

# IEA International Smart Grid Action Network (ISGAN) Annex 6: Übertragungs- und Verteilsysteme für Elektrizität

Arbeitsperiode 2021-2022

S. Windischberger, B. Herndler,  
H. Brunner

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**54/2023**

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe  
unter [nachhaltigwirtschaften.at](http://nachhaltigwirtschaften.at)

### **Impressum**

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

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist.

Nutzungsbestimmungen: [nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/](http://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/)

# IEA International Smart Grid Action Network (ISGAN) Annex 6: Übertragungs- und Verteilssysteme für Elektrizität

Arbeitsperiode 2021-2022

D.I. Dr. Susanne Windischberger, Barbara Herndler MSc,  
D.I. Helfried Brunner MSc  
AIT- Austria Institute of Technology GmbH

Wien, Jänner 2023

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



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



## **Vorbemerkung**

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

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

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

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

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,  
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Projekthalt</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>13</b>
	5.1. Einleitung .....	13
	5.2. Definitionen und Klassifizierungen .....	14
	5.3. Rollen und die Struktur des Stromsystems.....	17
	5.4. Interaktion der Stakeholder im Stromsystem.....	19
	5.4.1. Planungsphase .....	19
	5.4.2. Präqualifikation.....	20
	5.4.3. Beschaffung und Aktivierung.....	20
	5.4.4. Kontrolle und Abrechnung .....	21
	5.5. Vor- und Nachteile der Interaktion der beteiligten Stakeholder.....	21
	5.5.1. Technische Aspekte .....	21
	5.5.2. IKT Anforderungen .....	22
	5.5.3. Regulatorische Perspektive .....	23
	5.5.4. Ökonomische Perspektive .....	24
	5.6. Conclusio:.....	25
<b>6</b>	<b>Vernetzung und Ergebnistransfer</b> .....	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>29</b>
	7.1. Schlussfolgerungen aus dem Projekt:.....	29
	7.2. Empfehlungen für die österreichische FTI-Politik:.....	30
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>31</b>



# 1 Kurzfassung

Dieses Projekt wurde innerhalb des **International Smart Grid Action Networks (ISGAN)** in der Arbeitsgruppe 6 (Annex 6), die sich mit den möglichen systembezogenen Herausforderungen bei der Entwicklung zukünftiger intelligenter Stromnetze befasst, durchgeführt.

Das Stromsystem erlebt durch zahlreiche Einflussfaktoren einen Paradigmenwechsel in der Art und Weise, wie Strom erzeugt, übertragen und verteilt wird. Einflussfaktoren sind dabei nicht nur technische Entwicklungen im Bereich Digitalisierung und erneuerbarer Energien, sondern auch politische, klimatische und gesellschaftliche (Klimakrise, Green Recovery-Pläne nach der Corona-Pandemie, Wirtschaftskrise).

Die **Nutzung von Flexibilität** im Elektrizitätssystem spielt eine immer größere Rolle bei der Bewältigung der zunehmenden Herausforderungen, mit denen die Netzbetreiber konfrontiert sind, wenn sie versuchen, die Integration neuer Technologien zu erleichtern.

Um das volle Potential von Flexibilität zu nutzen, ist eine **stärkere Zusammenarbeit der Stakeholder** im Stromsystem erforderlich. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten, Herausforderungen, Rollen und mögliche Dienstleistungen. In diesem Projekt wurden diese Aspekte und deren internationale Unterschiede in der Bereitstellung und Nutzung von Flexibilität im Übertragungs- und Verteilnetz untersucht, sowie die Vor- und Nachteile hinsichtlich technischer, IT, ökonomischer und regulatorischer Aspekte analysiert.

In einem ersten Schritt wurde eine Umfrage durchgeführt und das Thema anschließend in einem Workshop (an dem Mitglieder aus verschiedenen Sektoren teilnahmen) vorgestellt und im Rahmen einer Podiumsdiskussion diskutiert.

Die Ergebnisse wurden in einem weiteren Prozess verfeinert und um Resultate zahlreicher internationaler Projekte des Projektteams ergänzt. Schließlich wurden die Ergebnisse in drei unterschiedlichen Detaillierungsgraden publiziert:

- Ein Policy Brief mit kurz gefassten Empfehlungen für politische Entscheidungsträger
- Ein ausführliches Diskussionspapier, bei dem die Ergebnisse beschrieben und Beispiel sowie Ergebnisse aus zahlreichen Projekten zusammengefasst sind.
- Ein Kurz -Video, das ein breiteres Publikum über das Thema informiert

**Die Nutzung von Flexibilität wird den Netzbetreibern (zusammen mit anderen Akteuren wie Prosumern, Aggregatoren usw.) die Möglichkeit geben, die Stabilität des elektrischen Systems zu erhöhen und eine sichere und zuverlässige Versorgung zu gewährleisten. Die Interaktion zwischen den Akteuren ist der Schlüssel zur Erleichterung und Ermöglichung der Integration und Nutzung von Flexibilität in künftigen Stromsystemen.**

## 2 Abstract

This project was conducted within the **International Smart Grid Action Network (ISGAN)** in Working Group 6 (Annex 6), which addresses the potential system-related challenges in the development of future smart grids.

The power system is experiencing a paradigm shift in the way electricity is generated, transmitted, and distributed due to numerous influencing factors. Influencing factors are not only technical developments in the field of digitalization and renewable energies, but also political, climatic and societal (climate crisis, green recovery plans after the Corona pandemic, economic crisis).

The use of flexibility in the electricity system is playing an increasingly important role in addressing the growing challenges that grid operators face as they seek to facilitate the integration of new technologies. To realize the full potential of flexibility, **greater collaboration among stakeholders in the power system** is needed. This results in new opportunities, challenges, roles and possible services in the power system. In this project, these aspects and their international differences in the provision and use of flexibility in the transmission and distribution grid were investigated, and the advantages and disadvantages were analyzed in terms of technical, IT, economic and regulatory aspects.

As a first step, a survey was conducted. The results were then presented in a workshop (which was attended by members from various sectors) and discussed. The results were refined in a further process and enhanced by results from numerous international projects in the project team. Finally, the results were published in three different levels of detail:

- A policy brief with concise key messages for policy makers.
- An in-depth discussion paper, detailing the findings and summarizing examples from numerous projects
- A video informing a wider audience about the theme

**The use of flexibility will allow grid operators (together with other actors such as prosumers, aggregators, etc.) to increase the stability of the electric system and ensure a secure and reliable supply. Interaction between actors is key to facilitating and enabling the integration and use of flexibility in future power systems.**

# 3 Ausgangslage

Das **globale Ziel des Energiesektors** war es immer schon mit höchster Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz Energie zu erzeugen, zu übertragen und zu verteilen. Durch die verstärkte Aufmerksamkeit auf die Klimakrise sind die Forderungen, das auch umweltfreundlich, CO<sub>2</sub>-neutral und unter Nutzung erneuerbarer Energieträger zu tun dazu gekommen.

Früher war das Stromsystem rein durch den Bedarf getrieben und der Stromfluss unidirektional. Heutzutage wird der Stromfluss zunehmend durch die Integration von volatilen verteilten Erzeugern bestimmt bi-direktional.

Zusätzlich ändert sich auch das **Verhalten der Konsument:innen** im Stromsystem. Sie nehmen als lokale Erzeuger aktivere Rollen im Stromsystem ein und haben – bestimmt durch Klima- und Energiekrise – eine weit höhere Aufmerksamkeit auf ihren Verbrauch.

Die **Verwendung von Flexibilität** im Energiesystem bietet eine Möglichkeit, um Herausforderungen, wie verstärkten Engpässen im Netz, bidirektionalem Stromfluss und variable Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger gerecht zu werden. Sie bietet Stromnetzbetreibern neue Möglichkeiten des Netzbetriebs und des ressourcen- und kosteneffizienten Ausbaus des Stromnetzes.

Sowohl **Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) als auch für Verteilnetzbetreiber (VNB)** können Flexibilität unter anderem für folgende Aufgaben nutzen:

ÜNB:

- Frequenzregelung
- Spannungsregelung
- Engpassmanagement

VNB:

- Lokales Engpassmanagement
- Spannungsregelung

**Um das volle Potential von Flexibilität zu nutzen, ist eine stärkere Zusammenarbeit der Stakeholder im Stromsystem erforderlich. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten, Herausforderungen, Rollen und mögliche Dienstleistungen im Stromsystem. In diesem Projekt wurden diese Aspekte und deren internationale Unterschiede in der Bereitstellung und Nutzung von Flexibilität im Übertragungs- und Verteilnetz untersucht, sowie die Vor- und Nachteile hinsichtlich technischer, IT, ökonomischer und regulatorischer Aspekte analysiert.**

# 4 Projektinhalt

Das **Internationale Smart Grid Action Netzwerks (ISGAN)** ist ein Technologieprogramm der Internationalen Energieagentur (IEA) und eine Initiative des Clean Energy Ministerials (CEM). ISGAN hat sich als Aufgabe gesetzt, Ergebnisse zum Thema Intelligente Stromnetze aus den Mitgliedsländern zu sammeln, zu analysieren und entsprechend den Bedürfnissen unterschiedlicher Stakeholder zu kommunizieren. Die Stakeholder sind hauptsächlich politische Entscheidungsträger und Fördergeber, aber auch anwendungsorientierte Forschung findet in den ausführlicheren Berichten wichtige Informationen für zukünftige Projekte. **IEA ISGAN Annex 6 Übertragungs- und Verteilnetz Systeme** befasst sich mit den systembezogenen Herausforderungen bei der Entwicklung künftiger intelligenterer Netze.

Der Annex 6 wird von Schweden geleitet und folgende Länder sind daran beteiligt: Österreich, Belgien, Kanada, Europäische Kommission, Frankreich, Deutschland, Indien, Irland, Italien, Mexiko (Satus Ende 2022 - Inaktiv), Niederlande, Norwegen, Südafrika, Schweden (Leitung), Schweiz, Vereinigtes Königreich, Vereinigte Staaten.

Die Arbeiten wurde im Rahmen des **Schwerpunktbereichs, Power Transmission & Distribution Systems** dieses Annexes durchgeführt. Dieser Bereich untersucht Lösungen, die es den Stromnetzen ermöglichen, die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität der Stromversorgung zu erhalten und zu verbessern während Ziele zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, Integration erneuerbarer Energieträger und saubere, leistbare Energie für Alle realisiert werden.

**Task 4, der von Österreich geleitet** wird, adressiert die Interaktion von Übertragungs- und Verteilnetzen. Die Hauptaufgabe des Tasks ist die Durchführung von Studien darüber, wie Verteil- und Übertragungsnetze in Zukunft zusammenwirken könnten, um einen stabilen Netzbetrieb bei einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Ziel ist der Wissensaufbau, das Zusammenführen von Erfahrungen aus zahlreichen beteiligten Ländern und die Ausformulierung von Empfehlungen für zukünftige technologische und wirtschaftliche Interaktion und Optimierung von Übertragungs- und Verteilnetzen. Dazu wurden die folgenden Schritte durchgeführt: Erstellung eines Fragebogens, internationale Kommunikation im Rahmen eines Workshops und Ausarbeiten von Deliverables (ein Policy Brief, einen Report und ein Video) zur Stakeholder-gerechten Kommunikation der Ergebnisse.

Der **österreichische Forschungsschwerpunkt** liegt auf der Untersuchung von neuen Ansätzen für die Planung und den Betrieb von elektrischen Übertragungs- und Verteilnetzen und deren Interaktion bei einem hohen Anteil dezentraler, erneuerbarer Energieressourcen und der Einbindung von aktiven KundInnen. Die gewonnenen Ergebnisse sollen in Zukunft in Österreich bei der Nutzung von Flexibilität und der Interaktion von Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber eingesetzt werden.

Die **im Projekt angewandten Methoden** haben sich als sehr erfolgreich erwiesen. Durch den Fragebogen konnten bereits in einem frühen Stadium des Projekts umfangreiche Ergebnisse gesammelt werden, die anschließend in einem Workshop einem internationalen Diskurs unterzogen wurden. Die dabei entstandenen Fragestellungen, wie etwa Begriffsdefinitionen und unterschiedliche Herangehensweisen, regulatorische Voraussetzungen und die Situation von Österreich im

internationalen Vergleich konnten im weiteren Projektverlauf geklärt und in den Deliverables dokumentiert werden.

Bereits in Vorprojekten hat es sich als sehr erfolgreich erwiesen, Deliverables in unterschiedlichem Format und Detailierungsgrad zu veröffentlichen. Im Policy Brief sind die wichtigsten Ergebnisse kurz zusammengefasst. Es soll dazu dienen, politischen Entscheidungsträgern einen schnellen Überblick zu liefern und ihnen und Fördergebern politische Entscheidungen, Strategien sowie die Planung künftiger Forschungsprogramme zu erleichtern. Im Diskussionspapier sind ausführliche Ergebnisse und Beispiele aus unterschiedlichen Ländern aufgeführt. Daraus können nicht nur andere Länder lernen, die weitere Entwicklungen in diesem Bereich planen, sondern auch Forscher:innen sich über neueste Fragestellungen informieren.

Das Video mit den wichtigsten Kernaussagen dient zur schnellen Information von einer breiteren Öffentlichkeit und kann auch sehr gut dazu genutzt werden, um eine Diskussion in diesem Bereich einzuleiten.

**ISGAN hat das Hauptziel Informationen aus den Mitgliedsländern zu sammeln, zu analysieren und weiter zu verbreiten. Diese Ziele wurden mit den angewandten Methoden in diesem Projekt sehr gut erreicht.**

# 5 Ergebnisse

## 5.1. Einleitung

Das Stromsystem erlebt durch zahlreiche Einflussfaktoren große Veränderungen in der Art und Weise, wie Strom erzeugt, übertragen und verteilt wird. Einflussfaktoren sind dabei nicht nur technische Entwicklungen im Bereich Digitalisierung und erneuerbarer Energien, sondern auch politische, klimatische und gesellschaftliche (Klimakrise, Green Recovery-Pläne nach der Corona-Pandemie, Wirtschaftskrise).

In der Abbildung 1 sind die Veränderungen dargestellt.



Abbildung 1 Paradigmenwechsel im Stromsystem [1]

Aufgrund der Zunahme stark veränderlicher erneuerbarer Energieträger, wie Wind- und Solarenergie ist die Integration neuer Technologien des intelligenten Stromnetzes (Digitalisierung) erforderlich geworden. Flexibilitätsressourcen werden notwendig, um zunehmende Herausforderungen aus dem Stromnetz zu bewältigen und Netzausbaukosten zu reduzieren. Diese Entwicklungen machen auch regulatorische Veränderungen nötig und es entstehen neue Rollen im Stromsystem. Zusätzlich werden neue Märkte zum Handel von Flexibilitätsdienstleistungen gebraucht, die aber auch die Möglichkeit bieten, zusätzliche Gewinne aus erneuerbaren Energieträgern zu erwirtschaften.

Die Bewältigung all dieser Herausforderungen wird zu einem wesentlichen Bestandteil eines aktiven Energiesystems und erfordert eine verstärkte Interaktion der beteiligten Stakeholder.

Durch diesen Paradigmenwechsel ergeben sich neue Begriffe, Rollen und Methoden, für das moderne Stromsystem, die im Folgenden definiert und beschrieben werden.

## 5.2. Definitionen und Klassifizierungen

Wie so oft, wenn sich neue Begriffe etablieren, kam es auch bei der Entwicklung des Flexibilitätsbegriffes im Zusammenhang mit dem Energiesystem zu unterschiedlichen Definitionen und Auffassungen. Innerhalb der im Projekt durchgeführten Umfrage wurde erhoben, welche Definitionen am häufigsten angewandt werden. Die folgende gemeinsame Definition wurde in diesem Projekt verwendet [2]:

Flexibilität ist die Fähigkeit des Netzbetriebs, der Netzanlagen, der Lasten, der Energiespeicher und der Erzeuger, ihren Routinebetrieb für eine begrenzte Dauer zu ändern oder zu modifizieren und auf externe Leistungsanforderungssignale zu reagieren, ohne ungeplante Unterbrechungen zu verursachen.

Weiters gibt es zahlreiche Klassifizierungen, um Flexibilität zu beschreiben, von denen im Folgenden einige genannt werden:

Flexibilität wird nach drei Basistypen unterteilt [3]: Netzflexibilität, Marktflexibilität und Investitions- und Planungsflexibilität. In der folgenden Abbildung 2 sind diese drei Typen dargestellt und beschrieben (Grafik nach [3]).

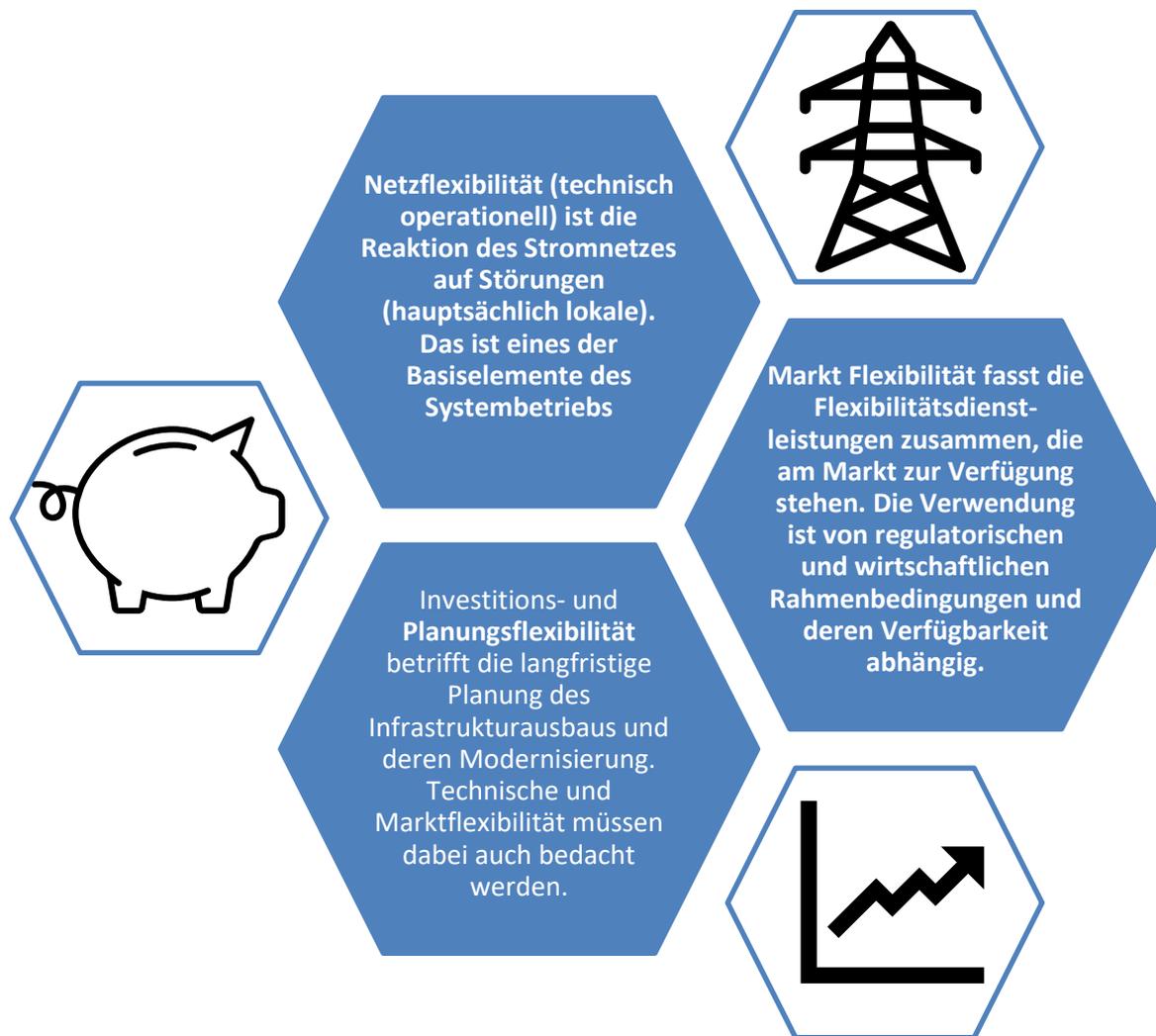


Abbildung 2 Drei Basistypen der Flexibilität

Weiters wird Flexibilität nach ihrer **Quelle** unterschieden:

**Flexible Erzeugung** kann von konventionellen und erneuerbaren Energiequellen stammen. Wichtig bei der Auswahl der Flexibilitätsquellen ist dabei, wie schnell und kostengünstig die Erzeugung verändert werden kann.

**Demand Response:** Durch die Steuerung des Strombedarfs kann Flexibilität zur Verfügung gestellt werden. Das erlaubt Kund:innen aktiv am Stromsystem teilzunehmen und kann ihnen Kosteneinsparungen bringen.

**Speicher Elektrische Speichersysteme** sind Komponenten, die zur zeitlichen Verschiebung der Stromversorgung eingesetzt werden können, indem überschüssig erzeugter Strom gespeichert wird, bis er in Zeiten geringer Erzeugung benötigt wird.

**Sektor-Kopplung** ist eine sehr wichtige Komponente in der Flexibilitätsbereitstellung. Insbesondere elektrische Fahrzeuge sind dabei im Fokus, da sie sowohl als Verbraucher als auch als Speicher eingesetzt werden können. Auch Wärmepumpen können sehr kurzfristig Flexibilität bereitstellen.

**Infrastruktur oder Stromnetz:** damit ist der Ausgleich von lokaler Erzeugung oder Bedarf gemeint. Die Netzflexibilität bezieht sich auf die Robustheit des Stromnetzes, um ein zuverlässiges Gleichgewicht der Stromversorgung zu gewährleisten, und steht in engem Zusammenhang mit der physischen Struktur des Systems. Dazu gehören auch grenzüberschreitende Verbundnetze (intra- und interregional). Auf diese Weise kann das elektrische System eine größere Anzahl von Ressourcen oder Geräten über verschiedene geografische Regionen hinweg austauschen und nutzen. So kann z. B. die steigende Nachfrage in einer Region durch eine Stromerzeugungseinheit in einer anderen Region gedeckt werden.

### **Zulässigkeit von Flexibilität aus erneuerbaren Quellen**

Während in der Vergangenheit Flexibilitäten durch Generatoren im Übertragungsnetz und große Industriebetriebe zur Verfügung gestellt wurde, werden immer mehr bisher ungenutzte Quellen genutzt: die erneuerbaren, verteilten Erzeuger. Durch Barrieren in Technologie, regulatorischen Bestimmungen und Märkten sind diese Flexibilitätsquellen bisher nur teilweise erschlossen worden.

Während sie in einigen Provinzen Kanadas bereits genutzt werden, sind Europäische Regelungen noch in Entwicklung. In Österreich sind die Regeln für diesen Bereich in den Technischen und Organisatorischen Regelungen [4] festgelegt.

### **Flexibilitätsbedarf**

Flexibilität wird für unterschiedliche Erfordernisse benötigt. Grob sind sie entsprechend [5] in folgenden Kriterien eingeteilt: Flexibilität für Leistung, für Energie, für Übertragungskapazität und Flexibilität für Spannung.

Die Herausforderungen im Energiesystem die durch Flexibilitätsnutzung gelöst werden sollen, steigen ständig und verändern sich. Im Folgenden sind einige aktuelle Beispiele angeführt [6]:

- Optimierung des Investitionsbedarfs und der Nutzung der Infrastruktur
- Aufschieben oder Vermeiden der Verstärkung von Anlagen
- Effizientere Durchführung von geplanter Wartung, Ersatz von Anlagen und Anschlussarbeiten
- Bewältigung ungeplanter Unterbrechungen durch Abmilderung der Auswirkungen von Netzausfällen, wenn diese auftreten, und somit Minimierung der Auswirkungen auf die Kund:innen
- Verbesserung der Qualität der Versorgung
- Verkürzung der Zeitspanne für die Implementierung des Netzes
- Erhöhung der Kapazität des bestehenden Netzes für neue erneuerbare Energieerzeugung
- Steigerung der Rentabilität ihrer Anlagen durch Teilnahme an neuartigen Märkten auf lokaler Ebene (z. B. Peer-to-Peer-Handel) sowie an bestehenden Energiemarktstrukturen auf der Übertragungsebene (z. B. Ausgleichszahlungen).
- Beitrag zur Systemsicherheit, die von den Übertragungsnetzbetreibern im täglichen Betrieb und/oder bei der Infrastrukturplanung aufrechterhalten wird

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, können Flexibilitätsdienstleistungen genutzt werden, die im folgenden Kapitel beschrieben sind.

### **Dienstleistungen**

Eine Definition für Flexibilitätsdienstleistungen lautet [3]:

Die Flexibilitätsdienstleistung ist eine Dienstleistung, die von aktiven Netznutzern für den Netzbetreiber erbracht wird und deren Zweck es ist, das Energiepotenzial der Nutzer für die Verwaltung des Netzes zu nutzen oder eine Alternative zum Netzausbau zu bieten. Der Netznutzer sollte sein Erzeugungs- oder Verbrauchsmuster im Laufe der Zeit ändern.

Flexibilitätsdienstleistungen werden **kurzfristig** zugekauft, wenn das Netz sonst die auftretenden Probleme nicht lösen kann. **Langfristige** Services hingegen können als strategische Netzplanungs- und Netzbetriebsoptionen genutzt werden.

Basierend auf den oben diskutierten Herausforderungen und Bedürfnissen, können die folgenden Dienstleistungen durch Flexibilitätsnutzung zur Verfügung gestellt werden:

- Im operativen Zeitrahmen: Wirkenergie, Blindenergie, Reserveenergie
- Im Investitions-Zeitrahmen Ressourcen-Kapazität, Netzkapazität

Dort wo es bereits Flexibilitätsmärkte gibt, werden Wirk- und Reserveenergie auf Auktionen gehandelt, wohingegen Blindenergie für das Spannungsmanagement und Volt/Var Kontrolle relevant sind und nicht über diese Märkte gehandelt werden.

Im Bereich der langfristigen Services geht es um die Sicherstellung der Kapazitäten für Wirk-, Blind- und Reserveenergie im zukünftigen Betriebszeitraum. Diese Kapazitätsdienstleistungen können erbracht werden durch:

- Ressourcenkapazitäten, die sich in unmittelbarer Nähe zur Last befinden, ohne dass Netzkapazitäten in Anspruch genommen werden,
- Ressourcenkapazität, die sich in der Nähe der Last befindet und über die bestehende Netzkapazität bereitgestellt wird, und/oder
- Entfernte Ressourcenkapazität, die über neue Netzkapazitäten an die Last geliefert wird.

Durch die beschriebenen neuen Entwicklungen des Stromsystems verändert sich auch dessen Struktur und die Rollen der Akteure beziehungsweise deren Interaktionen. Im folgenden Kapitel wird auf diese Veränderung eingegangen.

### 5.3. Rollen und die Struktur des Stromsystems

Die Interaktion und Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Stakeholdern im modernen Stromsystem spielt eine entscheidende Rolle, um Flexibilitätsdienstleistungen optimal nutzen zu können. Die **Rollen und die Struktur des Stromsystems** unterscheiden sich stark in den im Projekt beteiligten Ländern. Die Stakeholder der Lieferkette des Stromsystems wurde im harmonisierten Elektrizitätsmarktrollenmodell [7] definiert.

Die relevantesten Akteure im Stromsystem sind:

- Übertragungsnetzbetreiber
- Verteilernetzbetreiber
- Aggregatoren/Flexibilitätsdienstleister

- Verantwortliche Partei für das Gleichgewicht
- Betreiber des Großhandelsmarktes
- Erzeuger/Generator-Eigentümer/Betreiber
- Lastversorgungsunternehmen
- Betreiber des Einzelhandelsmarktes
- Energiehändler
- inaktiver Kunde
- Teilnehmender Kunde

**Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB)** ist eine natürliche oder juristische Person, die für den Betrieb, die Wartung und erforderlichenfalls den Ausbau des Übertragungsnetzes in einem bestimmten Gebiet und gegebenenfalls der Verbindungsleitungen zu anderen Netzen sowie für die Gewährleistung der langfristigen Fähigkeit des Netzes, eine angemessene Nachfrage nach Übertragung von Elektrizität zu befriedigen, verantwortlich ist.

**Verteilernetzbetreiber (VNB):** Verteilernetzbetreiber ist eine natürliche oder juristische Person, die für den Betrieb, die Wartung und erforderlichenfalls den Ausbau des Verteilernetzes in einem bestimmten Gebiet und gegebenenfalls seiner Verbindungsleitungen zu anderen Netzen sowie für die Gewährleistung der langfristigen Fähigkeit des Netzes, eine angemessene Nachfrage nach Verteilung von Elektrizität zu befriedigen, verantwortlich ist.

In der EU unterscheiden sich diese beiden Netzbetreiber auch bezüglich der Spannung in den ihnen zugeordneten Netzen. ÜNB sind im Hochspannungsbereich aktiv, VNB im Mittelspannungs- und Niederspannungsnetz.

**Koordinierungsregelungen zwischen ÜNB und VNB:** im traditionellen Stromsystem waren die Rollen des VNB und ÜNB klar definiert (siehe oben). Durch den aktuellen Paradigmenwechsel im Stromsystem und der damit einhergehenden Komplexität sind klarere Rollen- und Verantwortungsdefinitionen notwendig, da die Aktionen einer der Netzbetreiber starken Einfluss auf den anderen haben kann.

Eine **Koordinierungsregelung** ist die Beziehung zwischen ÜNB und VNB, bei der die Rollen und Verantwortlichkeiten jedes der beiden Netzbetreiber bei Beschaffung und Nutzung von Dienstleistungen festgelegt sind.

Diese Regelungen sind häufig Teil von Netzwerk-Kodes und Richtlinien und wurden in den letzten Jahren in zahlreichen Projekten untersucht [8], [3], [9] [10].

Ein **Aggregator** ist eine energiewirtschaftliche Rolle mit Bilanzkreisverantwortlichkeit, die flexible Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten sowie Speicher bündelt und an einem oder mehreren Elektrizitätsmärkten vermarktet. Im Flexibilitätsmarkt haben Aggregatoren die Rolle die Flexibilitäten zahlreicher kleinerer Anbieter sowie Endkunden mit flexiblen Anlagen (PV, EV, Wärmepumpen, Speicher) zu sammeln und am Flexibilitätsmarkt anzubieten.

Die **Rollen und die Struktur des Stromsystems** unterscheiden sich stark in den beteiligten Ländern. Einige Beispiele aus dem Projektteam dazu: Auf EU-Ebene ist die Europäische Kommission in der Rolle des Regulators, mit Implementierung in den einzelnen Ländern, während in Kanada Elektrizitätsthemen auf Provinz oder territorialer Ebene geregelt sind. Während in der EU Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber und Produzenten getrennte Unternehmen sein müssen, ist das in Kanada territorial unterschiedlich geregelt.

Der **Zuverlässigkeitskoordinator** hat die höchsten Befugnisse, um den sicheren und zuverlässigen Betrieb des Stromversorgungssystems zu gewährleisten. Dazu gehört auch die Einrichtung von Betriebsmitteln, Prozessen und Verfahren, wobei ihm die Befugnis erteilt wird, Notfallszenarien zu verhindern oder zu entschärfen.

Die Topologien der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber unterscheiden sich in Europa und Nordamerika folgendermaßen:

In **Nordamerika** gibt es drei vorherrschende Koordinierungsmodelle zwischen Übertragungsnetzbetreiber ÜNB und Verteilernetzbetreiber VNB, die sich in der Aufteilung der Rollen und Verantwortlichkeiten zwischen dem ÜNB und dem VNB unterscheiden. Dabei handelt es sich um die Modelle "Total ÜNB" und "Total VNB", bei denen der ÜNB bzw. der VNB die volle Verantwortung für den Betrieb des Verteilernetzes und den DER-Betrieb übernimmt, sowie um das Hybridmodell, das zwischen diesen beiden Modellen liegt.

Das EU-Paket für saubere Energie bietet einen Rechtsrahmen für die Nutzung von Flexibilität in **Europa**, der den ÜNB und VNB empfiehlt, Systemdienstleistungen nach transparenten, diskriminierungsfreien und marktorientierten Verfahren zu beschaffen, es sei denn, dies ist wirtschaftlich nicht effizient oder könnte zu Verzerrungen oder zusätzlichen Beschränkungen führen [EU-Direktive 2019/944]. Darüber hinaus sollte die Flexibilität in der Planungsphase als Alternative zum Netzausbau in Betracht gezogen werden. Die Notwendigkeit der Interaktion der ÜNB und VNB wird in dieser Direktive ebenfalls angegeben und sie soll im nächsten Kapitel besprochen werden:

## **5.4. Interaktion der Stakeholder im Stromsystem**

Innerhalb des modernen komplexer werdenden Stromsystems wird die Interaktion der beteiligten Stakeholder immer wichtiger. Im folgenden Kapitel werden die Vorteile der verstärkten Interaktion zwischen VNB und ÜNB der bisherigen geringeren Zusammenarbeit gegenübergestellt.

### **5.4.1. Planungsphase**

Die Planung der Übertragungsnetze war schon in der Vergangenheit in vielen Ländern durch langfristige Netzausbaupläne gefordert. Erst durch neue Regelung wird auch eine präzisere Vorausplanung der Verteilnetze gefordert. Außerdem wird in der EU-Richtlinie [11] verlangt, dass die Mitgliedstaaten den erforderlichen Regelungsrahmen schaffen, durch den die Verteilernetzbetreiber in die Lage versetzt werden und Anreize erhalten, Flexibilitätsdienstleistungen einschließlich Engpassmanagement in ihrem Bereich zu beschaffen, um die Effizienz bei Betrieb und Ausbau des Verteilernetzes zu verbessern.

Die Elektrizitätsrichtlinie betont auch die Zusammenarbeit zwischen den ÜNB und VNB bei der Netzentwicklungsplanung. Es sollte zumindest eine Angleichung der Szenario-Inputs erfolgen, d. h. die Netzentwicklungspläne der Verteilernetzbetreiber sollten mit dem Zehnjahresnetzentwicklungsplan des/der nationalen ÜNB übereinstimmen. Weitere Harmonisierungen im Planungsprozess sind z.B. bezüglich der Frequenz und Planungsdauer der Ausbaupläne möglich. Insbesondere für die Planung der notwendigen Flexibilitäten als Alternative zum Netzausbau ist eine koordinierte Vorgehensweise von ÜNB und VNB notwendig.

### **5.4.2. Präqualifikation**

Unter Präqualifikation versteht man den Prozess der Überprüfung, ob eine Ressource für die Erbringung einer Dienstleistung den Anforderungen der anfragenden Partei entspricht. Ein Präqualifizierungsprozess besteht in der Regel aus einer Produktpräqualifizierung und einer Netzpräqualifizierung. In Europa gibt es unterschiedliche Standards, Präqualifizierungsmethoden und Anforderungen, aber auch auf Länderebene für verschiedene Dienstleistungen.

Harmonisierung der Präqualifikationsprozesse auch für die Beschaffung unterschiedlicher Services kann die Vergleichbarkeit erhöhen und Prozesse vereinfachen. Aktuell gibt es dafür nur einzelne Beispiele auf ÜNB Ebene. In Zukunft kann das aber für alle Netzbetreiberebenen angewandt werden.

### **5.4.3. Beschaffung und Aktivierung**

Die koordinierte Vorgehensweise der ÜNB und VNB bei der Beschaffung von Flexibilität ist wichtig, um zu vermeiden, dass sowohl ÜNB als auch VNB um dieselbe Flexibilität konkurrieren, und daher die Kosten steigen. Ähnlich wie bei der Netzplanung könnte die gemeinsame Planung der Beschaffung außerdem das notwendige Gesamtvolumen verringern. Darüber hinaus ist die Koordinierung zwischen ÜNB und VNB bei der Aktivierung von Flexibilität notwendig, um sicherzustellen, dass im Netz eines anderen Netzbetreibers keine Engpässe oder Ungleichgewichte entstehen.

Eine wichtige Voraussetzung für die Maximierung der potenziellen Synergien bei der gemeinsamen Beschaffung durch die Netzbetreiber ist die Harmonisierung der verschiedenen Flexibilitätsprodukte. Darüber hinaus sollte der Beschaffungsprozess selbst angeglichen werden oder in Zukunft sogar kombiniert werden.

#### **Produkt Harmonisierung**

In zahlreichen wissenschaftlichen Projekten wurden die Flexibilitätsprodukte analysiert [12] [13]. Wie schon eingangs erwähnt, ist die Harmonisierung von Begriffen und Bedeutungen bei der Neuentwicklung von Technologien oder Prozessen sehr wichtig. Standortbezogene und Nicht Standortbezogene Produkte wurden ebenso unterschieden wie solche, die auf Wirkleistung oder auf Blindleistung basiert sind. Insgesamt kann eine Harmonisierung der Produkte, die von den VNB und ÜNB beschafft werden zu gemeinsamer Beschaffung mit den im Folgenden angeführten Vorteilen führen.

#### **Abgestimmte Beschaffung für ÜNB und VNB**

Aktuell sind Flexibilitätsmärkte noch nicht in allen Bereichen voll entwickelt und etabliert. Während Frequenzservices bereits weit entwickelt sind, entstehen Märkte für Engpassmanagement und Spannungskontrolle erst.

Die Marktintegration kann auf zwei verschiedene Arten realisiert werden:

- Es können separate Märkte (z. B. für Engpassmanagement) organisiert werden, die jedoch auf intelligente Weise in die zeitliche Abfolge der bestehenden Märkte (Großhandelsmärkte, Märkte für andere Systemdienstleistungen, Dispatch-Mechanismen) integriert werden können;

- Es können integrierte, gemeinsame Märkte eingerichtet werden, die vollständig in die Abläufe der bestehenden Energiemärkte integriert sind (z. B. Day-ahead-, Intraday- und Ausgleichsmärkte).

Bezüglich der Vereinheitlichung der Märkte für unterschiedliche Services und für VNB und ÜNB haben zahlreiche Diskussionen und Untersuchungen (z.B. [14], [15]) bisher keine globale Lösung ergeben. Zu viel hängt von lokalen Umständen, Reife der Märkte und regulatorischen Unterschieden ab.

#### **5.4.4. Kontrolle und Abrechnung**

Zur Abrechnung der bereitgestellten Flexibilität sind Messungen, der tatsächlich zur Verfügung gestellten Flexibilität im Vergleich zu den Angeboten oder Zusagen notwendig. Harmonisierte Messung, Bewertung und Zahlungsprozeduren sollten entwickelt und etabliert werden, um Kosten zu sparen.

### **5.5. Vor- und Nachteile der Interaktion der beteiligten Stakeholder**

In den folgenden Absätzen werden die Vor- und Nachteile der Interaktion der beteiligten Stakeholder bei der Flexibilitätsnutzung und -bereitstellung anhand von vier Perspektiven untersucht:

- Technische Aspekte
- IKT Aspekte
- Ökonomische Aspekte und
- Regulatorische Perspektive

#### **5.5.1. Technische Aspekte**

Dezentrale Energieressourcen (DER) können den Netzbetreibern sowohl im Verteilnetz als auch im Übertragungsnetz Dienste anbieten, indem sie ihre Entnahme/Einspeisung aus dem/ins Netz verringern/erhöhen, indem sie ihre Nachfrage/lokale Erzeugung anpassen

- um sicherzustellen, dass die Verteilungsunternehmen (i) die Netzsicherheit aufrechterhalten und/oder (ii) Investitionen in Anlagen aufschieben können,
- um zur Systemsicherheit beizutragen, die von den Übertragungsnetzbetreibern im täglichen Betrieb und/oder bei der Infrastrukturplanung aufrechterhalten wird, und/oder
- die Rentabilität ihrer Anlagen zu erhöhen, indem sie an neuartigen Märkten auf lokaler Ebene (z.B. Peer-to-Peer-Handel) sowie an bestehenden Energiemarktstrukturen im Übertragungsnetz (z.B. Ausgleich) teilnehmen.

Die Verwendung von DER für verschiedene Dienste, die den ÜNB und VNB angeboten werden, kann entweder direkt durch das Senden eines Kommunikationssignals an die einzelnen DER erfolgen, oder durch die Schaffung eines Mechanismus (Framework), bei dem die Flexibilitäten der DER von einer dritten Partei (z.B. einem Aggregator) aggregiert und koordiniert werden. Der Ort der Aggregation hängt von der Art und dem Empfänger der Dienste ab. Wenn der VNB der Empfänger der Flexibilität ist (z.B. um die Belastung eines Kabels zu verringern), muss die Aggregation so erfolgen, dass die Belastung innerhalb des Versorgungsgebiets des VNB verringert wird. Wenn der ÜNB der Empfänger der Flexibilität ist (z.B. für Ausgleichsleistungen, Infrastrukturplanung), muss die Aggregation im Umspannwerk zwischen ÜNB und VNB oder in einem elektrisch nahe gelegenen Umspannwerk durchgeführt werden. Ein solches koordiniertes Management von DER kann sich positiv auf den

Übergang zu einem CO<sub>2</sub>-neutralen Energiesystem auswirken, indem es die Rentabilität erhöht und somit zu einer stärkeren Verbreitung von erneuerbaren Ressourcen führt.

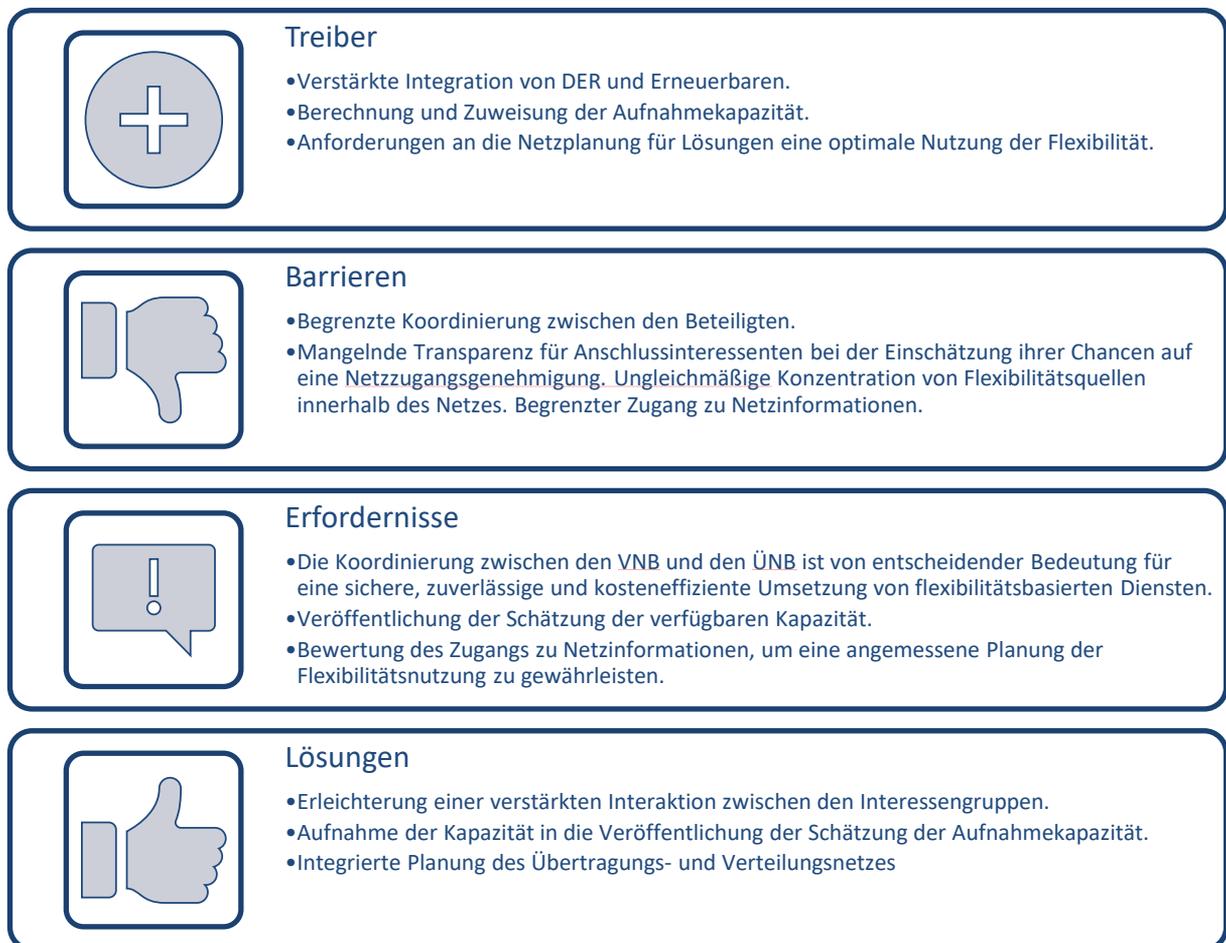


Abbildung 3 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die technischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung

### 5.5.2. IKT Anforderungen

Die IKT-Anforderungen ändern sich je nach Art der Flexibilitätsdienstleistung (z.B. für Reserven, für den untertägigen Betrieb, für die Infrastrukturplanung) und je nachdem, ob die Flexibilitätsdienstleistung von einem Aggregator zusammengefasst oder vom Eigentümer der Flexibilitätsressourcen einzeln bereitgestellt wird. Wird die Flexibilität im untertägigen Betrieb zur Entlastung von Engpässen oder zur Stützung der Spannung benötigt, ist eine sehr hohe Zuverlässigkeit des Kommunikationsnetzes zusammen mit einem "Flexibilitätsmanagementsystem" am Standort des Flexibilitätsanbieters erforderlich, so dass dieser bei Eingang des Signals für den Flexibilitätsbedarf die Flexibilität zuverlässig "disponieren" kann. Ein solcher Rahmen kann auch als "direkte/vollständige Steuerbarkeit" bezeichnet werden und behandelt die dezentralen Flexibilitäts-eigentümer wie herkömmliche "einsatzfähige" Erzeuger, was zu sehr strengen Anforderungen an die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit einer IKT-Infrastruktur führt.

Eine andere Option kann auf day-ahead-Flexibilitätssignalen beruhen, die automatisch von den "Flexibilitätsmanagementsystemen" am Standort der Flexibilitätsressource (d. h. am Rand) gesendet werden und ein binäres Signal liefern, das angibt, wann die Ressource für die Bereitstellung von Flexibilität zur Verfügung stehen wird. In diesem Fall sind die IKT-Anforderungen möglicherweise nicht so streng wie bei der "vollständigen Steuerbarkeit".

In beiden Beispielen muss die zeitliche Auflösung der Signale oder Messungen nicht im Subminutenbereich liegen, es sei denn, der Flexibilitätsdienst wird für Trägheitsdienste genutzt.



Abbildung 4 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die IKT Anforderungen bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung

### 5.5.3. Regulatorische Perspektive

Die Teilnahme kleiner dezentraler Energieressourcen (<100 kW) an den Märkten auf Übertragungsnetzebene direkt oder indirekt (über Aggregatoren) erfordert regulatorische Maßnahmen. Die erforderlichen Schritte werden in den verschiedenen Regionen (z.B. EU, Nordamerika usw.) unterschiedlich sein. Die Regulierung muss der Tatsache Rechnung tragen, dass die Flexibilitätsdienstleistungen, die von den an die Mittel- und Niederspannungsnetze angeschlossenen dezentralen Energieressourcen über verschiedene Mechanismen (z.B. Märkte, Vergütungssysteme usw.) angeboten werden, "Chancengleichheit" für alle DER-Eigentümer gewährleisten müssen. Das

bedeutet, dass die Vergütung unabhängig vom Standort der Flexibilitätsdienstleistung erfolgen muss. Diese Anforderung ist aufgrund der Beschränkungen des Verteilungsnetzes und der Tatsache, dass der Flexibilitätsbedarf in der Regel standortabhängig ist, möglicherweise nicht leicht zu erfüllen. Die Suche nach einem Kompromiss hängt von der politischen Kultur und der Struktur der Region und des Landes ab. Wenn der Vergütungsmechanismus für Flexibilitätsdienstleistungen auf Terminmärkten basiert (z. B. Day-Ahead gekoppelt mit Intraday-Dispatch), muss die "Liquidität" solcher Flexibilitätsmärkte durch die Regulierung sichergestellt werden. Schließlich müssen die Endkund:innen, die keine dezentralen Energiressourcen besitzen, geschützt werden, und die Regulierung muss eine "faire" Strompreisgestaltung gewährleisten.



Abbildung 5 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die regulatorischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung

#### 5.5.4. Ökonomische Perspektive

Wie bereits erwähnt, werden erhebliche Flexibilitätsmengen aus bestehenden und neuartigen Flexibilitätsressourcen benötigt, um die wachsende Flexibilitätsnachfrage von Verteilernetzbetreibern und Übertragungsnetzbetreibern zu decken. Die Schaffung von Flexibilitätsmärkten könnte neue Einnahmeströme und Vorteile für Verbraucher eröffnen, die Flexibilitätsdienste anbieten. Allerdings gibt es immer noch Hindernisse für den Zugang zu Flexibilitätsmärkten und für die Entwicklung eines

überzeugenden Geschäftsmodells für diese neuen Arten von Flexibilitätsanbietern (Aggregatoren und die Kunden, die sie vertreten).



Abbildung 6 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die regulatorischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung

## 5.6. Conclusio:

Das elektrische Energiesystem befindet sich hinsichtlich der Art und Weise, wie Strom erzeugt, übertragen und verteilt wird, im Wandel. Aufgrund dieser Veränderungen stehen die Netzbetreiber vor verschiedenen Herausforderungen (technischer, IKT-technischer, regulatorischer und wirtschaftlicher Art), bei der Integration der neuen Technologien im Zuge der Entwicklung moderner Stromsysteme. Diese Veränderungen haben jedoch auch die Systementwicklung und die Einbeziehung neuer Marktteilnehmer verbessert. Die Nutzung von Flexibilität wird den Netzbetreibern (zusammen mit anderen Akteuren wie Prosumern, Aggregatoren usw.) die Möglichkeit geben, die Stabilität des elektrischen Systems zu erhöhen und eine sichere und zuverlässige Versorgung zu gewährleisten. Die

Interaktion zwischen den Akteuren ist der Schlüssel zur Erleichterung und Ermöglichung der Integration und Nutzung von Flexibilität in künftigen Stromsystemen.

## 6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die erarbeiteten Inhalte des Projekts wurden für unterschiedliche Stakeholder aus Forscher:innen, Industrievertretern, Fördergebern und Politik aufbereitet und auf verschiedenen Plattformen präsentiert, um sie einem möglichst breiten Publikum zugänglich zu machen. Dazu wurden die folgenden Plattformen verwendet:

- ISGAN Website ([www.iea-ISGAN.org](http://www.iea-ISGAN.org))
- Meldung der Publikationen auf [www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at)
- 2 Vorträge beim halbjährlichen Treffen der Technologieplattform Smart Grids Austria: bei diesen zwei Mal jährlich stattfindenden Meetings wurden innerhalb der Projektlaufzeit zwei Mal die Fortschritte des Annex 6 im Rahmen eines Überblicks präsentiert. Der direkte Austausch mit der gesamten Branche ist ein wichtiger Faktor für die gezielte Bearbeitung der für diese Stakeholdergruppe relevanten Themen.
- Präsentation bei ISGAN ExCo-Meetings und Side-Events: Teilnahme am World-Café im Rahmen des 24. Treffens des Exekutivkomitees in Adelaide (Australien).
- Direkte Abstimmung mit dem BMK; Ansprechperson: Michael Hübner
- Für das 13. Clean Energy Ministerial (CEM) wurde von Annex 6 ein Policy Briefs erstellt.
- Präsentation der Ergebnisse bei der wissenschaftlichen Konferenz IRED2022

Die Zielgruppen dieser unterschiedlichen Kommunikationskanäle sind für internationales und nationales Publikum wie folgt zugeordnet:

<b>Nationale Kommunikationsstrategie</b>	ISGAN Website	Nachhaltig-wirtschaften Website	Präsentationen bei TPSGA
Forschung	x	x	
Industrie	x	x	x
Politik	x	x	

<b>Internationale Kommunikationsstrategie</b>	ISGAN Website	Präsentationen bei ISGAN Events	Internationale Konferenzen
Forschung	x		x
Industrie	x		x
Politik	x	x	

Die erarbeiteten Deliverables sind über die ISGAN-Webseite abrufbar unter den folgenden Links:

Video: <https://www.iea-isgan.org/flexibility-harvesting-and-its-impact-on-tso-dso-interaction-explained/>

Report: <https://www.iea-isgan.org/flexibility-harvesting-and-its-impact-on-tso-dso-interaction-final-report/>

Policy Brief: [Flexibility-harvesting-and-its-impact-on-stakeholder-interaction\\_key-messages\\_final.pdf \(iea-isgan.org\)](#)

# 7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

## 7.1. Schlussfolgerungen aus dem Projekt:

---

Es besteht ein großer Bedarf an einer universellen Definition für Flexibilität. Es wird eine allumfassende, universelle Definition benötigt, die auf globaler Ebene anerkannt wird.

---

Eine harmonisierte Terminologie ist erforderlich, da es keinen gemeinsam vereinbarten Rahmen für Flexibilitätsmechanismen und Marktmodelle gibt.

---

Es besteht ein hohes Potenzial für die verstärkte Integration neuer Flexibilitätsressourcen.

---

Die Koordinierungssysteme der Beteiligten sollten gut entwickelt und definiert werden, damit die Nutzung der Flexibilität optimiert werden kann und gleichzeitig ein sicherer und zuverlässiger Netzbetrieb gewährleistet ist.

---

Die Bündelung von Flexibilitätsressourcen, insbesondere an der Schnittstelle zwischen ÜNB und VNB, kann ein breites Spektrum an technisch-wirtschaftlichen Vorteilen bieten.

---

Eine verstärkte Interaktion zwischen den Interessengruppen (ÜNB and VNB und Flexibilitätsbereitsteller) und gemeinsame Planung können optimiert werden, wodurch zahlreiche Vorteile aus technischer und wirtschaftlicher Sicht entstehen können.

---

Die Berechnung der verfügbaren Aufnahmekapazität sollte zur Verfügung gestellt werden, um potenzielle Anschlussinteressenten bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

---

Der Mangel an Transparenz für Anschlussinteressenten, um ihre Chancen auf eine Netzzugangsgenehmigung abzuschätzen, sollte durch die Veröffentlichung der Einzelheiten der Zuteilung von Aufnahmekapazität gemildert werden.

---

Aufgrund der begrenzten Beobachtbarkeit und Regelbarkeit haben die VNB keine Echtzeitinformationen über die tatsächliche Last im Netz. Daher sollte der Einführung intelligenter Zähler Vorrang eingeräumt werden.

---

Beim Datenaustausch sollte ein klares Verständnis bezüglich des Eigentums an den Daten bestehen.

---

Die Rollen im Datenmanagement müssen klar sein und auf anerkannten Rollenmodellen basieren.

---

Der Mangel an Interoperabilität zwischen Datenaustauschplattformen kann durch Standardisierung und Interoperabilitätstests sowie durch Wissensaustausch aus Pilotprojekten/Demonstrationen behoben werden.

---

Es gibt keinen allgemeingültigen Ansatz für regulatorische Rahmenbedingungen und technische Ansätze von Flexibilitätsmechanismen. Die Systemdienstleistung, das zu beschaffende Produkt und der Kontext beeinflussen die Angemessenheit alternativer Lösungen. Die Entscheidung für eine bestimmte Lösung muss von Fall zu Fall bewertet werden.

---

Unklare Rollen und Verantwortlichkeiten, die definiert werden müssen. Es gibt derzeit viele Herausforderungen in Bezug auf Marktfunktionen im kommerziellen und im regulierten Bereich, die Klärung des neutralen Marktbetreibers und des VNB/ÜNB als Marktbetreiber sowie das Fehlen eines etablierten Aggregationsrahmens.

## **7.2. Empfehlungen für die österreichische FTI-Politik:**

Die Nutzung von Flexibilität im Stromsystem hat sehr hohes Potential aktuelle Herausforderungen zu bewältigen. Das Erreichen von Net-Zero-Zielen, die Reduktion von CO<sub>2</sub> und Green Recovery Pläne nach der Corona-Pandemie sind die übergeordneten Ziele, die dabei erreicht werden können.

Die Interaktion von Verteilnetzbetreibern und Übertragungsnetzbetreibern birgt zahlreiche Möglichkeiten, um die Erreichung dieser Ziele zu unterstützen.

Die Entwicklungen in diesem Bereich steht teilweise noch in den Kinderschuhen, Märkte müssen erst entwickelt und etabliert werden, Begriffe definiert und normiert und bestmögliche Vorgangsweisen aus technischer, ökonomischer und wirtschaftlicher Sicht ermittelt werden.

Die ISGAN Arbeitsgruppe 6 wird sich daher weiterhin mit diesem Thema befassen. Österreich leitet den Task, bei dem es um die Interaktion der Netzbetreiber geht, ein zentraler Enabler für die Nutzung von Flexibilität im Stromnetz. Diese Taskleitung sollte auch weiterhin beibehalten werden, um die Aktivitäten in diesem Task zu steuern und österreichische Projekte im internationalen Vergleich zu bringen und weiterzuentwickeln.

Weiters gibt es immer noch grundlegende Fragen im Bereich der technischen Flexibilitätsbereitstellung und -nutzung und deren Verwertung über Märkte, die zu klären sind. Daher müssen die Themen auch spezifisch für Österreich im Rahmen von Forschungsprojekten und regulatorische Sandboxprojekten untersucht werden.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] „Flaticon,“ [Online]. Available: (References<a href="https://www.flaticon.com/free-icons/renewable-energy" title="renewable energy icons">Renewable energy icons created by monkik - Flaticon</a>; <a href="https://www.flaticon.com/free-icons/solar-panel" title="solar panel icons">Solar pan.
- [2] M.Z Degefa, I.B Sperstad, H. Saele, „Comprehensive classifications and characterisation of power system resources,“ *Electric Power Systems Research*, Bd. 194, p. 107022, 2021.
- [3] EDSO, „The Roadmap on Go4Flex - Grid observability for Flexibility,“ 2022.
- [4] E-Control, „Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen,“ E-Control, Wien, 2022.
- [5] E. Hillberg, A. Zegers, B. Herndler, S. Wong, J. Pompee, J.-Y. Bourmaud, S. Lehnhoff, G. Migliavacca, K. Uhlen, I. Oleinikova, H. Phil, M. Norström, M. Persson, J. Rossi und G. Beccuti, „Flexibility needs in the future power system,“ 2019.
- [6] ENTSO-E, CEDEC, E.DSO, Eurelectric, GEODE, „Roadmap on the Evolution of the Regulatory Framework for Distributed Flexibility,“ 2021.
- [7] EU Bridge working group, „Harmonized Electricity Market Role Model-A Differential Analysis with Respect to the ENTSO-E – eBIX – EFET Model,“ 2021.
- [8] ICF, „Development of a Transmission-Distribution Interoperability Framework,“ Independent Electricity System Operator, Toronto, 2020.
- [9] EUniversal, „D2.1 Observatory of research and demonstration initiatives on future electricity grids and markets,“ 2021.
- [1] Silva, R.; Alves, E.; Ferreira,, „Characterization of TSO and DSO Grid System Services and TSO-0] DSO Basic Coordination Mechanisms in the Current Decarbonization Context,“ *Energies*, 2021.
- [1] European Commission, „Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the 1] Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources,“ 2018.
- [1] E. Heilmann, N. Klempp, H. Wetzel, „Design of regional flexibility markets for electricity: A 2] product classification framework for and application to German pilot projects,“ *Util. Policy*. 67, 2020.

[1 OneNet, „OneNet - One Network for Europe,“ [Online]. Available: <https://onenet-project.eu/>.  
3] [Zugriff am 2 10 2022].

[1 Annelies Delnooz, Helena Gerard, Kris Kessels, Koen Vanthournout, Janka Vanschoenwinkel,  
4] „Analysis of the legal, regulatory and regulating framework in the context of the flexibility  
market,“ VITO, 2021.

[1 Valarezo, O.; Gómez, T.,Chaves-Avila, J.P.; Lind, L.; Correa,M.; Ulrich Ziegler, D.; Escobar, R.,  
5] „Analysis of New Flexibility Market Models in Europe,“ *Energies* , Bd. 14, Nr. 3521, 2021.

[1 V. Ziemsy und F. Biedenbach, „<https://www.ffe.de/>,“ Forschungsstelle für Energiewirtschaft, 13  
6] Dezember 2022. [Online]. Available: <https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/what-is-an-aggregator-in-trade-evs-ii/#:~:text=Definition%20Aggregator,einem%20oder%20mehreren%20Elektrizit%C3%A4tsm%C3%A4rkten%20vermarktet..> [Zugriff am 13 Dezember 2022].

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Paradigmenwechsel im Stromsystem [1].....	13
Abbildung 2 Drei Basistypen der Flexibilität .....	15
Abbildung 3 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die technischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung .....	22
Abbildung 4 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die IKT Anforderungen bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung .....	23
Abbildung 5 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die regulatorischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung .....	24
Abbildung 6 Treiber, Barrieren, Erfordernisse und Lösungen für die regulatorischen Aspekte bei der Interaktion von Stakeholdern zur Flexibilitätsnutzung .....	25



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

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

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