zielgruppen .....	22
<b>5 Ergebnisse</b> .....	<b>24</b>
5.1 Übersicht und Darstellung der Ergebnisse.....	24
5.2 Einbindung Österreichs in das internationale Netzwerk, Erfahrungsaustausch auf nationaler und internationaler Ebene .....	24
5.2.1 Aktive Einbindung Österreich und Stärkung der Zusammenarbeit.....	24
5.2.2 Internationale Vernetzung und Austausch mit externen Stakeholdern .....	25
5.3 Ergebnisse der Forschungsaktivitäten im Rahmen von SIRFN.....	28
5.3.1 SIRFN Task 2: Entwicklung von Testverfahren für die Interoperabilität Dezentraler Energieressourcen (Development of Interoperable DER Certification Protocols) .....	28
5.3.2 SIRFN Task 3: Mikronetze (Microgrids) .....	35
5.3.3 SIRFN Task 4: Testverfahren für Stromversorgungssysteme (Power System Testing) ...	37
5.3.4 SIRFN Task 5: Fortschrittliche Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods) .....	40
5.4 Ausbau der Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grid Forschung .....	41
5.5 Übersicht der Publikationen .....	43
<b>6 Vernetzung und Ergebnistransfer</b> .....	<b>45</b>
<b>7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>47</b>
7.1 Schlussfolgerungen aus dem Projekt .....	47
7.2 Ausblick und Empfehlungen.....	47
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>49</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>50</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>51</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>52</b>



# 1 Kurzfassung

## **Motivation und Forschungsfrage**

Das „Internationale Netzwerk der Smart Grids Labors und Forschungseinrichtungen (SIRFN)“ ist ein globales Netzwerk von Smart Grids Labors und Forschungseinrichtungen, das als Teil des „International Smart Grid Action Network“ der Forschungsk Kooperation der Internationalen Energieagentur (IEA-ISGAN) organisiert ist. SIRFN hat sich zum Ziel gesetzt, das Verständnis der Smart-Grid-Technologien zu verbessern und die Entwicklung und Verbreitung dieser Technologien weltweit voranzutreiben.

## **Ausgangssituation/Status Quo**

Ein Schlüssel im Zuge der Umsetzung intelligenter Stromnetze ist dabei die Entwicklung von standardisierten Systemkonzepten, Technologien und nicht zuletzt Normen, die in einer Vielzahl von Netzumgebungen effektiv funktionieren. Seit 2012 koordinieren dazu die an SIRFN beteiligten Forschungsinstitutionen gemeinsame Laboraktivitäten. Damit konnte eine gemeinsame Wissensbasis zur Smart-Grid-Forschungsinfrastruktur sowie der angewandten Methoden und Verfahren innerhalb der Teilnehmergruppe geschaffen werden. Diese unterstützt auch den Informationsaustausch innerhalb des Netzwerks, der u.A. Forschungsergebnisse, bewährte Praktiken (Best Practises), sowie gezielte technische Fragestellungen umfasst, um die Entwicklung und den Betrieb von Forschungs- und Prüfstandseinrichtungen zu verbessern.

## **Projekt-Inhalte und Zielsetzungen**

Zentraler Inhalt des Projektvorhabens war die Weiterführung der österreichischen Beteiligung an SIRFN und die Unterstützung der Aktivitäten der österreichischen ProjektteilnehmerInnen.

Im Projektzeitraum 2021 bis 2024 waren die wichtigsten Forschungsthemen die Integration von erneuerbaren Energien und dezentralen Ressourcen, die Entwicklung und Überprüfung neuer Konzepte wie Mikronetze sowie innovative Prüfverfahren. Konkret wurden im SIRFN der internationale Austausch von Forschungsergebnissen, Best Practices sowie die gemeinsame Entwicklung, Erweiterung und Verbesserung der Möglichkeiten der teilnehmenden Forschungslabors als zentrale Zielsetzungen formuliert, die unter Berücksichtigung der nationalen Schwerpunkte vom österreichischen Teilvorhaben adressiert wurden.

## **Methodische Vorgehensweise**

Die Tätigkeiten auf der internationalen Ebene waren im Projektzeitraum in zwei Teilbereiche gegliedert, die Verbreitung und den Austausch von Wissen im SIRFN Netzwerk sowie die Definition und Umsetzung konkreter Projekte zur Weiterentwicklung der Forschungsinfrastruktur im Rahmen von 4 Schwerpunktbereichen:

- Entwicklung von Testverfahren für die Interoperabilität dezentraler Energieressourcen

- Mikronetze (Microgrids)
- Testverfahren für Stromversorgungssysteme , sowie
- Fortschrittliche Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)

### **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Österreich, das bereits von Beginn an SIRFN beteiligt war konnte im Rahmen des Projekts von den Ergebnissen aus SIRFN sowie der Einbindung in ein globales Netzwerk der Smart Grid Forschungs-labors wesentlich profitieren. Mit der Beteiligung Österreichs wurde die Sichtbarkeit der österreichischen Smart Grids Forschungsinfrastruktur auch auf globaler Ebene gewährleistet und damit ein wichtiger Zugang zu einem weltweiten Netzwerk der führenden Institutionen und Labors sichergestellt. Nicht zuletzt konnten durch die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten Lücken in diesem Bereich geschlossen und gleichzeitig die vorhandenen Kapazitäten besser genutzt werden.

Die vom Projekt unterstützte Beteiligung an SIRFN war darüber hinaus für die Positionierung der österreichischen Smart Grid Forschungsinfrastruktur und den internationalen Austausch von Forschungsergebnissen, Best Practices sowie Methoden essenziell.

Neben der internationalen Vernetzung stand auch die die nationale Vernetzung und der Know-how Transfer nach Österreich im Mittelpunkt der österreichischen Beteiligung am SIRFN. Konkret erfolgte dies durch die laufende Abstimmung der Aktivitäten und Diskussion der Ergebnisse mit den nationalen Stakeholdern aus der Smart Grids Forschung Austria, Gremien der Netzbetreiber sowie der technischen Normung.

Durch die Unterstützung der internationalen Aktivitäten im Rahmen des abgeschlossenen Projekts konnte die nationale Smart Grids Forschungsinfrastruktur damit erfolgreich im Kreis der führenden Smart Grid Forschungseinrichtungen weltweit erfolgreich positioniert werden.

### **Ausblick**

Auch nach dem Ende des vorliegenden Projekts kann Österreich, das bereits von Beginn an SIRFN beteiligt ist und an der Entwicklung aktiv mitgewirkt hat, mit der Weiterführung der Beteiligung auch weiterhin von den Ergebnissen aus SIRFN sowie der Einbindung in ein globales Netzwerk der Smart Grid Forschungs-labors profitieren.

Insbesondere in Hinblick auf die im österreichischen Erneuerbaren Ausbau Gesetz festgelegten Ziele, kommen Fragen rund um die Integration der dezentralen Erzeugung in das Stromversorgungssystem eine entscheidende Bedeutung zu. Forschungs-labors spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle, da sie einerseits realitätsnahe Tests innovativer und neuartiger Technologien ermöglichen, sowie andererseits für die Qualitätssicherung von Komponenten und Systemtechnik unverzichtbar sind.

## 2 Abstract

### **Motivation and research question**

The “Smart Grid International Research Facility Network (SIRFN)” is a global network of Smart Grids laboratories and research institutions that is organized as part of the “International Smart Grid Action Network” of the International Energy Agency’s Technology Collaboration Programme. SIRFN’s mission is to improve the understanding of smart grid technologies and to advance the development and dissemination of these technologies worldwide.

### **Initial situation/status quo**

A key in the implementation of smart grids is the development of standardized system concepts, technologies and, last but not least, standards that function effectively in a variety of grid environments.

Since 2012, the research institutions involved in SIRFN have been coordinating joint laboratory activities. This made it possible to create a common knowledge base on the smart grid research infrastructure as well as the methods and procedures used within the group of participants. This also supports the exchange of information within the network, which, among other things, Research results, best practices and targeted technical questions are included in order to improve the development and operation of research and test bench facilities.

### **Project content and objectives**

The central content of the project was to continue the Austrian participation in SIRFN and to support the activities of the Austrian project participants.

In the project period 2021 to 2024, the most important research topics were the integration of renewable energies and decentralized resources, the development and testing of new concepts such as microgrids and innovative testing methods.

Specifically, the international exchange of research results, best practices as well as the joint development, expansion and improvement of the possibilities of the participating research laboratories were formulated as central objectives in the SIRFN, which were addressed by the Austrian sub-project taking into account the national priorities.

### **Methodical procedure**

The activities at the international level were divided into two sub-areas during the project period, the dissemination and exchange of knowledge in the SIRFN network and the definition and implementation of concrete projects for the further development of the research infrastructure within the framework of 4 focus areas:

- Development of test procedures for the interoperability of decentralized energy resources
- Microgrids
- Test procedures for power systems, as well as
- Advanced Laboratory Testing Methods

### **Results and conclusions**

Austria, which was involved in SIRFN from the beginning, was able to benefit significantly from the results of SIRFN as well as from its integration into a global network of smart grid research laboratories.

With Austria's participation, the visibility of the Austrian Smart Grids research infrastructure was also guaranteed on a global level, thereby ensuring important access to a global network of leading institutions and laboratories. Last but not least, the joint research and development activities made it possible to close gaps in this area and at the same time make better use of existing capacities. The participation in SIRFN supported by the project was also essential for the positioning of the Austrian Smart Grid research infrastructure and the international exchange of research results, best practices, and methods.

In addition to international networking, Austrian participation in SIRFN also focused on national networking and know-how transfer to Austria. Specifically, this was done through the ongoing coordination of activities and discussion of the results with national stakeholders from Smart Grids Austria, network operator committees and technical standardization. By supporting the international activities within the framework of the completed project, the national Smart Grids research infrastructure was successfully positioned among the leading Smart Grid research institutions worldwide.

### **Outlook**

Even after the end of this project, Austria, which has been involved in SIRFN from the beginning and has actively participated in its development, can continue to benefit from the results of SIRFN and its integration into a global network of smart grid research laboratories by continuing its participation.

Particularly with regard to the goals set out in the Austrian Renewable Expansion Act, questions surrounding the integration of decentralized generation into the power supply system are of crucial importance. Research laboratories play a central role in this context, as on the one hand they enable realistic tests of innovative and new technologies and on the other hand they are indispensable for the quality assurance of components and system technology.

# 3 Ausgangslage

Intelligente und robuste Stromnetze spielen eine Schlüsselrolle im Rahmen des Umbaus des globalen Energiesystems hin zu einem effizienten, flexiblen und zuverlässigen System und sind dabei essenziell für sämtliche Bereiche des Gesellschaftssystems. Zentrales Ziel dabei ist insbesondere, den Energiebedarf zu reduzieren und durch den Wechsel hin zu erneuerbaren Energien die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Dabei spielen folgende Aspekte des Stromversorgungssystems eine wesentliche Rolle:

- Die dynamische Anpassung von Nachfrage und Erzeugung bei gleichzeitig optimierter Nutzung der vorhandenen Stromerzeugungsanlagen
- Die effiziente Integration der wachsenden Kapazitäten erneuerbarer Energien, sowohl auf zentraler wie auch auf dezentraler Ebene.
- Die Integration neuer Komponenten, Technologien und Sektoren wie z.B. Batteriespeicher und der wachsende Sektor E-Mobilität
- Die Nutzung des vollen Potenzials energieeffizienter Technologien
- Sowie nicht zuletzt die generelle Verbesserung der Betriebseffizienz im gesamten Stromsektor.

Vor diesem Hintergrund hat sich das „International Smart Grid Action Network (IEA-ISGAN)“ (Internationales Aktionsnetzwerk für Intelligente Stromnetze) folgende Ziele gesetzt:

- Verbesserung des Verständnisses unterschiedlicher Ansätze und Technologien für Smart-Grids
- Vorantreiben der Entwicklung und Verbreitung dieser Technologien weltweit

Dabei werden im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit sowohl technische Aspekte wie auch die regulatorischen Rahmenbedingungen adressiert, um ein günstiges Umfeld für die Implementierung von Smart Grid Konzepten zu schaffen. Als Netzwerk von nationalen Stakeholdern gewährleistet ISGAN dabei vor allem den dynamischen Wissensaustausch zwischen den beteiligten Ländern und Organisationen sowie die technologische Unterstützung bei konkreten Fragen durch Wissensaustausch und länderübergreifende Vernetzung.

ISGAN wird dabei gemeinsam von der Internationalen Energieagentur (IEA) und dem Clean Energy Ministerial (CEM)<sup>1</sup> getragen, an die regelmäßig berichtet wird.

---

<sup>1</sup> <https://www.cleanenergyministerial.org/>

Das CEM ist eine internationale Plattform für saubere Energie. Auf die derzeit 29 Mitglieder des CEM entfallen 90 % des weltweiten sauberen Stroms und 80 % der weltweiten Investitionen in saubere Energietechnologien.

Abbildung 1 zeigt dabei die Struktur der ISGAN Organisation



ISGAN's organizational structure in 2022

Abbildung 1 ISGAN Organisation Stand 2023 (Quelle: [ISGAN Annual Report 2022](#))

Aktuell umfasst ISGAN 6 laufende „Working Groups“ (Arbeitsgruppen), die unterschiedliche Aspekte in Bezug auf Smart Grids beleuchten:

- Die „Communication Working Group“ vereint dabei die früher in den Annexes 2, 4 und 8 geschaffenen Kommunikations- und Informationsplattformen.
- Die Working Groups 3, 5, 6, 7 und 9 adressieren als themenorientierte Projekte spezifische Aspekte der Transition des Stromversorgungssystems.

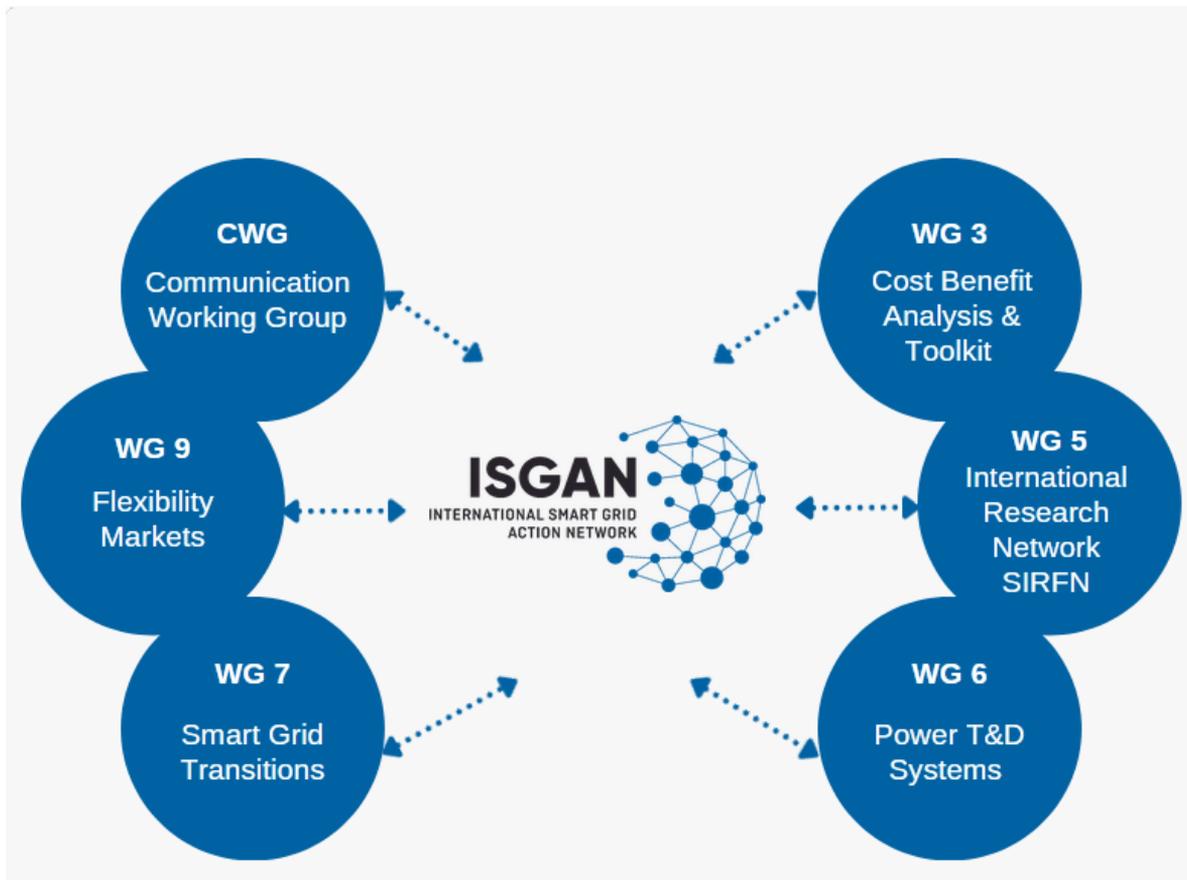


Abbildung 2 ISGAN Organisation und Working Groups Stand 2023 (Quelle: ISGAN)

Die Mitglieder von ISGAN (siehe Abbildung 3) setzen sich aktuell (Stand 2023) aus 26 Ländern zusammen: Österreich, Australien, Belgien, China, Dänemark, Deutschland, Europäische Kommission, Finnland, Frankreich, Indien, Irland, Israel, Italien, Japan, Kanada, Korea, Mexico, Norwegen, Niederlande, Spanien, Schweden, Schweiz, Singapur, Südafrika, Vereinigtes Königreich und die USA.



Abbildung 3 Überblick über die an ISGAN beteiligten Länder Stand 2023 (Quelle: [ISGAN Annual Report 2022](#))

Nationale ExpertInnen der Mitgliedsländer arbeiten an den Working Groups mit, welche von Working Group Managern geleitet werden. Zwei Mal jährlich findet ein Treffen des Executive Committees von ISGAN, der VertreterInnen der Länder und Working Group Manager, statt. Dabei erfolgen strategische Diskussionen zur Ausrichtung des Netzwerks, es wird die Kooperation mit anderen Netzwerken gepflegt. Die Working Group Manager berichten über den Fortschritt der Arbeiten, präsentieren und diskutieren Ergebnisse und planen die nächsten Schritte. Im Rahmen dieser Treffen finden auch Veranstaltungen, Workshops und interne Sitzungen der Working Groups 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 der ISGAN Working Group 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 der Aktivitäten in der ISGAN Working Group 5 (SIRFN) erfolgte im März 2012.

# 4 Projektinhalt

## 4.1 ISGAN Arbeitsgruppe 5 – SIRFN: Das internationale Netzwerk der Smart Grid Forschungseinrichtungen

Als globale Kooperationsinitiative konzentriert sich die ISGAN Working Group 5 auf die Förderung von Forschung und Entwicklung im Bereich der Smart Grids/intelligenten Stromnetze. SIRFN bringt dazu führende Forschungslabors, akademische Institutionen, Industriepartner und Regierungsorganisationen aus der ganzen Welt zusammen mit dem Ziel Zusammenarbeit, Wissensaustauschs und die Umsetzung gemeinsamer Forschungsprojekte voranzutreiben.

Im Rahmen von SIRFN arbeiten ForscherInnen und ExpertInnen auf Basis ihrer Laborinfrastrukturen an verschiedenen Aspekten der Smart-Grid-Technologie zusammen, konkret zu folgenden Themen:

- Integration erneuerbarer Energien,
- Netzmodernisierung
- Energiemanagementsysteme, Energiespeicherung,
- Cybersicherheit und Datenanalyse.

Das SIRFN Netzwerk bietet dazu eine Plattform für den Austausch von innovativen Verfahren, die Durchführung von koordinierten Tests, die Erprobung neuer Methoden und Prüfverfahren und die Validierung innovativer Lösungen unter realen Bedingungen. Die Nutzung des kollektiven Know-Hows sowie der breiten Laborinfrastruktur und Ressourcen unterstützt SIRFN die Entwicklung und den Einsatz von Smart-Grid-Technologien auf globaler Ebene. Im Rahmen von ISGAN spielt das Smart Grid International Research Facility Network eine zentrale Rolle bei der Förderung und der Weiterentwicklung des Stands der Technik im Bereich der intelligenten Stromnetze. Damit unterstützen die Aktivitäten, die Transformation des Elektrizitätssektors hin zu einem nachhaltigeren und effizienteren System.

Thematisch lag der Schwerpunkt der Inhalte im Projektzeitraum auf folgenden, aktuellen Themen, die für die Zukunft des Elektrizitätssektors entscheidend sind:

- Mikronetze (Microgrids), lokale Energiesysteme, die unabhängig oder verbunden mit dem allgemeinen Stromnetz betrieben werden können: Im Rahmen der Aktivitäten wurden dazu Fragen zum Aufbau, Steuerungsstrategien, Integration von erneuerbaren Energien sowie die Möglichkeiten, mit diesem Konzept, die Netzstabilität und Energiezuverlässigkeit zu verbessern, untersucht.

- Auswirkungen von Technologien wie Photovoltaik, Wind, Energiespeichersystemen und Demand-Response auf die Netzstabilität, Versorgungsqualität und Strategien zur Netzintegration. Im Rahmen der Aktivitäten wurden dazu unter anderem netzbildende Wechselrichter-technologien („Grid-Forming“), die eine wesentliche Komponente in einem zukünftigen Elektrizitätssystem darstellen und auch die Basis für den Betrieb von autonomen Netzabschnitten und aktiven Verteilernetzen untersucht. Konkret umfasste diese Forschung Steuerungsstrategien, Spannungs- und Frequenzregelung sowie die Integration in einer Smart Grid Infrastruktur.
- Entwicklung und Erprobung innovativer Überwachungs-, Steuerungs- und Automatisierungsfunktionen für aktive Verteilernetze, Mess- und Kommunikationstechnologien und Techniken zur Steuerung von Verbrauchs- und Erzeugungsseite.
- Im Rahmen von SIRFN werden fortschrittliche Testmethoden wie Benchmark-Systeme, Echtzeitsimulationen und Co-Simulation eingesetzt, um die Leistung von Smart-Grid-Technologien zu bewerten und zu validieren. Diese Methoden ermöglichen es, das Verhalten komplexer Systeme in einer kontrollierten Laborumgebung zu testen, was die Optimierung des Netzbetriebs und die Identifizierung potenzieller Probleme ermöglicht. Ein wesentliches Toll dabei stellt die Nutzung von digitale Echtzeitsimulatoren (Real-Time Simulatoren) und Hardware-in-the-Loop (HIL) Testverfahren dar. Diese Werkzeuge erlauben die Simulation von Stromversorgungssystemen in Echtzeit, womit u.A. Regelalgorithmen analysiert und validiert werden können.

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

- 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.
- 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).
- Gewährleistung der horizontalen Integration der nationalen und internationalen Erkenntnisse und Erfahrungen bei der Umsetzung von Smart Grids Forschungsinfrastruktur

Österreich, das als Gründungsmitglied von Beginn an am SIRFN Netzwerk mitwirkte, profitiert durch die aktive Beteiligung von den Ergebnissen des internationalen Netzwerks. 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.

Zum Stand Q1/2024 arbeiten im Rahmen des SIRFN folgende Labors zusammen (Tabelle 1):

Tabelle 1 An SIRFN teilnehmende Länder und Labors (Stand Q1/2024)

<b>Land</b>	<b>Beteiligte Labors</b>
<b>Österreich</b>	AIT Austrian Institute of Technology
<b>Australien</b>	CSIRO
<b>Kanada</b>	NRCan (CanmetENERGY) Natural Resources Canada
<b>Dänemark</b>	DTU Technical University of Denmark
<b>European Commission</b>	Joint Research Center
<b>Finnland</b>	VTT Technical Research Centre of Finland (VTT)
<b>Frankreich</b>	Grenoble Institute of Technology (G2Elab)
<b>Deutschland</b>	Fraunhofer IEE Fraunhofer Institute for Energy Economics and Energy System Technology, TUD TU Dortmund University
<b>Indien</b>	CPRI Central Power Research Institute; NSGM-PMU National Smart Grid Mission; IITD Indian Institute of Technology, Delhi
<b>Irland</b>	UCD University College Dublin
<b>Italien</b>	Ricerca sul Sistema Energetico (RSE)
<b>Japan</b>	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
<b>Korea</b>	KERI Korea Electrotechnology Research Institute
<b>Spanien</b>	Tecnalia Research and Innovation
<b>Schweiz</b>	Zurich University of Applied Sciences
<b>Niederlande</b>	DNV GL
<b>Vereinigtes Königreich</b>	University of Strathclyde
<b>Vereinigte Staaten von Amerika</b>	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

### 4.2.1 Projektzeitraum 2021 bis 2023

Das vom ISGAN Executive Committee (ExCo), dem Entscheidungsgremium innerhalb ISGANs genehmigte Arbeitsprogramm für die Working Group 5 (Abbildung 4) im Projektzeitraum (2021 bis Anfang 2023) ist zwei Teilbereiche gegliedert:

- Teilbereich 1 fokussierte auf der Verbreitung und dem Austausch von Wissen (HowTo: Disseminate & Exchange) im SIRFN Netzwerk.
- Teilbereich 2 umfasste die Definition und Umsetzung konkreter Projekte zur Weiterentwicklung der Forschungsinfrastruktur (HowTo: Enhance Research Facilities & Testing) im Rahmen von 4 Schwerpunktbereichen („Focus Areas“).

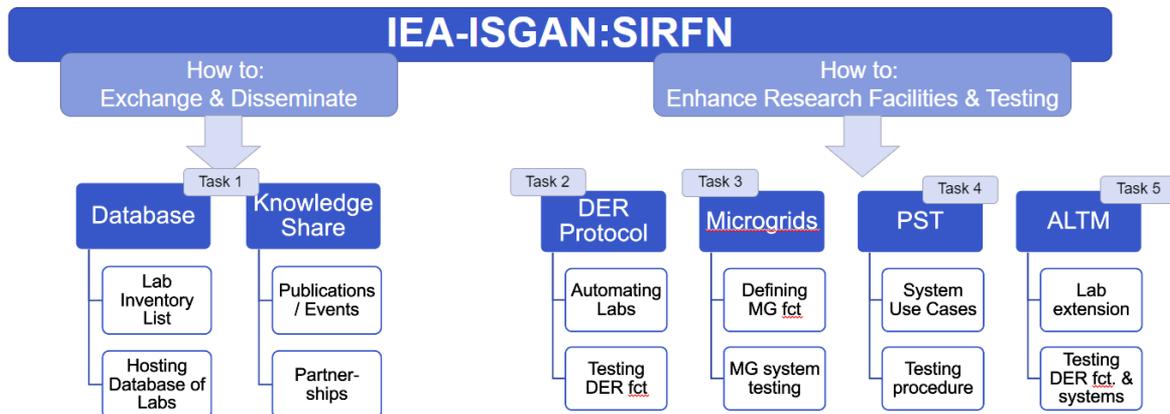


Abbildung 4 Übersicht über die Organisation des SIRFN Netzwerks und technische Themen im Zeitraum 2021-2023 (Quelle: SIRFN)

Der Teilbereich Verbreitung und Austausch von Wissen über Smart Grid Forschungsinfrastruktur und Ergebnissen in Abbildung 4 (HowTo: Disseminate & Exchange) umfasste dabei folgende Tasks:

- Task 1a (Database): Bestandsaufnahme von SIRFN Testeinrichtungen innerhalb und außerhalb vom SIRFN Netzwerk (*Inventory of SIRFN Participating Testing Facilities and Test Beds and Related Facilities Outside SIRFN*)

Im Rahmen dieses Tasks wurden die von SIRFN koordinierten Datenbanken<sup>2</sup> weiter integriert und laufend auf dem aktuellen Stand gehalten.

- Task 1b (Knowledge Share): SIRFN Wissensaustausch (*SIRFN Knowledge Sharing*)  
Aufgabe dieser Aktivität war die Bereitstellung von Plattformen und Tools für den Austausch von Wissen und Informationen zu Projekten und die Verbreitung von Informationen innerhalb der ISGAN Community.

Der zweite Teil fokussierte auf die Umsetzung gemeinsamer Projekte zu spezifischen Themen, und umfasste im Zeitraum 2021-2023 dabei folgende Tasks:

- Task 2: Entwicklung von Testverfahren für die Interoperabilität (Development of Interoperable DER Certification Protocols)  
Im Rahmen dieses technischen Tasks wurden, die im Rahmen von SIRFN entwickelten Test- und Messverfahren für die Netzintegration Erneuerbarer Energien, dezentraler Erzeugungseinheiten sowie elektrischen Energiespeichersystemen weiterentwickelt und in den Labors der beteiligten Partner validiert.
- Task 3: Mikronetze (Microgrids)  
Im Rahmen dieses Tasks wurden in Zusammenarbeit der SIRFN Partner Verfahren für den Test und die Bewertung von Steuerungs- und Systemkomponenten für Mikronetze entwickelt und validiert. Zur vergleichbaren Bewertung wurden einheitliche Kriterien sowie Definitionen für die Funktionalität von Mikronetzen erarbeitet.
- Task 4: Testverfahren für Stromversorgungssysteme (Power System Testing)  
Im Rahmen dieses Tasks wurden in Zusammenarbeit der SIRFN Partner Verfahren für den Test und die Bewertung von Steuerungs- und Systemkomponenten für Stromversorgungssysteme entwickelt und validiert. Zur vergleichbaren Bewertung wurden einheitliche Kriterien sowie Definitionen für die Funktionalität erarbeitet.
- Task 5: Fortschrittliche Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)  
In diesem Task wurden etablierte Methoden für die Prüfung von elektrischen Energiesystemen durch neuartige Simulationstechniken, insbesondere digitale Echtzeitsimulation, Hardware-in-the-Loop- (PHIL) und Controller-Hardware-in-the-Loop (CHIL) erweitert.

Ein besonderer Schwerpunkt im Zeitraum 2021-2023 lag dabei auf der Entwicklung vollständig automatisierter Verfahren und einheitlicher Testplattformen („SIRFN System Validation Platform“), die von den Partnern für unterschiedliche Testinfrastrukturen genutzt werden.

---

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

## 4.2.2 Projektzeitraum 2023 bis 2024

Mit dem Abschluss der thematischen Subtasks Ende 2022 bzw. Anfang 2023 wurde unter Federführung der österreichischen Projektpartner eine neue Struktur und Arbeitsweise für die Durchführung gemeinsamer Forschungsaktivitäten im Rahmen des ISGAN – SIRFN Netzwerks entwickelt, mit dem Ziel die Zusammenarbeit und Spezialisierung innerhalb des Forschungsnetzwerks zu verbessern. Das Konzept selbst wurde im Herbst 2023 vom ISGAN-ExCo offiziell angenommen.

Kern des neuen Arbeitskonzept sind dabei gemeinsame Forschungsaktivitäten („Joint Research Activities“ JRA), die im Gegensatz zu den bisherigen „thematischen Subtasks“ ein wesentlich flexibleres Arbeiten ermöglichen. Die Joint Research Activities sind konkret als eigenständige, zeitbegrenzte Projekte eingebettet in den generellen Arbeitsplan vorgesehen und werden von einem SIRFN Mitglied geleitet und sind Teil des „Joint Research“ im SIRFN Arbeitsplan.

Die Themen eines JRA beziehen sich einerseits auf „Forschungsthemen“ und andererseits auf „Produkte“, die verwendet und/oder entwickelt werden. Produkte können beispielsweise Werkzeuge oder Methoden sein, die in den Partnerlaboren eingesetzt werden.

Die folgenden Forschungsthemen, bilden dabei die Schwerpunkte der Aktivitäten:

- Microgrids (Mikronetze)
- Grid forming inverters (Netzbildende Umrichter)
- Cyber-physical Energy Systems
- Power System Dynamics (Dynamisches Verhalten von Stromnetzen)
- Active Distribution Networks (Aktive Verteilnetze)
- Testing Methodologies (Testmethoden)
- DER & Plants (Dezentrale Erzeugungseinheiten und Anlagen)
- Electrical Vehicles (Elektrofahrzeuge)
- Research Infrastructure (Forschungsinfrastruktur)

Nach der offiziellen Freigabe des neuen Arbeitskonzepts durch das ISGAN ExCo wurden erste Schritte zur Umsetzung des neuen Konzepts gesetzt und konkrete Projekte („Joint Research Activities“ entwickelt. Zum Stand März 2024 waren folgende JRAs aktiv:

- JRA: Testing of Grid-Forming Inverter (Testen von netzbildenden Wechselrichtern): Lead: University of Strathclyde, UK
- JRA: Data Space for RI international collaboration (Datenräume für die internationale Zusammenarbeit von Forschungsinfrastrukturen) JRA Lead: AIT Österreich
- JRA: Extension on openSVP Testing Automation (Erweiterung der openSVP Plattform): Lead: UCD Irland

Auf österreichischer Seite sind für die weitere Phase des Arbeitsprogramms 2024+ dabei der Schwerpunkt auf der Leitung der JRA zum Thema „Datenräume für Forschungsinfrastrukturen“ sowie der Beteiligung an den beiden weiteren JRAs geplant.

### 4.3 Partnernetzwerke und Zielgruppen

Als globales Netzwerk arbeitete SIRFN im Projektzeitraum intensiv mit Partnern aus weiteren relevanten Netzwerken (Abbildung 5) zusammen.

Die Partnernetzwerke umfassten dabei Forschung- und Entwicklung (DERlab, EERA, EU-Projekte EriGrid 1/2), Industrie (SunSpec Alliance) sowie insbesondere auch den Bereich Standardisierung (IEEE, CENELEC, Nationale Normengremien).



Abbildung 5 SIRFN Partnernetzwerke (Quelle: SIRFN Report for ExCo Meeting 2022)

Die Highlights der Zusammenarbeit umfassten im Projektzeitraum dabei folgende Partnernetzwerke:

- **DERlab e.V.**  
DERlab ist globales Netzwerk von Forschungs- und Prüflaboratorien im Bereich Dezentraler Energieressourcen. Mit Derlab besteht seit Beginn eine intensive Zusammenarbeit in den folgenden Bereichen:  
Kooperation mit der Arbeitsgruppe 5 zur Betreuung der gemeinsamen Datenbanken  
Zusammenarbeit bei der Entwicklung der neuen JRAs
- **Europäisches Normungsgremium CENELEC TC8X – WG03 “Requirements for generating plants to be connected in parallel with electrical networks”**  
Unterstützung bei der Ausarbeitung des zukünftigen Europäischen Standards für netzbildende Wechselrichter (TS 50549-20 „Definitions & tests of the electrical characteristics of grid-forming generating & storage units“)
- **Internationales Normungsgremium IEEE**  
Mehrere SIRFN Mitglieder arbeiten an der IEEE P2004 Arbeitsgruppe zum Thema HIL basiertes Testen („HIL Simulation Based Testing of Electric Power Apparatus & Controls“) sowie an der IEEE Task Force zu „Innovativen Lehrmethoden für moderne Strom- und Energiesysteme“ mit.
- **EU-H2020 Projekt EriGrid 2.0**

Eine Reihe von SIRFN Mitgliedern sind am EU H2020 ERIgrid 2.0 Projekt beteiligt, das von AIT geleitet wird. Im Rahmen dieser Projekte haben Mitglieder der SIRFN Working Group 5 an transnationalen Laboraustauschprojekten teilgenommen sowie Beiträge zu Workshops und Events geliefert, die in Zusammenarbeit mit ERIgrid organisiert wurden.

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 ExpertInnen in diesem Bereich.

# 5 Ergebnisse

## 5.1 Übersicht und Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der im Rahmen der österreichischen Beteiligung an SIRFN im Projektzeitraum 2021 bis 2024 erreichten Ergebnisse erfolgt entsprechend der Zielsetzungen sowie der Struktur des nationalen Projekts in folgenden Abschnitten:

- 5.2 Einbindung Österreichs in das internationale Netzwerk, Erfahrungsaustausch auf nationaler und internationaler Ebene
- 5.3 Entwicklung und Umsetzung von Forschungsaktivitäten im Rahmen von SIRFN
- 5.4 Ausbau der Positionierung der nationalen Smart Grids Forschungsinfrastruktur im SIRFN
- 5.5 Übersicht über die im Rahmen von SIRFN erarbeiteten Publikationen

Die folgenden Abschnitte dokumentieren die Ergebnisse und präsentieren Highlights sowie Erkenntnisse und deren Relevanz.

## 5.2 Einbindung Österreichs in das internationale Netzwerk, Erfahrungsaustausch auf nationaler und internationaler Ebene

### 5.2.1 Aktive Einbindung Österreich und Stärkung der Zusammenarbeit

Das zentrale Ziel des nationalen Projektvorhabens stellte die aktive Einbindung Österreichs in das internationale Netzwerk der Smart Grid Forschungsinfrastrukturen dar. Ein wesentlicher Teil der Einbindung umfasste den intensiven Informationsaustausch auf nationaler wie auch internationaler Ebene, der von den österreichischen ExpertInnen im Projektzeitraum aktiv unterstützt wurde.

Von den Möglichkeiten zum Informationsaustausch profitierten dabei alle teilnehmenden Forschungseinrichtungen in vielfältiger Art und Weise:

- **Stärkung der Zusammenarbeit:** Die Vernetzung schafft die Möglichkeit, neue Verbindungen und Potentiale für gemeinsame Projekte und Forschungsaktivitäten aufzubauen und stärkt so die Zusammenarbeit der Forschungseinrichtungen auf internationaler Ebene.
- **Erweiterung und Verbesserung der Infrastrukturnutzung:** Durch den Erfahrungsaustausch zwischen den Forschungslabors, konkret in Bezug auf Methoden, Verfahren und Durchführung von Tests kann die vorhandene Infrastruktur effektiver und effizienter genutzt werden.

## 5.2.2 Internationale Vernetzung und Austausch mit externen Stakeholdern

Die internationale Vernetzung fand dabei auf unterschiedlichen Ebenen statt. Primär über die Teilnahme an den regelmäßigen Projektmeetings im Rahmen von SIRFN, wobei die österreichischen ExpertInnen diese auch durch Beiträge und Diskussionsinputs unterstützten. Ein weiterer Baustein der Vernetzungsaktivitäten, insbesondere auch zur Vernetzung mit externen Stakeholdern, waren von SIRFN organisierte Workshops, die von den österreichischen VertreterInnen im Speziellen genutzt wurden, um 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, an denen die österreichischen ExpertInnen aktiv beteiligt waren:

- **SIRFN Workshop im Rahmen der IRED 2022<sup>3</sup> Konferenz in (Oktober 2022, Adelaide, Australien)**

Im Rahmen der IRED-Konferenz organisierte SIRFN unter Beteiligung der österreichischen VertreterInnen einen öffentlichen Workshop, der sich mit der Netzintegration erneuerbarer Energien befasste und im Speziellen der Rolle von Forschungs und Prüfinfrastrukturen beleuchtete. Unter dem Titel „Grid Integration of Renewables: The Role of Research & Testing Facilities“ bot die von einem der österreichischen SIRFN Experten moderierte und co-organisierte Session Vorträge sowie Diskussionen von ExpertInnen aus Forschungseinrichtungen, der Industrie und dem akademischen Bereich über die entscheidende Rolle von Tests bei der Beschleunigung der Integration erneuerbarer Energien in das Stromnetz. Die Diskussionsteilnehmer untersuchten Themen wie innovative Prüfmethode, Netzleistungsbewertung und die Validierung von Technologien für erneuerbare Energien. Die Diskussionen beleuchteten, wie das Testen zur nahtlosen Integration erneuerbarer Energien beitragen und Herausforderungen im Zusammenhang mit Netzstabilität, Stromqualität und Zuverlässigkeit angehen kann.

In einer zweiten Session wurden Aspekte rund um die Entwicklung und Validierung von DER-Technologien diskutiert. Renommierete ExpertInnen aus dem SIRFN Netzwerk tauschten ihre Erkenntnisse zu Themen wie fortschrittliche DER-Steuerungsstrategien, netzbildende Wechselrichter und die Optimierung der DER-Integration aus. Die Sitzung betonte die Bedeutung von Forschungs- und Testeinrichtungen für die robuste Entwicklung und den effizienten Einsatz von DERs.

Damit unterstrich der Workshop die Bedeutung von Forschungs- und Testeinrichtungen, um die Integration erneuerbarer Energien voranzutreiben und die Entwicklung dezentraler Energiequellen zu beschleunigen.

- **SIRFN - EES-UETP („Electric Energy Systems University Enterprise Training Partnership“ Workshop „Advanced laboratory testing methods for modern power systems“ (Mai 2023, TU**

---

<sup>3</sup>Integration of Renewable Energies and Distributed Generation <https://ired2022.com.au/>

#### Dortmund)<sup>4</sup>

Unter Beteiligung einer Reihe von SIRFN Partnerinstituten wurde ein 3-tägiger Workshop veranstaltet, wobei TeilnehmerInnen aus dem universitären sowie industriellen Umfeld aktuelle Erfahrungen rund um Testmethoden für Energiesysteme austauschten. Die österreichischen Projektmitarbeiter präsentierten dabei Erfahrungen aus dem von AIT geleiteten EU H2020 Projekt Erigrind („Challenges and learnings from advanced testing systems in H2020 ERIGrid project“).

- **SIRFN-AIT Workshop Netzbildende Wechselrichter - Herausforderungen bei der Validierung und Prüfung („Grid-forming inverters - Validation and testing challenges“)** (März 2024, AIT Austrian Institute of Technology, Wien<sup>5</sup>

Im Rahmen dieser von den österreichischen SIRFN VertreterInnen organisierten Veranstaltung trafen sich internationale ExpertInnen aus der SIRFN Arbeitsgruppe mit VertreterInnen aus den Bereichen elektrische Netze, Industrie und Herstellern sowie der Forschung in Österreich, um aktuelle Themen rund um das Testen von netzbildenden Umrichtern zu diskutieren. Erweitert wurde der Workshop mit einer umfangreichen Live-Demonstration der netzbildenden Funktionen des „AIT Smart Grid Converter“, einer am AIT entwickelten multifunktionalen Umrichterplattform.



Abbildung 6 TeilnehmerInnen des SIRFN-AIT Workshops Netzbildende Wechselrichter - Herausforderungen bei der Validierung und Prüfung im AIT MicroGrid Labor

---

<sup>4</sup> <http://www.ees-uetsp.com/courses/course2023-01.pdf>

<sup>5</sup> <https://nachhaltigwirtschaften.at/en/iea/events/2024/20240315-workshop-grid-forming-inverters-validation-and-testing-challenges.php>

Zu Beginn des Projektzeitraums wurden die Projekttreffen, Workshops sowie weitere nationale und internationale Verbreitungsaktivitäten weiterhin von den Einschränkungen aufgrund der globalen Pandemie beeinflusst. Durch die Zusammenarbeit und Flexibilität der ProjektpartnerInnen auf nationaler und internationaler Ebene konnte trotzdem die laufende Abstimmung innerhalb des Netzwerks mittels virtueller Treffen sichergestellt werden.

Neben der Vernetzung auf internationaler Ebene wurde im Rahmen des Projektvorhabens die Einbindung von SIRFN in das von AIT geleitete EU H2020 Projekt Erigrad 2.0<sup>6</sup> (ab 04-2020) koordiniert. Dazu lieferten die österreichischen VertreterInnen koordiniert durch den Leiter des Erigrad 2.0 Projekts, der auch im SIRFN als nationaler Experte aktiv ist, wesentliche Beiträge für den Austausch von Informationen zwischen den ProjektpartnerInnen und den SIRFN NetzwerkpartnerInnen auf globaler Ebene.

Durch die aktive Teilnahme der österreichischen VertreterInnen an den Meetings der SIRFN ExpertInnen wurde die Rolle Österreichs im SIRFN unterstützt sowie sichergestellt, dass bei Entscheidungen im Netzwerk relevante Positionen und Interessen Österreichs gewährleistet wurden.

---

<sup>6</sup> [European Research Infrastructure supporting Smart Grid and Smart Energy Systems Research, Technology Development, Validation and Roll Out – Second Edition](#)

## 5.3 Ergebnisse der Forschungsaktivitäten im Rahmen von SIRFN

Im Projektzeitraum wurden im Rahmen von SIRFN von den teilnehmenden Forschungsinfrastrukturen eine Reihe gemeinsamer Forschungsaktivitäten umgesetzt. Ziel dabei war die Stärkung der Forschungsinstitutionen im Rahmen der Entwicklung und Umsetzung von Smart Grids Technologien.

Entsprechend der nationalen Zielsetzungen adressiert die österreichische Beteiligung insbesondere die Themen Erneuerbare Energien, die Integration dezentraler Erzeugung in die Verteilernetze sowie das Thema Smart Grids.

Die österreichischen ExpertInnen arbeiteten dazu in allen SIRFN Tasks aktiv mit. Die folgenden Abschnitte fassen, die unter direkter Beteiligung der österreichischen ExpertInnen, erreichten Ergebnisse zusammen:

### 5.3.1 SIRFN Task 2: Entwicklung von Testverfahren für die Interoperabilität Dezentraler Energieressourcen (Development of Interoperable DER Certification Protocols)

Dezentrale, variable erneuerbare Energien lösen in den Stromnetzen zunehmend die traditionelle, zentrale Stromerzeugung ab. Damit müssen diese Anlagen auch immer komplexere netzstützende Funktionen übernehmen, die in den weltweiten Richtlinien, technischen Normen und Netzkodizes festgelegt sind. Die Funktionen umfassen dabei unter anderem Spannungs- und Frequenzregelung, Robustheit bei Netzstörungen sowie weitere Netzdienste.

Um die zuverlässige und richtige Funktion auch in den Stromnetzen sichstellen zu können wurden umfangreiche Verfahren zur Prüfung und Verifizierung der beteiligten Komponenten, Systeme und Technologien definiert, die auch im Rahmen der SIRFN Zusammenarbeit seit Beginn zentraler Bestandteil der Aktivitäten darstellten.

Um die immer komplexeren Prüfverfahren dabei effizient, zuverlässig und klar reproduzierbar umsetzen zu können wurden bereits in vorherigen SIRFN Projektphasen 2016-2022 in Zusammenarbeit mit der SunSpec Alliance die SIRFN Sunspec System Validation Platform, kurz SVP entwickelt, die sowohl von den SIRFN Partnerlabors wie auch externen Labors zur Implementierung eines harmonisierten, internationalen Zertifizierungsstandards für alle dezentralen Energieressourcen in den Stromnetzen eingesetzt werden kann.

Mit Hilfe dieses Werkzeugs können in den SIRFN Labors Tests automatisiert durchgeführt sowie die Messdaten automatisiert ausgewertet und dargestellt werden. Die System Validation Platform (Abbildung 7) vernetzt und steuert dabei sämtliche Geräte sowie das entsprechende Prüfobjekt.

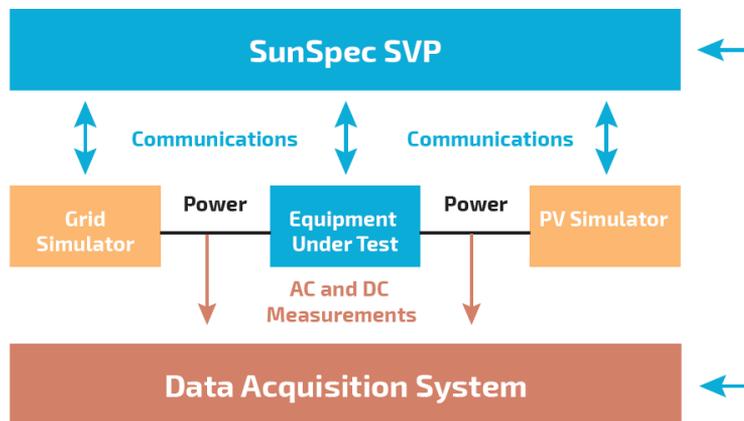


Abbildung 7 Schema der im Rahmen von SIRFN entwickelten Testplattform (System Validation Plattform) für den automatisierten Test von Komponenten für Dezentrale Energieressourcen (Quelle: [4])

Die konkrete Funktionalität bzw. Prüfverfahren werden dazu in Form von Testskripten bereitgestellt, die spezifisch für das jeweiligen Prüfverfahren bzw. die Prüfnorm erstellt werden. Bis dato wurden im Rahmen der SIRFN Zusammenarbeit folgende Standards bzw. Prüfverfahren implementiert:

Tabelle 2 Implementierte Prüfverfahren

Standard / Prüfverfahren	Status der Implementierung
<b>IEEE 1547.1</b> <b>UL1741 SA/SB</b>	Prüfverfahren für Komponenten für den amerikanischen/asiatischen Markt; Anti-Islanding Test Plattform implementiert; Ergebnisse gemeinsamer Tests im Rahmen einer Reihe von Publikationen vorgestellt. Koordinator: CanmetENERGY Kanada
<b>AS-NZS 4777.2</b>	Finale Testskripte für Volt-Watt und Volt-Var Funktionen sowie implementiert. Koordinator: CSIRO, Australien

Um die Liste der verfügbaren Tests, die bisher auf den nordamerikanischen sowie australischen Markt fokussiert waren, auf den europäischen Bereich zu erweitern, lag einer der Schwerpunkte der Aktivitäten der österreichischen ProjektteilnehmerInnen im Projektzeitraum lag in der Implementierung der Prüfverfahren der 2022 veröffentlichten europäischen Norm EN 50549-10 für die Prüfung von Komponenten für Erzeugungsanlagen (Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 10 Tests demonstrating compliance of units), wie beispielsweise Umrichter. Diese EU Norm wird zukünftig die Testverfahren europaweit standardisieren und die derzeitige Praxis national unterschiedlicher Prüfverfahren vereinheitlichen. Damit wird diese Norm eines der zentralen technischen Dokumente im Zuge des Ausbaus dezentraler Erzeugung und erneuerbarer Energien.

Im Rahmen einer am AIT durchgeführten Masterarbeit [4] wurden dazu die Prüfverfahren auf Basis der im SIRFN entwickelten „System Validation Platform“ Testplattform umgesetzt und implementiert. Dies ermöglicht nun, automatisierte Tests der Smart Grids Funktionen von Leistungsumrichtern auch entsprechend der zukünftigen europäischen Prüfnorm durchzuführen.

Abbildung 8 listet die im Rahmen des Projekts von AIT implementierten Testskripte für die EN 50549-10, die auch als Open-Source zur Verfügung stehen und damit von einer breiten Fachöffentlichkeit genutzt werden können.

**EN50549 Scripts:**

- [EN50549.py](#): This is a generic control library
- [EN50549\\_layer.py](#): Manage the test itself. This script executes the test procedure as required, and also evaluates process if the user requests it.
- **Grid Support Functions Scripts:** Create Test procedure and Other test related task. In this folder are all the scripts necessary to carry out the tests set out in the EN50549-10 section 5. The Scripts are ordered by each EN50549-10 subsection as follows:
  - Section 5.2: Normal operating range
    - [nor\\_layer.py](#)
  - Section 5.3: Immunity to disturbances
    - [itd\\_layer.py](#)
  - Section 5.4: Active response to frequency deviation
    - [Freq\\_watt\\_layer.py](#)
  - Section 5.5: power specification and respon to voltage variations
  - Section 5.5.1: Power capabilities assessment - voltage support by reactive power
    - [watt\\_var\\_layer.py](#)
  - Section 5.5.2: Voltage support by reactive power - test to determine the reactive control modes
  - Section 5.5.2.4: Verification procedure for voltage related control mode for reactive power Q(U)
    - [volt\\_var\\_layer.py](#)
  - Section 5.6: Voltage related active power reduction - P(U)
    - [volt\\_watt\\_layer.py](#)
  - Section 5.10: Active power reduction on set point
    - [aprosp\\_layer.py](#)
  - IEC 62116: Test forAnti-Islanding
    - [anti\\_islanding\\_layer\\_py](#)
- **Grid Support Functions Curves Points:** Contains curve information in json files for each test.
- **Post Process Scripts:** manage the post processing.
  - [General post-process script](#)
  - [Chart plotter](#)
  - [First-order filter evaluator](#)

Abbildung 8 Übersicht über die im Rahmen des Projekts implementierten EN 50549-10 Testskripte.

Die Open-Source-Testskripte wurden auf dem integrierten Controller Hardware-In-The-Loop (CHIL) Testbed des AIT getestet. Der komplette Aufbau bestand aus einem Typhoon HIL Digital Real-Time-Simulator, der mit dem AIT Smart Grid Converter (SGC) verbunden war, der als Prüfobjekt (Device-Under-Test DUT) fungierte.

Gesteuert durch die SunSpec System Validation Platform, ermöglicht der Aufbau vollautomatische Tests, Datenerfassung und Analyse aller relevanten DER Netzunterstützungsfunktionen.

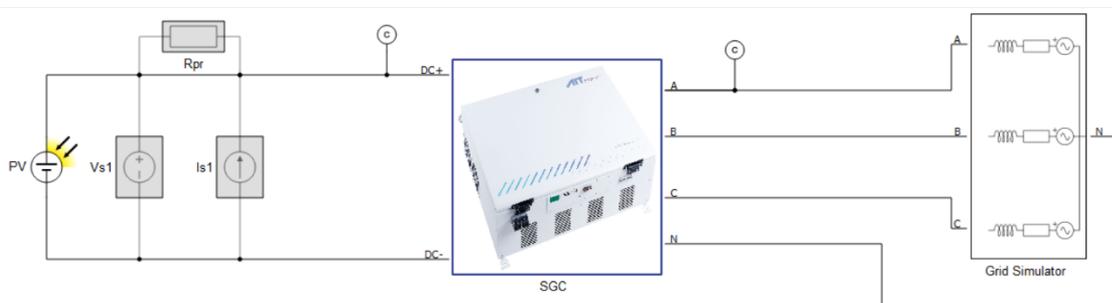
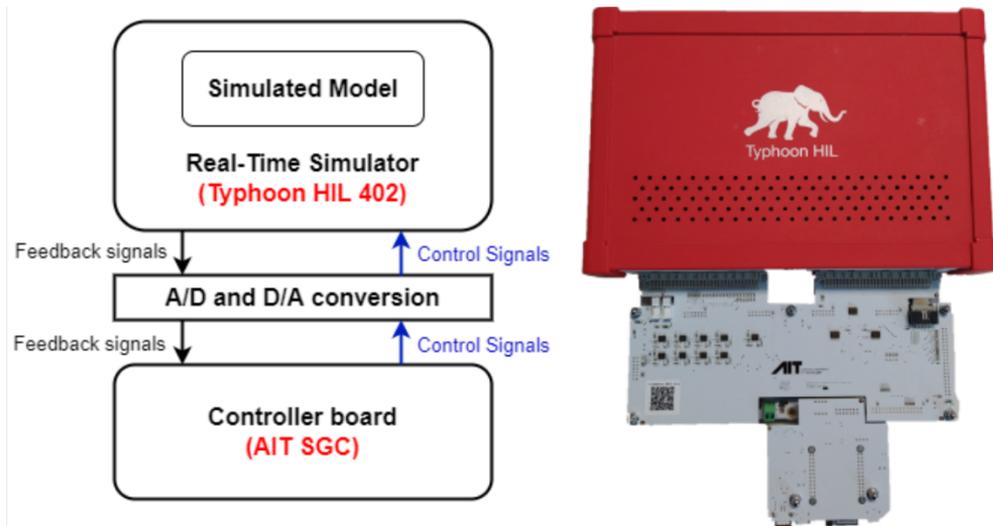


Abbildung 9 Aufbau der Validierungsumgebung für die SVP EN 50549-10 Testskripte.

Die in Python implementierten Testskripte enthalten die komplette Testlogik, die erforderlich ist, um die Einstellungen des Prüflings, des simulierten Netzes und der primären Quelle (z.B. PV-Anlage) zu ändern. Darüber hinaus steuern die Skripte die Datenerfassung und sorgen für die automatische Auswertung der Messergebnisse.

Die Abbildung 10 und Abbildung 11 zeigen die Ergebnisse der Validierung der Funktionen für zwei der zentralen netzstützenden Funktionen, die in den europäischen wie auch nationalen Richtlinien festgelegt sind:

- Blindleistungs-Spannungsregelung Q(U): Diese Funktion unterstützt die Spannungshaltung in den Verteilnetzen

- Frequenz-Wirkleistungsregelung  $P(f)$ : Mit dieser Funktion wird sichergestellt, dass die dezentralen Erzeugungsanlagen bei Über- und Unterfrequenz ihre Leistung anpassen und damit ein potentiell gefährliches Leistungsungleichgewicht im Stromversorgungssystem vermeiden.

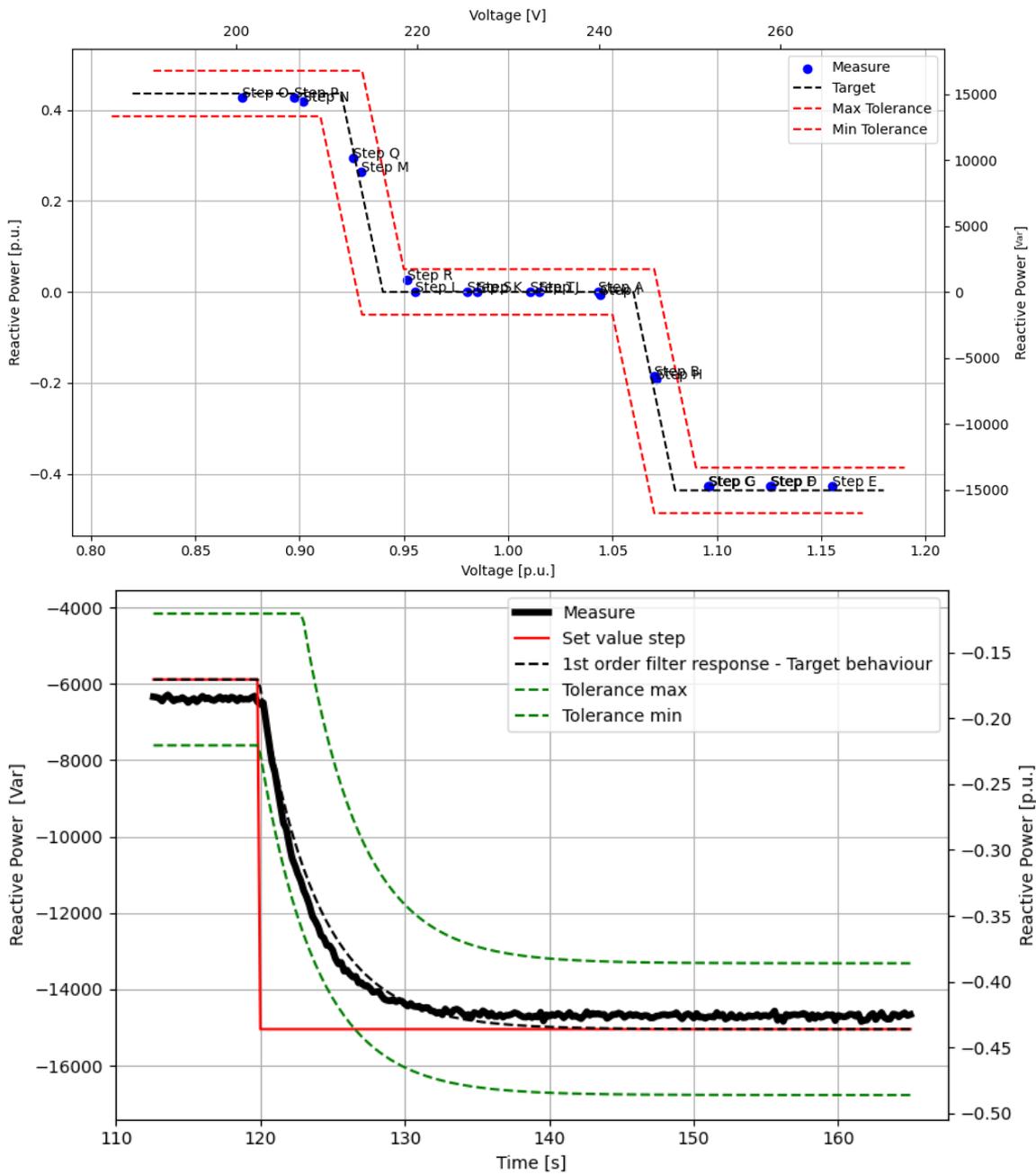


Abbildung 10 Ergebnisse der Validierung der Volt-Var  $Q(U)$  Funktion und stationären (oben) sowie dynamischen Bedingungen (unten).

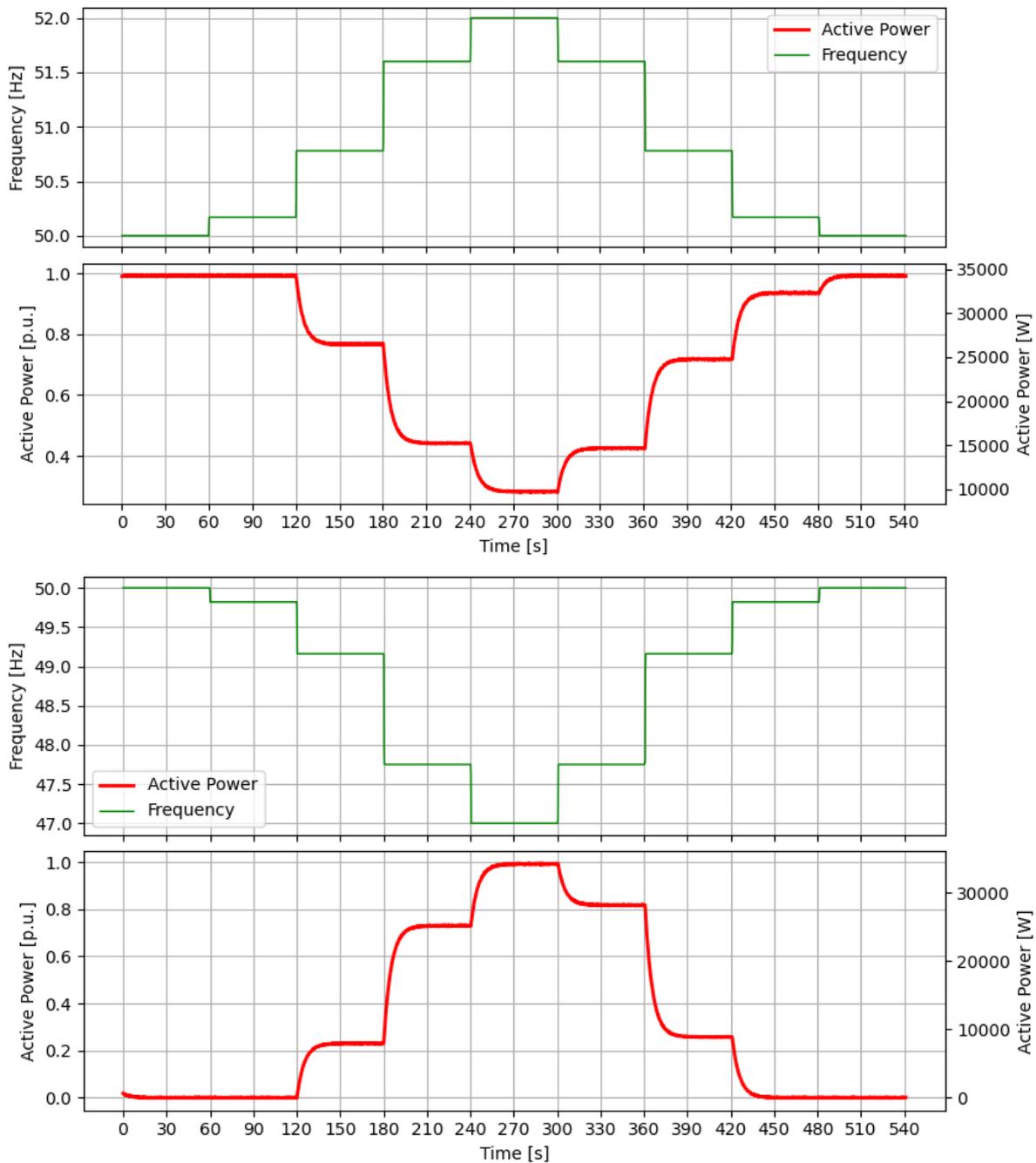


Abbildung 11 Ergebnisse der Validierung der Frequency-Watt  $P(f)$  Funktion bei Überfrequenz (oben) sowie Unterfrequenz (unten).

Die von AIT entwickelten Open-Source-Testskripte nach EN 50549-10 können universell in allen von SVP unterstützten DER-Testumgebungen eingesetzt werden. Zusätzlich zu den Testskripten wurde im Rahmen dieser Aktivität auch neue, verbesserte Tools zur automatisierten Datenanalyse geschaffen, die eine schnellere und effizientere Auswertung der Testergebnisse ermöglichen. Die EN 50549-10-Testskripte sind im SVP Open-Source SVP GitHub-Repository [9] von SIRFN öffentlich zugänglich.

Die Ergebnisse wurden auch im Rahmen der internationalen Konferenz „IREC 2022“, die im Oktober 2022 in Adelaide, Australien stattgefunden hat, präsentiert. Darüber hinaus wurden die Aktivitäten im SIRFN Task Entwicklung von Testverfahren im Rahmen der IEA Initiative „Today in the Lab – Tomorrow in Energy“ sowie in einem Video „Managing large amounts of distributed energy resources on electricity grids“ vorgestellt.

Im Zuge einer zum Ende des Projektzeitraums im März 2024 noch laufenden gemeinsamen Forschungsaktivität (Joint Research Activity Extension on openSVP Testing Automation/Erweiterung der openSVP Plattform) werden auf Basis der im österreichischen Teilvorhaben entwickelten Testskripte derzeit weitere Funktionen bzw. nationale europäische Prüfverfahren implementiert.

Im Rahmen der engen Zusammenarbeit mit dem japanischen Partnerlabor (Fukushima Renewable Energy Center AIST - FREA) wurde im Herbst 2022 einer der österreichischen SIRFN Experten eingeladen, vor ExpertInnen des Labors in Koriyama, Japan die aktuellen Entwicklungen am AIT rund um netzbildende Umrichterfunktionen zu präsentieren und die entsprechenden Weiterentwicklungen des AIT [Smart Grid Converter](#) vorzustellen.

In Folge dieses Wissensaustauschs beauftragte das japanische SIRFN Partnerlabor AIT mit der Lieferung eines am AIT entwickelten Controller-Hardware-In-The-Loop Testsystems ([AIT SGC HIL Controller](#)). Das Testsystem wurde 2023 geliefert und in Betrieb genommen. Dieses Testsystem wird dort schwerpunktmäßig für Forschungsaktivitäten an netzbildenden Umrichtern eingesetzt.

Durch diese, 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 Task 3: Mikronetze (Microgrids)**

Lokal begrenzte Mikronetze (Microgrids), die entweder in einem Insel- oder netzverbundenen Modus betrieben werden, können 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. Ein optimaler Betrieb im Hinblick auf die Maximierung erneuerbarer Ressourcen und den Austausch mit dem Netz ist dabei von entscheidender Bedeutung, nicht zuletzt für die Wirtschaftlichkeit von Mikronetzen. Darüber hinaus können von Mikronetzen auch Systemdienstleistungen für das gesamte Stromversorgungssystem bereitgestellt werden.

Eine Besonderheit von Mikronetzen, die vorwiegend von erneuerbaren Energien versorgt werden, stellt die Dominanz von Erzeugungsanlagen auf Basis leistungselektronischer Umrichter dar, die da-

mit insbesondere den Betrieb und das dynamische Verhalten bestimmen. Aufgrund der technologischen Entwicklungen, speziell rund um leistungselektronische Umrichter ergibt sich die Möglichkeit, mit diesen Geräten neue Funktionalitäten bereitzustellen.

Im Projektzeitraum fokussierten die Aktivitäten im Rahmen des SIRFN Netzwerks auf die Erstellung einer Übersicht über Benchmark Systeme für Mikronetze, die als Basis für Forschung and Regelkonzepten, sowie auch den Test von Kompetenzen für Mikronetze herangezogen werden können. Zu diesem Aspekt wurde 2022 von SIRFN Partnern ein Fact Sheet veröffentlicht, das aktuell verfügbare Benchmark Systeme für Mikronetze aus Forschungsprojekten sowie dem industriellen Umfeld präsentiert. Das Ziel dieses Dokuments ist es, einen Überblick über Systeme zu geben, die aus Forschungsprojekten sowie dem industriellen Umfeld als Benchmark-Systeme für Mikronetze vorgeschlagen wurden (Abbildung 12). Weiters gibt das Dokument eine umfassende Hilfestellung und Anleitung für die Auswahl eines geeigneten Benchmark-Testsystems für die Entwicklung und den Test von Regelungsansätzen für Micronetzen.

	Voltage & Power Levels		Type of Studies							Other criteria			
	Voltage	Power	Planning	Energy Management	Monitoring and Control	Dynamics	Protection	Reliability	Resilience	Cyber Physical	Performance metrics	Open Access Data	Associated Test bed
<b>CIGRE LV Benchmark</b>	LV	kVA		✓	✓	✓	✓						
<b>Multi-Microgrids</b>	MV	MVA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
<b>Eridgrid 2.0 Electrical network</b>	LV	kVA		✓	✓	✓	✓				✓	✓	
<b>Banshee Distribution Network</b>	MV & LV	MVA		✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓
<b>Distribution System with Residential Microgrids</b>	MV & LV	MVA		✓	✓	✓					✓		
<b>Hybrid AC/DC</b>	MV & LV	MVA		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
<b>Cape Verde Island</b>	MV	MVA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	

Abbildung 12 Übersicht über die im Rahmen von SIRFN untersuchten Benchmark Systeme für Mikronetze (Quelle: SIRFN Factsheet An Overview of Benchmark Microgrid Test Systems [6])

Als weiteren Aspekt wurden im Rahmen der SIRFN Zusammenarbeit auch die aktuell verfügbaren Normen und Standards zu Mikronetzen analysiert und verglichen. Die Ergebnisse dieser Analyse zeigten, dass der Betrieb von Mikronetzen derzeit zwar durch verschiedene Normen spezifiziert

ist, es allerdings kein Übersichtsdokument gibt, das einen Überblick über die verschiedenen Normen in Bezug auf Microgrids bietet. Das weitere Ziel sollte daher sein, ein Referenzdokument, insbesondere für die Entwicklung von Prüfverfahren bereitzustellen.

Übersicht über die im Rahmen von SIRFN untersuchten Standards für Mikronetze

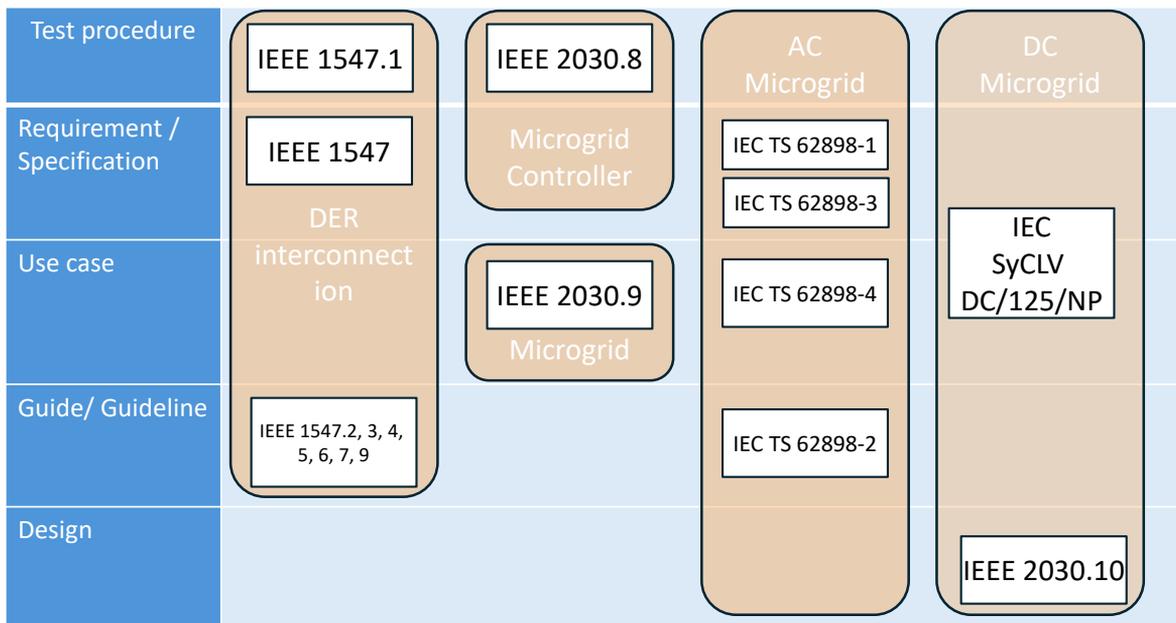


Abbildung 13 Übersicht über die im Rahmen von SIRFN untersuchten Standards für Mikronetze (Quelle: SIRFN Factsheet An Overview of Microgrid Benchmark Networks and Standards [6])

Die Arbeiten, die auch mit Beiträgen der österreichischen ProjektteilnehmerInnen erstellt wurden, wurden Ende 2022 auch im Rahmen der „IRED 2022“ Konferenz, die im Oktober 2022 in Adelaide, Australien stattgefunden hat, präsentiert.

### 5.3.3 SIRFN Task 4: Testverfahren für Stromversorgungssysteme (Power System Testing)

Im SIRFN Task „Testverfahren für Stromversorgungssysteme“ arbeiten führende internationale Labors zusammen, um Strategien für das Testen von Systemaspekten digitalisierter, auf erneuerbaren Energien basierender, cyber-physikalischer Energiesysteme zu entwickeln.

Mit der zunehmenden Digitalisierung, Dezentralisierung und nicht zuletzt dem wachsenden Anteil erneuerbarer, variabler Ressourcen in den Stromversorgungssystemen verschiebt sich das Verhalten der Stromnetze 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. Dabei spielen insbesondere das Zusammenspiel und die Interaktion zwischen digital gesteuerten, elektronischen Komponenten mit den konventionellen Komponenten eine zentrale Rolle. Während Testverfahren

einzelner Komponenten wie z.B. Regler, Schutzeinrichtungen etc. Stand der Technik sind und breit angewendet werden, fehlt es immer noch an Methoden, Testsystemen und Benchmarks, um das Verhalten des gesamten Systems zu testen und insbesondere die Systemreaktion bei kritischen Situationen bis hin zum Ausfall eines Systems zu identifizieren.

Als Teil der SIRFN Zusammenarbeit versuchen die Partner daher, innovative Testsysteme und -methoden zu entwickeln, die es ermöglichen, auch komplexe Testfälle zu untersuchen. Ein zentraler Beitrag von österreichischer Seite aus stellt die Zusammenarbeit und Koordination der Arbeiten mit dem thematisch eng verwandten EU H2020 Projekts EriGrid 2.0, das von AIT geleitet wird dar.

Die Ergebnisse der im Projektzeitraum durchgeführten Aktivitäten auf internationaler Ebene fokussierten sich dabei auf die Durchführung von Projekten durch SIRFN Partner im Rahmen des EriGrid 2.0 Transnational Access sowie die Organisation gemeinsamer Workshops. Im Rahmen des Workshops wurden unter dem thematischen Schwerpunkt „Referenztestsysteme“ (Workshop on Reference Test Cases and Reference Test Systems) zunächst Ergebnisse aus dem EriGrid TA Projekt VEHICLE vorgestellt. In Zusammenarbeit der ExpertInnen wurden dann Testfälle identifiziert sowie nach Prioritäten geordnet.

Ein zentrales Ergebnis aus dieser Zusammenarbeit stellt ein Framework für den Test von Stromversorgungssystemen dar (Abbildung 14) mit dem die Durchführung komplexer Tests an cyber-physikalischen Systemen strukturiert und vereinfacht werden können. Der skizzierte Rahmen baut dabei auf bestehenden Ansätzen auf und erleichtert sowohl etablierte Tests als auch fortgeschrittene Konfigurationen.

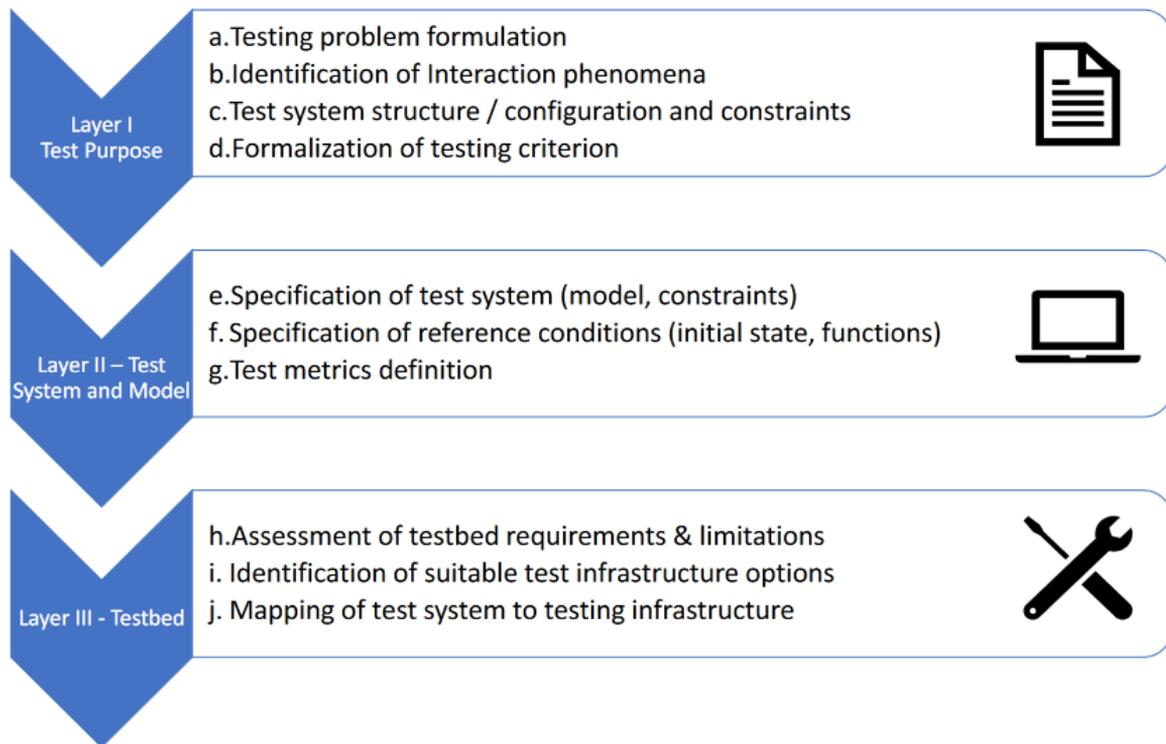


Abbildung 14 SIRFN Framework für die Durchführung von Tests an Stromversorgungssystemen (Quelle: [7])

Der vorgeschlagene Rahmen ist dabei in drei Ebenen strukturiert:

1. Ebene I umfasst die Festlegung der grundlegenden Ziele des Tests: Konkret zu testenden Phänomene, die Defintion der Konfiguration des zu testenden Stromnetzes, sowie die Formulierung von Testkriterien
2. Ebene II umfasst die Spezifikation des konkreten Testsystems, der Referenzbedingungen sowie der Testmetriken.
3. Ebene III fasst zuletzt die notwendigen Schritte zusammen, um das Testsystem auf eine konkrete, vorhandene Prüfumgebung bzw. Prüfinfrastruktur zu übertragen, mit der dann schlussendlich die Tests durchgeführt werden können.

Die Arbeiten, die auch mit Beiträgen der österreichischen ProjektteilnehmerInnen erstellt wurden, wurden Ende 2022 auch im Rahmen der „IREN 2022“ Konferenz, die im Oktober 2022 in Adelaide, Australien stattgefunden hat, präsentiert.

### **5.3.4 SIRFN Task 5: Fortschrittliche Methoden für Labortests (Advanced Laboratory Testing Methods)**

Im Rahmen des SIRFN Tasks Fortschrittliche Methoden für Labortests werden neuartige Simulationstechnologien wie Power Hardware-in-the-Loop (PHIL), Controller Hardware-in-the-Loop (CHIL) und Co-Simulation und deren Anwendung für Tests an Komponenten und Systemen untersucht. Dabei geht es insbesondere um die Gewinnung praktischer Erfahrungen und den Austausch von Fachwissen und Bewertung neuer Techniken. Das zentrale Ziel dabei ist, die Entwicklung zukünftiger Testverfahren im Rahmen internationaler Standards zu etablieren und Empfehlungen für die optimale Anwendung dieser Techniken in Laborumgebungen zu geben. Mit Hilfe innovativer Methoden werden die Möglichkeiten rund um die Prüfung elektrischer Systeme und leistungselektronischer Komponenten wesentlich erweitert. Ziel dabei ist diese Prüfverfahren innerhalb internationaler Normen als Standard zu etablieren.

Im Projektzeitraum lag der Fokus der Aktivitäten auf Themen rund um den Test von netzbildenden Umrichtern (Grid-Forming converters) sowie die Erweiterung der Anwendung von Power-Hardware-In-The-Loop. Dabei wurden im Rahmen von gemeinsamen Workshops zwischen den teilnehmenden SIRFN ExpertInnen aktuelle Entwicklungen und Erfahrungen ausgetauscht sowie Ergebnisse von Labortests präsentiert.

Ein Highlight stellte dabei die mit österreichischer Beteiligung organisierte und von österreichischen SIRFN Experten moderierte Panel Session im Rahmen der ISGT Europe Konferenz 2022 dar. Unter dem Titel „Die Grenzen von Echtzeitsimulationen für die Validierung zukünftiger komplexer Stromversorgungssysteme verschieben“ (“Pushing the Boundaries of Real-Time Simulations for Validation of Future Complex Power Systems”) präsentierten ExpertInnen aus dem SIRFN Netzwerk sowie externe ExpertInnen neueste Erkenntnisse rund um die Anwendung von Echtzeitsimulation für den Test von Stromversorgungssystemen.

## 5.4 Ausbau der Positionierung Österreichs in der internationalen Smart Grid Forschung

Eines der wesentlichen Ziele Österreichs Teilnahme an SIRFN, auf internationaler Ebene seine führende Forschungsinfrastruktur im Bereich Smart Grids zu positionieren, konnte dank des vorliegenden Vorhabens umfassend erreicht werden.

Durch die intensive Zusammenarbeit der österreichischen ProjektteilnehmerInnen am AIT mit internationalen ExpertInnen aus dem SIRFN Netzwerk der Austausch von Informationen und Wissen im Bereich der Umsetzung von Smart Grids vorangetrieben werden. Im Projektzeitraum 2021 bis 2024 konnte Österreich und speziell AIT damit seine Kompetenz im Bereich Smart Grid Forschungsinfrastruktur weiter ausbauen und der heimischen Forschung einen Wettbewerbsvorteil schaffen.

Speziell im Themenbereich Smart Grid gibt es unterschiedliche Voraussetzungen, Bestrebungen und Erkenntnisse in den globalen Regionen. Daher ist der internationale Erfahrungsaustausch durch SIRFN eine einzigartige Möglichkeit, einerseits die unterschiedliche Situation in den Ländern zu verstehen, von Ländern außerhalb Europas zu lernen und nicht zuletzt die Basis, in Österreich entwickelte Technologien zu exportieren.

Eines der zentralen Ziele des Projekts, die erfolgreiche Positionierung Österreichs als wissenschaftliches Kompetenzzentrum für Smart Grid Forschungsinfrastruktur, wurde unter anderem durch den Austausch aktueller Forschungsthemen, Erfahrungen und Ergebnissen im Rahmen von Projektmeetings, speziellen, themenbezogenen „Wissensaustauschsessions“ sowie thematischen Workshops unterstützt, die auf nationaler sowie internationaler Ebene organisiert und durchgeführt wurden.

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

- Positionierung des von AIT entwickelten „AIT Smart Grid Converters“ sowie des digitalen Zwillings „AIT HIL Controller“ als Referenzplattform für die Umsetzung von Forschungsfragen und Testverfahren bei SIRFN Partnerinstitutionen:  
Zum Ende des Projektvorhabens 2024 nutzten bereits SIRFN Partner SANDIA National Laboratories (USA), Electric Power Research Institute (USA), KERI (Republik Korea), CSIRO (Australien) sowie FREA (Japan) die am AIT entwickelte Technologie.  
Im Projektzeitraum wurden die Anwendungsmöglichkeiten und Funktionen grundlegend erweitert und decken nun auch die Forschung rund um Netzbildende Umrichter (Grid-Forming Converters) umfassend ab. Der Austausch von Wissen im Rahmen von SIRFN trug dabei wesentlich bei der Umsetzung der Funktionserweiterungen bei.  
Dank der Einbindung in das SIRFN Netzwerk im Rahmen des vorliegenden Projektvorhabens wurde nicht zuletzt die Möglichkeit geschaffen, innovative von AIT entwickelte Technologie international zu präsentieren und nachhaltig zu positionieren.

- Einladungen der österreichischen SIRFN ProjektteilnehmerInnen im Rahmen internationaler Workshops:  
Dank der Zusammenarbeit im Rahmen von SIRFN wurden österreichische ExpertInnen auch außerhalb der SIRFN Zusammenarbeit ihr Know-How und Erfahrungen präsentieren und damit Österreich als Kompetenzzentrum für Smart Grid Technologien erfolgreich positionieren.
- Ausbau der Zusammenarbeit zwischen dem SIRFN Netzwerk und dem durch AIT geleiteten EU H2020 Forschungsprojekt Erigrad 2.0:  
Gemeinsam mit SIRFN Partnern wurden im Projektzeitraum gemeinsame Projekte im Rahmen des grenzüberschreitenden Austauschs am AIT umgesetzt, und damit die Positionierung der österreichischen Forschungsinfrastruktur vorangetrieben. Weiters wurden auch, koordiniert durch AIT als Projektleiter, Workshops und Konferenzsessions organisiert, um damit die Sichtbarkeit der nationalen Forschung auf internationaler Ebene verbessert.

Im Rahmen der Zusammenarbeit im ISGAN-SIRFN Projekts entstanden weiters eine Reihe von Veröffentlichungen gemeinsam mit renommierten internationalen Partnern, die wesentlich zur erfolgreichen internationalen Positionierung der österreichischen Forschung im Bereich Smart Grid und Laborinfrastruktur beitrugen. Damit wurde die Zusammenarbeit auch außerhalb von SIRFN unterstützt und die Vernetzung in der internationalen Forschungscommunity vorangetrieben.

## 5.5 Übersicht der Publikationen

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

**Titel (original/deutsch):**

„Review of microgrid benchmark networks & standards“  
(Übersicht über Benchmark Netze und Standards für Mikronetze)

**Autoren** (fett: österreichische ProjektteilnehmerInnen)

O'Donnell, Terence, Hashimoto, Jun, Kikusato, Hiroshi, Heckmann, Wolfram, Kulkarni, Siddhi Shrikant, Pellegrino, Luigi, Verga, Maurizio, **Strasser, Thomas**, Cho, Changhee, Huarte, Jose-ba, Obusevs, Artjoms,

**Synopsis:**

Im Rahmen von IEA-ISGAN-SIRFN wurde eine Übersicht über Benchmark Systeme für Mikronetze, die als Basis für Forschung and Regelkonzepten, sowie auch den Test von Kompetenzen für Mikronetze herangezogen werden können erstellt. Für die Systeme, die in Forschungsprojekten sowie im industriellen Umfeld als Benchmark-Systeme für Mikronetze vorgeschlagen wurden, wurden die Anwendungsbereiche, Testmöglichkeiten und weitere Aspekte verglichen und bewertet. Ergänzt wird dies mit einer Übersicht über aktuelle Normen und Standards für Mikronetze. Im Rahmen der 9. „International Conference, Integration of Renewable & Distributed Energy Resources (IRED)“, wurden die Ergebnisse im Rahmen einer Posterpräsentation dem Fachpublikum vor Ort präsentiert.

**Titel (original/deutsch):**

„A cyber-physical power system testing framework for power system transformation“  
(Ein cyber-physikalischer Testrahmen für die Transformation des Stromnetzes)

**Autoren** (fett: österreichische ProjektteilnehmerInnen)

Heussen, Kai, Obusevs, Artjoms, Stanev, Rad, Pombo, Daniel, Gehrke, Oliver, O'Donnell, Terence, **Strasser, Thomas**, Johnson, Jay

**Synopsis:**

Im Rahmen von IEA-ISGAN-SIRFN wurde ein Framework für den Test von Stromversorgungssystemen entwickelt, mit dem die Durchführung komplexer Tests an cyber-physikalischen Systemen strukturiert und vereinfacht werden kann. Der skizzierte Rahmen baut dabei auf bestehenden Ansätzen auf und erleichtert sowohl etablierte Tests als auch fortgeschrittene Konfigurationen. Im

Rahmen der 9. „International Conference, Integration of Renewable & Distributed Energy Resources (IREN)“, wurden die Ergebnisse im Rahmen einer Posterpräsentation dem Fachpublikum vor Ort präsentiert.

**Titel (original/deutsch):**

„Development and evaluation of open-source test scripts for the new European DER test standard EN 50549-10“

(Entwicklung und Bewertung von Open-Source-Testskripten für die neue europäische DER-Prüfnorm EN 50549-10)

**Autoren** (fett: österreichische ProjektteilnehmerInnen)

Fouad Jose Salazar Hamze, **Roland Bruendlinger**, Ricardo Guerrero Lemus

**Synopsis:**

Im Rahmen von IEA-ISGAN-SIRFN wurden am AIT Testskripte für automatisierte Tests von netzstützenden Funktionen auf Basis der neuen europäischen Prüfnorm EN 50549-10 entwickelt und auf Basis der AIT Wechselrichterplattform validiert.

Im Rahmen der 9. „International Conference, Integration of Renewable & Distributed Energy Resources (IREN)“, wurden die Ergebnisse im Rahmen einer Posterpräsentation dem Fachpublikum vor Ort präsentiert.

# 6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Ein wesentlicher Teil der Aktivitäten im Rahmen des Projektvorhabens war die Vernetzung und der Ergebnistransfer auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene.

Auf internationaler Ebene umfassten die Vernetzungsaktivitäten unter anderem die Teilnahme an den laufenden Meetings im Rahmen von SIRFN, sowie die aktive Unterstützung von SIRFN Aktivitäten durch Organisation, 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 Projektzeitraum sind dabei eine Reihe von Präsentationen durch die österreichischen VertreterInnen auf renommierten internationalen Konferenzen und Workshops, gemeinsame mit SIRFN Partnern durchgeführt worden. Weiters wurden die österreichischen ExpertInnen auch im Rahmen von SIRFN eingeladen, um konkrete Ergebnisse zu spezifischen Themen zu präsentieren.

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 die Vernetzung innerhalb Österreichs durch die laufende Abstimmung der Aktivitäten und Diskussion der Ergebnisse mit der nationalen Technologieplattform Smart Grid Austria, sowie der Diskussion der Ergebnisse im Rahmen der jährlichen IEA Vernetzungsworkshops.

Die Vernetzung mit den beteiligten Stakeholdern und der Wissenstransfer erfolgte im Projektzeitraum in Form folgender Aktivitäten:

- Abstimmung und Einbindung der Ergebnisse in nationale und internationale Normenkomitees (u.A. OVE TSK E03 Photovoltaik)
- Abstimmung und Einbindung der Ergebnisse in Gremien der Netzbetreiber (Einladung zu Gremien von Oesterreichs Energie)
- Organisation von Veranstaltungen zum Wissenstransfer  
SIRFN Workshop zum Thema „Grid-forming inverters - Validation and testing challenges“ (Netzbildende Wechselrichter - Herausforderungen bei der Validierung und Prüfung). Im Rahmen dieser Veranstaltung trafen sich dabei internationale ExpertInnen aus der SIRFN Arbeitsgruppe mit heimischen VertreterInnen aus den Bereichen elektrische Netze, Industrie und Herstellern sowie der Forschung, um aktuelle Themen rund um das Testen von netzbildenden Umrichtern zu diskutieren.

Im Rahmen des Projektes erfolgte der Ergebnistransfer sowohl auf wirtschaftlicher wie auch auf wissenschaftlicher Ebene:

Von wirtschaftlicher Relevanz war dabei insbesondere der Erfahrungsaustausch mit Laboren bzw. BetreiberInnen von Laborinfrastruktur. Durch diesen Austausch konnte während der Laufzeit des Projekts die österreichische Smart Grid Forschungsinfrastruktur am AIT, speziell das AIT Smartest Labor, weiterentwickelt werden. Konkret flossen die Ergebnisse aus der internationalen Zusammenarbeit in die Umsetzung von neuen Methoden, speziell in Hinblick auf den Test von netzbildenden Umrichtern („grid-forming inverters“) ein. Weiters wurde auch der 2022-2023 umgesetzte Ausbau der AIT Forschungsinfrastruktur für Tests an Mikronetzen, durch die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erfahrungen unterstützt.

Neben dem Ausbau und der Erweiterung des Portfolios an Labordienstleistungen konnte auch die österreichische Kompetenz rund um Hardware-In-The-Loop Methoden für Tests ausgebaut werden und die internationale Sichtbarkeit der in Österreich entwickelten Technologien sichergestellt werden.

Im Rahmen einer 2022 am AIT durchgeführten Masterarbeit wurden Prüfverfahren der 2022 veröffentlichten neuen europäischen Norm für die Prüfung von Komponenten für Erzeugungsanlagen, EN 50549-10 auf Basis der im SIRFN entwickelten „System Validation Platform“ (openSVP) Testplattform umgesetzt und implementiert. Dies ermöglicht nun, automatisierte Tests der Smart Grids Funktionen von Leistungsumrichtern auch entsprechend der zukünftigen europäischen Prüfnorm durchzuführen. Die Testverfahren wurden mit der am AIT entwickelten „AIT Smart Grid Converter“ Umrichter Plattform umfassend validiert und die dafür entwickelten Test Skripte stehen als Open-Source zur Verfügung.

Durch die Unterstützung der internationalen Aktivitäten im Rahmen des abgeschlossenen Projekts konnte die nationale Smart Grids Forschungsinfrastruktur damit erfolgreich im Kreis der führenden Smart Grid Forschungseinrichtungen weltweit erfolgreich positioniert werden.

# 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

## 7.1 Schlussfolgerungen aus dem Projekt

Entsprechend der strategischen Forschungsschwerpunkte spielt die nationale Forschungsinfrastruktur (insbesondere das AIT SmartEST Labor) 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 im Projektzeitraum von 2021 bis 2024 konnte die Sichtbarkeit und Positionierung der österreichischen Smart Grids Forschungsinfrastruktur auch auf globaler Ebene weiter ausgebaut werden und damit ein wichtiger Zugang zu einem weltweiten Netzwerk der führenden Institutionen und Labors gewährleistet werden.

Die internationale Vernetzung im SIRFN Netzwerk schaffte die Möglichkeit nationale Erfahrungen und Erkenntnisse unmittelbar einem internationalen Diskurs zu stellen und gleichzeitig aktuelle internationale Erfahrungen und Entwicklungen direkt nach Österreich zu transferieren. Die im Rahmen der Aktivitäten von SIRFN gewonnenen Erkenntnisse flossen dabei einerseits in die laufenden österreichischen Forschungs- und Entwicklungsprojekte ein. In diesem Zusammenhang wurde beispielsweise der 2022-2023 umgesetzte Ausbau der AIT Forschungsinfrastruktur für Tests an Mikrosystemen, durch die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erfahrungen unterstützt.

Mit der aktiven Beteiligung innerhalb des SIRFN Netzwerks nutzte Österreich und speziell AIT die Chance sich international als führender Forschungs- und Entwicklungspartner im Bereich Smart Grids zu positionieren.

## 7.2 Ausblick und Empfehlungen

Auch nach dem Ende des vorliegenden Projekts kann Österreich, das bereits von Beginn an SIRFN beteiligt ist und an der Entwicklung aktiv mitgewirkt hat, mit der Weiterführung der Beteiligung auch weiterhin von den Ergebnissen aus SIRFN sowie der Einbindung in ein globales Netzwerk der Smart Grid Forschungslabors profitieren. Die Arbeiten in dieser Arbeitsgruppe fallen in den Österreichischen FTI Schwerpunkt „Energiewende“.

Mit der kontinuierlichen Beteiligung Österreichs wird die Sichtbarkeit der österreichischen Smart Grids Forschungsinfrastruktur auch auf globaler Ebene weiter gewährleistet und damit ein wichtiger Zugang zu einem weltweiten Netzwerk der führenden Institutionen und Labors geschaffen. Nicht zuletzt können durch die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten Lücken in diesem Bereich geschlossen und gleichzeitig die vorhandenen Kapazitäten besser genutzt werden.

Insbesondere in Hinblick auf die im österreichischen Erneuerbaren Ausbau Gesetz festgelegten Ziele, kommen Fragen rund um die Integration der dezentralen Erzeugung in das Stromversorgungssystem eine entscheidende Bedeutung zu. Forschungslabors spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle, da sie einerseits realitätsnahe Tests innovativer und neuartiger Technologien ermöglichen, sowie andererseits für die Qualitätssicherung von Komponenten und Systemtechnik unverzichtbar sind.

Die Beteiligung an SIRFN ist darüber hinaus für die weitere Positionierung der österreichischen Smart Grid Forschungsinfrastruktur und den internationalen Austausch von Forschungsergebnissen, Best Practices sowie Methoden essentiell. Damit kann auch der Know-how-Transfer nach Österreich sichergestellt werden und die Erkenntnisse aus der internationalen Zusammenarbeit in laufende und geplante Projektvorhaben eingebracht werden.

Durch die im Rahmen der Teilnahme am SIRFN gewonnenen Erkenntnisse kann somit der Technologievorsprung Österreichs gesichert und nachhaltig ausgebaut werden. Die Verfügbarkeit starker, international vernetzter Prüf- und Entwicklungs-kompetenz sowie Laborinfrastruktur unterstützt dabei wesentlich die Umsetzung intelligenter Netze und die Netzintegration erneuerbarer Energien.

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 An SIRFN teilnehmende Länder und Labors (Stand Q1/2024) .....	18
Tabelle 2 Implementierte Prüfverfahren .....	29

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 ISGAN Organisation Stand 2023 (Quelle: ISGAN Annual Report 2022) .....	13
Abbildung 2 ISGAN Organisation und Working Groups Stand 2023 (Quelle: ISGAN) .....	14
Abbildung 3 Überblick über die an ISGAN beteiligten Länder Stand 2023 (Quelle: ISGAN Annual Report 2022).....	15
Abbildung 4 Übersicht über die Organisation des SIRFN Netzwerks und technische Themen im Zeitraum 2021-2023 (Quelle: SIRFN).....	19
Abbildung 5 SIRFN Partnernetzwerke (Quelle: SIRFN Report for ExCo Meeting 2022).....	22
Abbildung 6 TeilnehmerInnen des SIRFN-AIT Workshops Netzbildende Wechselrichter - Herausforderungen bei der Validierung und Prüfung im AIT MicroGrid Labor .....	26
Abbildung 7 Schema der im Rahmen von SIRFN entwickelten Testplattform (System Validation Platform) für den automatisierten Test von Komponenten für Dezentrale Energieressourcen (Quelle: [4]) .....	29
Abbildung 8 Übersicht über die im Rahmen des Projekts implementierten EN 50549-10 Testskripte. ....	30
Abbildung 9 Aufbau der Validierungsumgebung für die SVP EN 50549-10 Testskripte. ....	31
Abbildung 10 Ergebnisse der Validierung der Volt-Var Q(U) Funktion und stationären (oben) sowie dynamischen Bedingungen (unten). ....	33
Abbildung 11 Ergebnisse der Validierung der Frequency-Watt P(f) Funktion bei Überfrequenz (oben) sowie Unterfrequenz (unten). ....	34
Abbildung 12 Übersicht über die im Rahmen von SIRFN untersuchten Benchmark Systeme für Mikronetze (Quelle: SIRFN Factsheet An Overview of Benchmark Microgrid Test Systems [6]) .....	36
Abbildung 13 Übersicht über die im Rahmen von SIRFN untersuchten Standards für Mikronetze (Quelle: SIRFN Factsheet An Overview of Microgrid Benchmark Networks and Standards [6]) .....	37
Abbildung 14 SIRFN Framework für die Durchführung von Tests an Stromversorgungssystemen (Quelle: [7]) .....	39

## Literaturverzeichnis

### Websites

- [1] IEA ISGAN Website: <http://www.iea-isgan.org/>
- [2] IEA ISGAN – SIRFN Website: [https://www.iea-isgan.org/our-work3/wg\\_5/](https://www.iea-isgan.org/our-work3/wg_5/)
- [3] IEA Forschungskoooperation IEA Aktionsnetzwerk "Intelligente Energiesysteme": International Smart Grid Action Network (ISGAN TCP): <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/isgan/>

### Publikationen

- [4] F. J. Salazar Hamze, "Development and Evaluation of Open-Source prEN50549-10 Test scripts for improved Solar Integration", Master Thesis, ULL University of La Laguna, Department of Applied Physics, Spain, September 2022
- [5] "Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 10 Tests demonstrating compliance of units," EN 50549-10:2022, 2022.
- [6] O'Donnell, Terence, Hashimoto, Jun, Kikusato, Hiroshi, Heckmann, Wolfram, Kulkarni, Siddhi Shrikant, Pellegrino, Luigi, Verga, Maurizio, Strasser, Thomas, Cho, Changhee, Huarte, Joseba, Obusevs, Artjoms, „Review of microgrid benchmark networks & standards“, Poster Presentation at 9th International Conference, Integration of Renewable & Distributed Energy Resources (IREC), Adelaide, Australia, 24-26 October 2022
- [7] Heussen, Kai, Obusevs, Artjoms, Stanev, Rad, Pombo, Daniel, Gehrke, Oliver, O'Donnell, Terence, Strasser, Thomas, Johnson, Jay: „A cyber-physical power system testing framework for power system transformation“ 9th International Conference, Integration of Renewable & Distributed Energy Resources (IREC), Adelaide, Australia, 24-26 October 2022

### Sonstige Veröffentlichungen:

- [8] OpenSVP Platform <https://github.com/sunspec/svp> (abgerufen am 30. April 2024; 13:30)
- [9] EN 50549 Skripte <https://gitlab.ait.ac.at/isgan-wg-5/svp> (abgerufen am 30. April 2024; 13:30)
- [10] P1547.1 Compliance Python Test Scripts [https://github.com/sandial-abs/svp\\_1547.1/tree/master](https://github.com/sandial-abs/svp_1547.1/tree/master) (abgerufen am 30. April 2024; 13:30)

## Abkürzungen

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

