

## Projektabschlussbericht (E13)

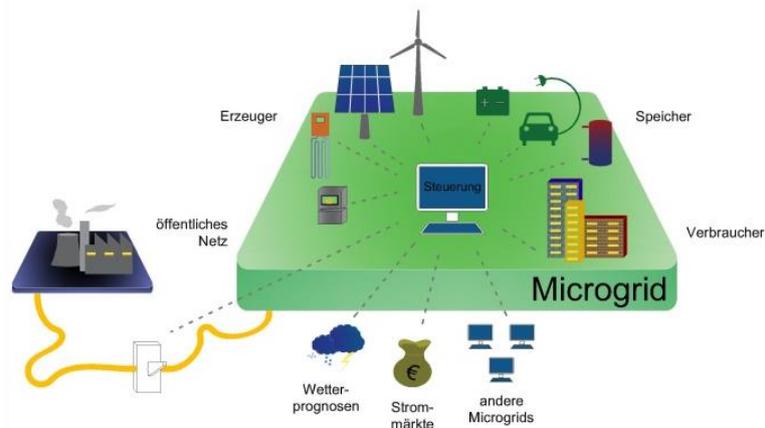
# „Microgrid Forschungslabor für 100% dezentrale Energieversorgung“

01.01.2019 bis 31.12.2022

Gefördert aus den Mitteln des niederösterreichischen FTI  
PROGRAMMs

WST3-F-5030635/005-2018

K3-F-760/003-2018



### Projektteams:

#### BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies:

Michael Stadler, Michael Zellinger, Stefan Aigenbauer, Armin Cosic, Muhammad Mansoor, Pascal Liedtke, Christian Oberbauer, Christine Mair

#### FH Wiener Neustadt Campus Wieselburg:

Franz Theuretzbacher, Josef Walch, Lena Maitz, Zahra Reutner, Robert Fina, Michael Wölk

### Forschungsstandort

Technopol Wieselburg

### Kontakt:

DI(FH) Stefan Aigenbauer; stefan.aigenbauer@best-research.eu; Tel: +43 5 02378-9447

### BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

| | A  
T | F | office@best-research.eu | www.best-research.eu  
Firmensitz Graz | Inffeldgasse 21b | A 8010 Graz  
FN 232244k | Landesgericht für ZRS Graz | UID-Nr. ATU 56877044 | Seite 1 von 13

Wieselburg, am 24.03.2022

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zusammenfassungen der Projektergebnisse E5 bis E8</b>	<b>5</b>
2.1	E5 Verifizierung und Weiterentwicklung der Microgrid Planungs- und Optimierungsalgorithmen – Getestete Methodik	5
2.2	E6 Ergebnisse entsprechend den untersuchten Testzyklen	5
2.3	E7 Entwurf innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen	6
2.4	E8 Fertige innovative Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen	7
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick</b>	<b>9</b>
3.1	E5 Verifizierung und Weiterentwicklung der Microgrid Planungs- und Optimierungsalgorithmen – Getestete Methodik	9
3.2	E6 Ergebnisse entsprechend den untersuchten Testzyklen	9
3.3	E7 Entwurf & E8 Fertigstellung innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen	10
<b>4</b>	<b>Projektmanagement</b>	<b>11</b>

## 1 Kurzfassung

Die Energiewende in Richtung dezentraler Energieversorgung und der stetige Ausbau erneuerbarer Energieressourcen erfordert ein angepasstes Energienetz (Strom, Wärme und Kälte) mit einem flexiblen, ausbau- und integrationsfähigen Regelungssystem, welches bestehende Energieversorgungsunternehmen (EVU) Systeme komplementiert, Netze entlastet und die Notwendigkeit des teuren Netzausbaus verringert. Intelligente Mikro-Netze (Microgrids), ein Bereich der Strom- und Energie-Netze (Smartgrids), erfüllen diese Anforderungen. Durch Microgrids entstehen lokale Energiemärkte, welche lokale Ungleichgewichte von den Verbundnetzen fernhalten und somit das Angebot und den Verbrauch bereits auf lokaler Ebene ausbalancieren (wie z.B. Energiegemeinschaften). Zusätzlich können die regionale Erzeugung und der Verbrauch von Strom um die Wärme-, Kälte- und Gas-Seite ergänzt werden. Dies ergibt somit ein ganzheitliches regionales Energiesystem, welches die gesamte Energieeffizienz erhöht und auch positive Netzeffekte für den Energieversorger mit sich bringt. Microgrids liefern die Möglichkeit eine 100%ige dezentrale Energieversorgung zu erreichen.

Gegenstand des Projekts „Microgrid Lab 100%“ war es bestehende und neue wissenschaftliche Arbeiten und F&E-Ergebnisse zu Microgrids (mathematische & physikalische Modellierung, modellbasierte Steuerungsmethoden, Regelung mit künstlicher Intelligenz, Kommunikationsmethoden, Datenerfassung und der Austausch zwischen Energieversorger, privaten Kunden und Gebäudemanagementsystemen) in einem realen Umfeld zu evaluieren und auf wissenschaftlicher Ebene weiter zu entwickeln.

Projekthalte und Projektziele waren die wissenschaftliche Planung und Inbetriebnahme des Microgrid Forschungslabors, eine Nutzerbefragung, die Entwicklung von Testzyklen und ein Monitoring, um mit den Ergebnissen die Optimierungsalgorithmen weiterzuentwickeln. Das über das Projekt hinausgehende Ziel ist die Etablierung des Microgrid Forschungslabors für verschiedene Wirtschaftszweige, um Planungs-, Steuerungs-, Integrations- und Kommunikationskonzepte in Echtzeit zu entwickeln und für den Markt zu testen. Die Involvierung von Industriepartner (u.a. COMET-Partner: EVN AG, Netz NÖ GmbH, Wien Energie, meo Energie, Wüsterstrom) bereits während der Projektlaufzeit und der Aufbau eines Kompetenznetzwerkes zu Microgrids, mit Unterstützung des Bau.Energie.Umwelt Cluster und des Technopolmanagement Wieselburg, trugen zu dieser Zielerreichung wesentlich bei.

Konkret umfasst das geplante Microgrid Forschungslabor das Umfeld des Technologie- und Forschungszentrum (TFZ) Wieselburg-Land sowie das neue Feuerwehrhaus der Stadtgemeinde Wieselburg und Gemeinde Wieselburg-Land.

### **Erreichte Meilensteine und Ergebnisse:**

- Meilenstein 1: detaillierter Technologie- und Implementierungsplan (siehe 1. Zwischenbericht)
- Meilenstein 2: Ausschreibungsunterlagen (siehe Anhang) (siehe 1. Zwischenbericht)
- Meilenstein 3: Abschluss der Installationsarbeiten und Inbetriebnahme des Microgrid Forschungslabors Wieselburg (siehe 1. Zwischenbericht)
- Meilenstein 4: Ergebnisbericht zu den erfassten Lastkurven und Datensatz (siehe E3 und E4)
- Meilenstein 5: Verifizierung und Weiterentwicklung der Microgrid Planungs- und Optimierungsalgorithmen (E5)
- Meilenstein 6: Testzyklen (E6)
- Meilenstein 7: Entwurf innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen (E7)
- Meilenstein 8: fertige innovative Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen (E8)
- Meilenstein 9: wissenschaftliche Artikel und Arbeiten (Veröffentlichungen, E9 – E12)

### **erreichte Projektziele:**

- Ziel 1 – Wissenschaftliche Planung des Microgrid Lab 100%
- Ziel 2 – Messinfrastruktur und Inbetriebnahme des Microgrid Lab
- Ziel 3 – Datensammlung, Testzyklen, Algorithmen Adaptierung
- Ziel 4 – Offen zugängliches Labor, Produktentwicklung und Dissemination unter Beteiligung der Wien Energie, EVN, Wuestrstrom, Gemeinde Wieselburg Stadt und Land.

Die Meilensteine 1 bis 4 und Deliverables E1 bis E4 wurden bereits im 1. Zwischenbericht (E1 detaillierter Technologie- und Implementierungsplan und E2 Ausschreibungsunterlagen) und in den Zwischenberichten: E3 Datenauswertung (Ergebnisbericht zu erfassten Lastkurven und Datensätzen) und E4 Nutzeranalyse (Ergebnisbericht AP 3) dokumentiert. Im Folgenden Kapitel sind die Kurz-Zusammenfassungen der Meilensteine 5 bis 8 und Deliverables E5 bis E8 beschrieben. Eine Übersicht zu den wissenschaftlichen Artikel und Arbeiten (E9 – E12) befindet sich im Kapitel 4 dieses Projektabschlussberichtes. Alle Zwischenberichte, Deliverables und wissenschaftlichen Arbeiten werden als Anhang diesem Projektabschlussbericht beigelegt.

## 2 Zusammenfassungen der Projektergebnisse E5 bis E8

### 2.1 E5 Verifizierung und Weiterentwicklung der Microgrid Planungs- und Optimierungsalgorithmen – Getestete Methodik

Die vereinfachte lineare Abbildung eines thermischen Energiesystems ausschließlich mittels Energieflüssen, kann relevante Restriktionen hinsichtlich Betriebstemperaturen nicht abbilden. Dieser gängige Ansatz bietet zwar die Möglichkeit Dispatch-Probleme für komplexe Multi-Energy Microgrids zu lösen, birgt aber das Risiko für unzulässige Betriebsweisen thermischer Komponenten bzw. Überschätzung thermischer Ressourcen. Um dem entgegen zu wirken werden aktuell in Optimierungsläufen mit OptEnGrid zwei Temperaturniveaus an Hand von Hoch- und Niedertemperaturspeichern berücksichtigt. Die Weiterentwicklung umfasst unter anderem die Entwicklung eines MILP-Modells für Schichtspeicher. Im Rahmen von Microgrid-Lab 100% wurden unterschiedliche Modellvarianten für Schichtspeicher gegenübergestellt, und auf Plausibilität geprüft. Es wurden Messdaten vom Heiz- und Kühlsystem des TFZ Wieselburg, welche im Rahmen von Microgrid-Lab100% aufgezeichnet wurden, ausgewertet. Dazu wurde einerseits die Datenqualität evaluiert und weiters ein Algorithmus erstellt, welcher die Messdaten in ein vergleichbares Format für Modellergebnisse transformiert. Aus den verfügbaren Messwerten, der über die gesamte Höhe vom Speicher angebrachten Temperaturmessstellen, sowie von Vor- und Rücklauftemperaturen des Kessels, wurde eine stückweise lineare Funktion zur Beschreibung des Temperaturverlaufs über die Speicherhöhe berechnet. Durch die Auswertung dieser Funktion für die im Modell vorgesehene Schichttemperaturen wurde die Höhe der Schichtgrenzen bestimmt. Die Datenqualität der im Projektzeitraum verfügbaren Historie lässt jedoch keine Quantitative Auswertung bzw. Validierung der Modellkonzepte zu. Die Energiebilanz verschiedener Auswertezwischenräume wies eine Diskrepanz von bis zu 30% zwischen der vom Kessel abgegebenen und der vom Verbraucherkreis abgenommenen Energiemenge auf. Erforderliche Messgrößen, um die Verluste zuordnen zu können konnten im Projektzeitraum nicht mehr installiert werden. Die Evaluierung der Schichtspeichermodellvarianten erfolgte daher auf Basis von Plausibilitätstests, wo durch das gezielte Setzen von Parametern ein bestimmtes Verhalten vom Speicher erzwungen wurde.

### 2.2 E6 Ergebnisse entsprechend den untersuchten Testzyklen

Im Rahmen der Microgrid Lab Testzyklen am Standort Wieselburg wurden verschiedene Betriebsstrategien und Optimierungsszenarien des weiterentwickelten SMG-Reglers (Smart & Microgrid Regler) in Echtzeit untersucht und analysiert. Das Microgrid Lab Testsystem umfasste dabei Flexibilitätäten wie einen 60-kWh-Batteriespeicher und zwei 22-kW-AC-Ladestationen sowie eine 30-kW-DC-Ladestation. Für den Batteriespeicher wurden bestimmte Rahmenbedingungen wie Mindest- und Maximalspeicherzustände sowie Lade- und Entladeraten festgelegt.

Die Ziele der Betriebsoptimierung bestanden darin, Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu minimieren. Bei der Kostenminimierung hatten ausgewählte Stromtarife und betrachtete Tarifszenarien den größten Einfluss auf das Optimierungsergebnis und den optimalen

Betriebsplan. Bei der CO<sub>2</sub>-Minimierung war der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor des österreichischen Strommixes und die Schwankungen im Strommix über den Tagesverlauf entscheidend.

Verschiedene Testzyklen wurden am Microgrid Lab durchgeführt und evaluiert, um den Einfluss des übergeordneten und prädiktiven SMG-Reglers auf das Betriebsverhalten zu untersuchen. Diese Testzyklen beinhalteten das intelligente Lastmanagement zur Reduzierung von Lastspitzen, das intelligente E-Auto-Lademanagement, die intelligente Regelung bei zeitabhängigen Stromtarifen, die Maximierung des Verkaufserlöses am Spotenergiemarkt, netzdienliches Verhalten und die CO<sub>2</sub>-Minimierung. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der SMG-Regler einen wesentlichen Einfluss auf den optimierten Betrieb des Microgrids ausübt und signifikante Einsparungen bei Kosten von bis zu 15% und CO<sub>2</sub>-Emissionen von bis zu 8.5% erzielt.

### 2.3 E7 Entwurf innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen

Um innovative Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen zu entwerfen, erfolgte die Festlegung relevanter Rahmenbedingungen und die Ermittlung der Bedürfnisse von unterschiedlichen Stakeholdern wie Projektpartnern, KundInnen, Gemeinden, Energieversorgern und Netzbetreibern und Energiedienstleistern. Auf dieser Basis ergeben sich Potenziale für marktfähige Produkte und Dienstleistungen für marktfähige Produkte. Diese Potenziale betreffen insbesondere die Konzeption und Realisierung von Microgrids inkl. Verifizierung der Methodik, wie die Auslegung und den Betrieb von Energietechnologien für die Versorgung unterschiedlicher Sektoren (Strom, Wärme, Kälte, Mobilität) sowie die Nutzung der resultierenden Sektoren in der Betriebsoptimierung und dem Energiemanagement. Anhand der Steuerung des Microgrids erfolgte der Entwurf des Steuergeräts und zusammenhängender Regelstrategien für unterschiedliche Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle. Als Grundlage für diese Regelung war die Entwicklung eines standardisiertem Monitoring-Konzepts inkl. Schnittstellen ausschlaggebend. Ebenso ermöglicht das Microgrid Lab die Entwicklung weitergehender Produkte, Dienstleistungen und Services wie z.B. Softwaredienstleistungen, Energiemanagementsysteme, Monitoring- und Prognoseverfahren, Kommunikationsdienstleistung, etc., ebenso wie die Nutzung des Microgrid Lab als Testplattform für unterschiedliche Hard- und Software. Mit folgenden Partnern wurden bereits Dienstleistungen, Services oder Produkte entwickelt oder getestet: EVN AG, Netz NÖ GmbH, Wien Energie, meo Energie, Wüsterstrom.



Abbildung 1: Prozesskette der Realisierung des Microgrid Forschungslabors

## 2.4 E8 Fertige innovative Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen

Auf Basis des Entwurfs innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen (E7) erfolgten folgende Fertigstellungsschritte:

- Die Realisierung des Microgrids erfolgte zunächst mittels der Planung anhand mathematischer Optimierungssoftware zur Auslegung der Technologien, als auch die Konzeptionierung für die folgenden Installationsarbeiten mithilfe von OptEngrid. Für die Implementierung und Umsetzung wurden die Ausschreibung, Vergabe und Installationsarbeiten durchgeführt. Dabei wurde auf das Vorhandensein geeigneter Kommunikationsschnittstellen der Technologien (z.B. PV Anlage, Batteriewechselrichter, Stromzähler, Wärmemengenzähler, Temperatursensoren, etc.) Wert gelegt, worauf im Anschluss das ganzheitliche Monitoring-Konzept entwickelt und realisiert wurde, um die entsprechenden Daten automatisiert zu erfassen und in einer einheitlichen Datenbankstruktur zu speichern.
- Für den optimalen Betrieb des Microgrids Labs wurde eine standardisierte Lösung für das Framework des SMG-Reglers entwickelt. Dabei wurde eine geeignete, modulare Systemarchitektur für das Microgrid Lab verwendet. Bei der Entwicklung wurde darauf geachtet, dass das Framework auch für andere dezentrale Energiesysteme einfach angewendet werden kann. Zur Umsetzung dieser Lösung wurden verschiedene Module in das SMG-Regler Framework integriert. Diese Module ermöglichen die Abfrage von Echtzeit-Daten und historischen Messwerten aus der Datenbank. Die gewonnenen Daten fließen in die laufende Betriebsoptimierungsrechnung sowie in Prognosemethoden für Lasten und PV-Energieerzeugung ein, welche der SMG-Regler für die Optimierung des Betriebs als Input-Daten berücksichtigt. Das Ergebnis der optimalen Einsatzplanung ist ein Fahrplan für die nächsten 48 Stunden, der in 5-Minuten-Zeitintervallen unterteilt ist. Dieser Fahrplan wird alle 5 Minuten aktualisiert, um eine kontinuierliche Anpassung an die aktuellen Bedingungen und Prognosen zu ermöglichen. Durch diese dynamische Optimierung können Energiekosten gesenkt und der Betrieb des Microgrids effizienter gestaltet werden.
- Zur Abbildung unterschiedlicher Rahmenbedingungen, Bedürfnisse und Geschäftsmodellen erfolgte die erfolgreiche Entwicklung und Evaluierung verschiedener Testzyklen/Betriebsstrategien, die anhand der SMG-Reglung am Microgrid Lab durchgeführt wurden. Dies bietet Potenzial für eine Vielzahl an Produkten, Dienstleistungen und Services für verschiedene Stakeholder wie Gemeinden, Energieversorger, Netzbetreiber, E-Auto-Besitzer, E-Ladestellenbetreiber, Energiedienstleister/Energy Contractor und Gebäudebetreiber, in dem z.B. beim SMG-Regler die entsprechenden Betriebszielfunktionen und Tarife bzw. Rahmenbedingungen (z.B. E-Auto-Last-/Lademanagement, Leistungspreis-Betrachtung, CO<sub>2</sub>-Minimierung, etc.) vorgegeben werden.

Um weitere, innovative Produkte (Hardware) und Dienstleistungen (Services) zu entwickeln, wurde die Infrastruktur des Microgrid Lab vor Ort als Testplattform für Technologiehersteller genutzt (wie z.B. für meo Energie und Wüsterstrom). Dies umfasste lokale Steuerungseinheiten, Gateways und Prototypen unterschiedlicher Hersteller. Das Microgrid

Lab bietet dabei die Möglichkeit, Energiemanagementsysteme zu implementieren, um die vorhandene Infrastruktur und Energietechnologien zu steuern. Dies ermöglicht es, verschiedene Steuerungs- und Regelstrategien im Echtzeitbetrieb von verschiedenen Herstellern mit echter Hardware zu testen, die die Daten der Steuerungsergebnisse zu erfassen/speichern und so die Systeme miteinander zu vergleichen und zu evaluieren. Zudem ermöglicht das Microgrid Lab Forschern und Entwicklern, unterschiedliche Algorithmen und Regelungsansätze für den Betrieb von dezentraler Energiesysteme zu testen und zu evaluieren. Diese Tests können sowohl unter Labor- als auch unter realen Betriebsbedingungen durchgeführt werden, wodurch wertvolle Erkenntnisse für die praktische Anwendung und Weiterentwicklung von Energiemanagementsystemen generiert werden.

## 3 Schlussfolgerungen und Ausblick

### 3.1 E5 Verifizierung und Weiterentwicklung der Microgrid Planungs- und Optimierungsalgorithmen – Getestete Methodik

Eine Modellvalidierung auf Basis von Messdaten erfordert eine Menge an Messgrößen und eine umfangreiche Messkampagne. Der Fokus der Datenaufzeichnung in Microgrid-Lab-100 galt den Last- und Einspeiseprofilen. Die Auswertung des Speicherverhaltens erfordert zusätzliche Messgrößen, bzw. die Optimierung vorhandener Messstellen und Messstrecken. Problematisch sind z.B. eine geringe Temperaturspreizung von Vor- und Rücklauf beim Kessel und auch anderen Komponenten, die zu erheblicher Messungenauigkeit führen können. Lange und zum Teil nicht ausreichend gedämmte Messstrecken führen ebenfalls zu ungenauen Messergebnissen. Notwendige Maßnahmen sind daher das Anbringen zusätzlicher Messtechnik, z.B. zusätzliche Temperaturmessungen entlang von Vor- und Rücklaufleitungen, ausführliche Evaluierung der vorhandenen Messfühler hinsichtlich Betriebscharakteristik und eine weitere Optimierung der Messstrecke durch zusätzliche Dämmung. Ein zusätzlicher Punkt ist die Validierung des Einspeiseverhaltens von Solarthermie Anlagen. Die Entwicklung des Schichtspeichermodells erfolgte im Zusammenspiel mit Solareintrag als System aus Speicher und Solarthermie. Das Testen eines solchen Systems ist auf Basis der vorhandenen Daten ebenfalls nicht möglich, da die Solarthermie Anlage der TFZ Wieselburg nicht in Betrieb war. Die Erhebung von Messdaten für ein Solarthermie System ist für eine umfangreiche Validierung vorhandener Modelle daher ebenfalls sehr wichtig.

### 3.2 E6 Ergebnisse entsprechend den untersuchten Testzyklen

Die Ergebnisse der im Rahmen des Microgrid Lab durchgeführten Testzyklen zeigen, dass der weiterentwickelte SMG (Smart- und Microgrid)-Regler in der Lage ist, das Betriebsverhalten und die Optimierung von dezentralen Energiesystemen, wie Smart- und Microgrids oder auch erneuerbaren Energiegemeinschaften effektiv und effizient zu steuern. Durch den Einsatz des SMG-Reglers wurden signifikante Einsparungen bei den Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt, was die Relevanz und Wirksamkeit der implementierten Betriebsstrategien und Optimierungsszenarien unterstreicht.

In der Zukunft könnte der SMG-Regler weiterentwickelt und an unterschiedliche Energiesysteme und Anforderungen angepasst werden, um die Integration erneuerbarer Energien, die Stabilität des Stromnetzes und die Energieeffizienz noch weiter zu fördern und auszubauen. Darüber hinaus könnten neue Testzyklen und Betriebsstrategien (z.B. weitere Stromtarifmodelle) untersucht werden, um den SMG-Regler kontinuierlich zu verbessern und seinen Einsatz in verschiedenen Anwendungsbereichen zu erweitern.

Es ist ebenfalls wichtig, die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen verschiedenen Stakeholdern wie Gemeinden, Energieversorgern, Netzbetreibern, E-Ladestellenbetreibern, Energiedienstleistern, Gebäudebetreibern und Energy Contractors zu fördern. Dies würde dazu beitragen, die Akzeptanz und Anwendung des SMG-Reglers und ähnlicher Technologien zu erhöhen, um gemeinsame Ziele im Bereich der erneuerbaren Energie, der Energieeffizienz und der CO<sub>2</sub>-Reduktion zu erreichen. Die gewonnenen Erkenntnisse können zudem dazu beitragen, den Einsatz intelligenter Regelungs- und Steuerungssysteme in der Praxis weiter voranzutreiben und skalierbare, nachhaltige Lösungen im Bereich des Energiemanagements für die Zukunft zu gewährleisten.

### 3.3 E7 Entwurf & E8 Fertigstellung innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen

Im Entwurf innovativer Konzepte für marktfähige Produkte und Dienstleistungen wurden die die konkrete Grundlage für die Entwicklung und Fertigstellung von Hardware und Services geschaffen und Herausforderungen in der Praxis, als auch Bedürfnisse von unterschiedlichen Stakeholdern erkannt. Basierend darauf wurden passende Lösungen erarbeitet, wie zum Beispiel die Standardisierung von Prozessen in der Planung und Umsetzung von Microgrids, die Entwicklung von Regelstrategien für unterschiedliche Geschäftsmodelle, sowie die wissenschaftlich begleitete Weiterentwicklung von Hardware und Services im realen Testumfeld.

Auf dieser Basis erfolgte die Erprobung und Fertigstellung einer Vielfalt von innovativen Methoden für marktfähige Produkte und Dienstleistungen, wie die Realisierung des Microgrids, Entwicklung des Microgrid-Steuergeräts inklusive unterschiedlicher Strategien des Energiemanagements, Nutzung des Microgrid Lab als Testplattform für Soft- und Hardware, sowie der Anwendung und Verifizierung dieser entwickelten Methoden in unterschiedlichen, internationalen Testbeds.

Um weitere Möglichkeiten für die Entwicklung und Fertigstellung von innovativen Konzepten für marktfähige Produkte und Dienstleistungen zu eröffnen, sollten zukünftig weitere, ergänzende Technologien (z.B. Elektrolyse und Nutzung von Wasserstoff, Kleinwindkraft, Redox-Flow-Batterien, etc.) und ergänzende Energiemanagementsysteme oder Services im Microgrid eingebunden werden. Ebenso würde die Integration des Microgrids in eine gemeinwohlorientierte Erneuerbare Energie-Gemeinschaft einen Mehrwert für die Gesellschaft schaffen und einen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten, sowie die Grundlage zur Erforschung von Microgrids in Energiegemeinschaften schaffen.

## 4 Projektmanagement

Interne wie externe Kommunikationsaufgaben wurden im Rahmen dieses Arbeitspakets wahrgenommen. Das Projektmanagement kümmerte sich auch um die allgemeine Projektorganisation, laufende finanzielle, wie inhaltliche Fortschrittskontrolle und die Projektsteuerung. Die einzelnen Teilaufgaben wurden erfolgreich umgesetzt:

- Projektorganisation und Koordination der Arbeitspakete
- Fortschrittskontrolle
- Projektsteuerung

### Externe Kommunikationsaufgaben/ Veröffentlichungen/Vorträge/ Konferenzbeiträge:

- Veröffentlichung in unterschiedlichen Print- und Onlinemedien (14.1.2019 und 11.2.2019)
- Poster für die 5 Jahresfeier des Technopol Wieselburg (24.5.2019)
- Forschungsfest NÖ (27.9.2019)
- Fachzeitschrift TGA-Planer 2020 Aigenbauer Stefan, Stadler Michael, Zellinger Michael, „100% ein Zukunftsprojekt; Innovatives Forschungslabor am Technopol Wieselburg“, TGA Jahrbuch 2020; Seite 82.
- Central European Biomass Conference CEBC (Präsentation, poster) (01/2020) Aigenbauer Stefan, Michael Stadler, Michael Zellinger, Christine Mair, Pascal Liedtke, Armin Cosic, Muhammad Mansoor: „*Microgrid Lab – R&D project for decentralized energy supply with biomass and other Distributed Energy Resources (DER)*“, Central European Biomass Conference CEBC, Topic: Decarbonisation of the energy system, oral and visual presentation and proceedings, January 2020, Graz, Austria
- Online-Vortrag: Mission Innovation Austria Zellinger Michael, Aigenbauer Stefan, Stadler Michael: “ Microgrid Lab – Wieselburg“, Mission Innovation Austria Online, Energy Communities – Four Austrian Pioneering Initiatives, Online, 13. Mai 2020
- Der Standard: Mikroenergienetze können Stromkosten erheblich senken (17.11.2022) <https://www.derstandard.at/consent/tcf/story/2000140943808/mikroenergienetze-koennten-stromkosten-erheblich-senken>
- ÖGUT Umweltpreis 2020 – Nominierung: Innovation und Stadt: Microgrid Forschungslabor Wieselburg; 27.11.2020

- VDE Online Fachform – Planung zellulärer Energiesysteme; Konferenzbeitrag Michael Stadler; Anwendungsbeispiel und Planungskonzept auf Basis des zellularen Energiesystems; 23.02.2021
- Pressekonferenz inkl. Presseaussendung: Microgrid Forschungslabor Wieselburg am 24.03.2021 im TFZ Wieselburg; Pressemappe verfügbar
- Gemeindezeitung Wieselburg-Land: 09.06.2021
- Presseaussendung zum Energy Globe: 16.09.2021
- Veröffentlichung auf der BEST-Homepage: 09.12.2021
- Presseaussendung Ladeinfrastruktur beim Microgrid Forschungslabor: 04.03.2022
- Beitrag im Chemie Report: 05.05.2022
- Lange Nacht der Forschung – Führungen durch das Microgrid Lab: 20.05.2022
- Eintrag in der Forschungsinfrastruktur DATENBANK des Bundesministerium für Bildung Wissenschaft und Forschung: 29.07.2022
- Ökoenergie Bericht zu den E-Ladestationen: 22.07.2022
- Pressespiegel intelligentes Lademanagement: 08.08.2022
- VDE Buchkapitel gemeinsam mit Max Bögl: Buch „Handbuch elektrische Energieversorgung – Kapitel 4.6.1 Mikrogrid Forschungslabor am Technologie- und Forschungszentrum Wieselburg-Land in Österreich“ 2023 Walter de Gruyter GmbH; seit 7.11.2022 im Handel verfügbar
- Abschlussworkshop im Rahmen des Zukunftsheurigen „Digitalisierung nutzen“ am 13.12.2022; Präsentation und Dokumentation verfügbar
- Wirtschaftsnachrichten: Donauraum „Was kleine Netze zur Stromkostensenkung beitragen können“ (20.12.2022)  
[https://www.clip.at/archivhades/BIOENERGY\\_2020\\_7452330/print/20221220/20221220055240\\_3518\\_5625651id36127.pdf](https://www.clip.at/archivhades/BIOENERGY_2020_7452330/print/20221220/20221220055240_3518_5625651id36127.pdf)
- Eintrag in der Dienstleistungsdatenbank für Erneuerbare Energiegemeinschaften (EEG): 12.01.2023
- CEBC Mitteleuropäische Biomassekonferenz: Ergebnispräsentation: 18.01.2023
- Beitrag im ÖVE GIT Newsletter: 01.02.2023
- ÖVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik: Microgrid Forschungslabor Wieselburg – Energiesysteme ganzheitlich betrachtet (17.02.2023)  
<https://www.ove.at/ove-news/details/microgrid-forschungslabor-wieselburg/>
- Aigenbauer Stefan, Stadler Michael, Cosic Armin, „Microgrid Forschungslabor Wieselburg – Energiesysteme ganzheitlich betrachtet“, ÖVE Informationstechnik-Newsletter 2023; [Microgrid Forschungslabor Wieselburg - ÖVE](#)

### Master-/Diplomarbeiten (E9 und E10):

- Pascal Liedtke, Franz Hengel, Michael Stadler: „Simulation von Kosten und CO<sub>2</sub>eq reduzierenden Energieeinsparungen eines Microgrids anhand einer mathematischen Optimierung, Fachhochschule Burgenland GmbH, 1. August 2020
- Daniel Zenz, Gabriel Reichert, Armin Cosic, Stefan Aigenbauer: „Entwicklung und Simulation von Microgrid-Szenarien mit erneuerbaren Energietechnologien im Microgrid Lab“, Masterthesis, Fachhochschule Wiener Neustadt – Campus Wieselburg, 20. Jänner 2023
- Sandra Lilg, Pascal Liedtke, Stefan Aigenbauer: „Die Möglichkeiten der Flexibilitätsbereitstellung in 100% Erneuerbare Energien Gemeinden“ FH Kufstein; Masterarbeit wurde zum Zeitpunkt der Endberichtslegung noch nicht abgeschlossen

### International begutachtete wissenschaftliche Artikel (E11 und E12):

- Nikolaus Houben\*, Armin Cosic\*, Michael Stadler, Muhammad Mansoor, Michael Zellinger, Hans Auer, Amela Ajanovic, Reinhard Haas: “*Optimal dispatch of a multi-energy system microgrid under uncertainty: a renewable energy community in Austria*”, Applied Energy, March, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120913>
- Armin Cosic, Michael Stadler, Muhammad Mansoor, Michael Zellinger: “Mixed-integer linear programming based optimization strategies for renewable energy communities”, Energy, 23.July 2021, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121559>
- Muhammad Mansoor, Michael Stadler, Hans Auer, Michael Zellinger: “*Advanced optimal planning for microgrid technologies including hydrogen and mobility at a real microgrid testbed*”, International Journal of Hydrogen Energy, 8. April 2021, ISSN 0360-3199, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.03.110>.
- Mansoor Muhammad, Michael Stadler, Michael Zellinger, Klaus Lichtenegger, Hans Auer, Armin Cosic: “*Optimal Planning of Thermal Energy Systems in a Microgrid with Seasonal Storage and Piecewise Affine Cost Functions*“, Energy Journal by Elsevier, Volume 215, 15 January 2021, ISSN: 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119095>.