

IEA Windenergie Task 41: Integration dezentraler Windkraft- anlagen in ein Gesamtenergiesystem

Arbeitsperiode 2019 – 2023

A. Hirschl-Schmol,
D. Österreicher

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

58/2023

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter 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/

IEA Windenergie Task 41: Integration dezentraler Windkraftanlagen in ein Gesamtenergiesystem

Arbeitsperiode 2019 – 2023

Alexander Hirschl-Schmol MSc, Daniel Österreicher MSc.
Technikum Wien 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 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

1	Kurzfassung	6
2	Abstract	7
3	Ausgangslage	8
	3.1. Ausgangssituation und Problemstellung	8
	3.2. Ziele und Innovationsgehalt.....	8
	3.3. Stand der Technik / Stand des Wissens im nationalen Innovationssystem.....	9
4	Projekthalt	10
	4.1. Kurzbeschreibung, Ziele und der Inhalte des TCP.....	10
	4.2. IEA Wind Task 41:	10
	4.3. Umsetzung	13
5	Ergebnisse	14
	5.1. Disseminationstätigkeiten	14
	5.1.1. Analyse der Zeitabhängigkeit von Turbulenzen mit dem Turbulenzmodell der IEC 61400	14
	5.1.2. Off-Grid Expo-Conference – SmallWindPower@Home	15
	5.2. Erkenntnisse aus nationalen F&E Ergebnissen	18
	5.2.1. Auswirkungen von Gebäuden auf die Strömung.....	18
	5.2.2. Auswirkungen von Dachformen auf die Performance von KWEA.....	18
	5.3. Standortbewertungsschema.....	20
	5.4. Expert*innen-Workshop Vibrationsmesskonzept	22
	5.5. Experten- und Stakeholder Netzwerk.....	24
	5.6. IEA – Task Conference Vienna 2022	24
	5.7. Tag der offenen Tür Energieforschungspark Lichtenegg	26
	5.8. Erkenntnisse auf internationaler Ebene	27
	5.9. Publikationen und Veröffentlichungen.....	28
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	29
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	30

1 Kurzfassung

Für die Kleinwindkraft ergeben sich aufgrund ihrer geringeren Größe vor allem in besiedelten Gebieten Einsatzmöglichkeiten, welche das derzeit ungenutzte Windpotential nutzbar machen. In den letzten Jahren konnten sich einige ausgereifte Kleinwindkraftanlagen am Markt etablieren, jedoch schwächen Anbieter*innen von Mikrowindkraftanlagen mit geringer Qualität den Markt. Aktuell erschweren zusätzlich hohe Kosten, ein sehr komplexer Genehmigungsprozess und fehlende Erfahrung bei den Stakeholder*innen die Etablierung des Marktes. Trotzdem steigt der Bedarf an privater Energieautonomie und Hersteller*innen sowie Netzbetreiber*innen verzeichnen ein steigendes Interesse sowie vermehrt Anfragen von Privatpersonen.

Im Zuge des Projektes IEA Task 41 soll eine Vernetzung mit internationalen Expert*innen und ein Austausch von Informationen und Erfahrungen erzielt werden. Lerneffekte in Projekten und Disseminationen sollen geteilt und durch Expertenmeinungen verbessert werden. Durch die Dissemination von Ergebnissen soll eine Verbesserung der Situation der Kleinwindkraft in Österreich erreicht werden. Ebenso sollen durch den Aufbau eines Stakeholder*innen-Netzwerks aktuelle Informationen und Wissen verbreitet und der Markt weiter gefördert werden.

Die Ziele des Wissensaustauschs mit internationalen Expert*innen werden durch regelmäßige Diskussion erreicht, darunter fallen die national erarbeiteten Ergebnisse in den vom Task 41 veranstalteten Meetings sowie Ergebnisse aus Arbeitspaketen und Deliverables. Weiters wird ein dreitägiges IEA Vernetzungstreffen in Wien veranstaltet und Disseminationen in Form von Veranstaltungen, Konferenzen veröffentlicht und einem Tag der offenen Tür im Energieforschungspark Lichtenegg veranstaltet.

Die Durchführung der im Projekt beschlossenen Ziele wurde durch die Coronapandemie erschwert. Task 41 Meetings wurden online durchgeführt und viele der geplanten Veranstaltungen wurden abgesagt. Trotzdem konnte an allen Task 41 Meetings teilgenommen werden und relevante nationale Ergebnisse präsentiert und diskutiert werden. Ebenso wurde eine Masterarbeit im Austausch mit Task 41 erstellt, die Ergebnisse präsentiert und auf der Task 41 Website disseminiert. Weiters konnte ein Netzwerk an Stakeholder*innen etabliert werden, in welchem aktuelle Informationen geteilt und Erfahrungen ausgetauscht werden. In diesem Netzwerk befinden sich Forschende, Hersteller*innen sowie Netzbetreiber*innen.

Das dreitägige Vernetzungstreffen sowie der Tag der offenen Tür im Energieforschungspark Lichtenegg konnten coronabedingt erst im Herbst 2022 durchgeführt werden, jedoch waren diese Events gut besucht und es fand persönlicher Erfahrungsaustausch zum Thema Kleinwindkraft statt. Vor allem Privatpersonen konnten am Tag der offenen Tür zu den Themenpunkten energetischer Ertrag, Schallemissionen und Genehmigung informiert werden.

Weiters wurde im Zuge des Projektes der „Kleinwindreport 2022 – Dezentrale Windenergie in Österreich“ veröffentlicht. In diesem wird die aktuelle Lage der Kleinwindkraft in Österreich beschrieben und auf die aktuellen Herausforderungen aus Sicht der Betreiber*innen sowie der Hersteller*innen eingegangen. Mithilfe der im Projekt erreichten Ziele konnten Informationen geteilt und einer breiten öffentlichen Masse zugänglich gemacht werden.

2 Abstract

Due to their smaller size, small wind turbines can be used in populated areas in particular, making use of the currently unused wind potential. In recent years, a number of small wind turbines have been able to establish themselves on the market, but suppliers of low-quality micro wind turbines are weakening the market. Currently, high costs, a very complex approval process and a lack of experience among stakeholders are also hindering the establishment of the market. Nevertheless, the demand for private energy autonomy is increasing and manufacturers and grid operators are registering growing interest as well as an increasing number of enquiries from private individuals.

In the course of the IEA Task 41 project, networking with international experts and an exchange of information and experience should be achieved. Learning effects in projects and disseminations are to be shared and improved through expert opinions. The dissemination of results is intended to improve the situation of small wind power in Austria. Likewise, the establishment of a stakeholder network should disseminate current information and knowledge and further promote the market.

The goals of knowledge exchange with international experts will be achieved through regular discussion, including the nationally elaborated results in the meetings organised by Task 41 as well as results from work packages and deliverables. Furthermore, a three-day IEA networking meeting will be organised in Vienna and disseminations in the form of events, conferences published and an open day at the Energy Research Park Lichtenegg.

The implementation of the objectives decided in the project was delayed by the corona pandemic. Task 41 meetings were held online and many of the planned events were cancelled. Nevertheless, all Task 41 meetings were attended and relevant national results were presented and discussed. A master's thesis was also prepared in exchange with Task 41, the results were presented and disseminated on the Task 41 website. Furthermore, a network of stakeholders was established in which current information is shared and experiences are exchanged. This network includes researchers, manufacturers and network operators.

The three-day networking meeting and the open day at the Lichtenegg Energy Research Park could not be held until autumn 2022 due to COVID-2019 pandemic, but these events were well attended and there was a personal exchange of experience on the topic of small wind power. Private individuals in particular were informed about the topics of energy yield, noise emissions and licensing at the open day.

Furthermore, the "Small Wind Report 2022 - Decentralised Wind Energy in Austria" was published in the course of the project. This describes the current situation of small wind power in Austria and addresses the current challenges from the perspective of operators and manufacturers. The goals achieved in the project helped to share information and made this accessible to a broad public.

3 Ausgangslage

3.1. Ausgangssituation und Problemstellung

In den letzten Jahren ist das Interesse sowohl an Kleinwindenergieanlagen (KWEA) als auch an Anlagen mit mittlerer Größe (bis 500 kW) in Österreich und Europa stark gestiegen. Vor allem das Bedürfnis nach individuellen Lösungen sowie der immer stärker werdende Wunsch nach privater Energieautonomie treiben diese Entwicklung an - wie auch der rasante Ausbau der Photovoltaik in Österreich zeigt. Während jedoch im Bereich der Großwindkraft als auch der Photovoltaik (PV) die Kosten in den letzten 10 Jahren stark gesunken sind, stagniert die Preisentwicklung von kleinen und mittleren Windkraftanlagen seit Jahren auf hohem Niveau. Die Ursachen hierfür sind vielseitig: Einerseits verhindern geringe Verkaufszahlen sowie der mangelnde Einsatz von Standardkomponenten eine signifikante Reduktion der Produktionskosten, zum anderen erschweren rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen eine Umsetzung und verursachen zusätzlichen Aufwand und Kosten. Des Weiteren erschwert die hohe Diversität der am Markt verfügbaren Windkraftanlagen (Vertikal- und Horizontalläufer, Auftriebs und Widerstandsläufer,...) die Entwicklung von kosteneffizienten Prüfverfahren, um Qualität, Betriebssicherheit und Funktionsbereitschaft sicher zu stellen. Darüber hinaus konnten Windkraftanlagen bisher nicht gemeinschaftlich genutzt werden (Community Wind), wodurch gerade für Privatpersonen der Betrieb einer Windkraftanlage mit einer Nennleistung von mehr als 5 kW zur Eigenversorgung schwierig wirtschaftlich darstellbar war. Mit dem Winterpaket¹ bzw. den darin genannten Energiegemeinschaften hat die EU-Kommission jedoch rechtlich/regulatorische Rahmenbedingungen vorgelegt, die einen solchen gemeinsamen Betrieb z. B. in Siedlungen ermöglichen. Energiegemeinschaften ermöglichen lokalen Erzeuger*innen und Verbraucher*innen das öffentliche Netz zu nutzen, um Energie miteinander zu tauschen und somit einen wirtschaftlichen Vorteil aus der lokalen Erzeugung mit erneuerbaren Technologien zu generieren.

3.2. Ziele und Innovationsgehalt

Task 41 beschäftigt sich mit kleinen und mittelgroßen Windenergieanlagen (WEA), deren technologischer Weiterentwicklung und Bewertung, der Erschließung von Kosteneinsparungspotenzialen sowie deren Integration in zukünftige Energiesysteme und -märkte. Ziel von Task 41 ist es, die internationale Forschung in diesem Themenfeld zu koordinieren, um eine technologische Weiterentwicklung sowie die Erschließung von Kosteneinsparungspotenzialen zu ermöglichen und parallel dazu Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine Integration in zukünftige Energiesysteme und -märkte ermöglichen. Dazu werden unter anderem folgende Subziele verfolgt:

- Identifikation von Kosteneinsparungspotenzialen z. B. durch Standardisierung von Komponenten und Technologie
- Empfehlungen zur Überarbeitung von bestehenden Normen und Standards (z. B. IEC61400) bzw. Entwicklung neuer Vorschläge z. B. zur Netzanbindung von kleinen und mittleren WEA
- Gestaltung einer Plattform zum Austausch von Messdaten sowie Sammlung an hochwertigen Datensätzen als Entwicklungsgrundlage

- Entwicklung modellbasierter Planungstools für kleine und mittlere Windenergieanlagen in Inselnetzen und Energiegemeinschaften

3.3. Stand der Technik / Stand des Wissens im nationalen Innovationssystem

Die österreichische Forschungsszene befasst sich seit einigen Jahren intensiv mit den Themen dezentrale Windenergie, Kleinwindkraft sowie Energiegemeinschaften und liefert wertvolle Erkenntnisse für die weitere Entwicklung dieser Technologien. Vor allem im Bereich der Kleinwindkraft kann Österreich auf mehrere Forschungsaktivitäten verweisen. Vor allem die FH Technikum Wien (F&E Schwerpunkt Renewable Energy Technologies) beschäftigt sich im Bereich der Forschung und Entwicklung seit einigen Jahren schwerpunktmäßig mit dem Thema Kleinwindkraftanlagen und kann unter anderem auf Erfahrungen und Know-How aus den folgenden Projekten und Studien zurückgreifen:

- Kleinwindkraftanlagen - Qualitätssicherung, Netzeinbindung, Geschäftsmodelle und Information (FFG-Nummer: 829731, abgeschlossen)
- Urbane Windenergie - Entwicklung von Beurteilungsmethoden für den Einsatz von Kleinwindenergieanlagen in urbaner Umgebung (FFG-Nummer: 845184, abgeschlossen)
- Leitung der Arbeitsgemeinschaft Energieforschungspark Lichtenegg
- Mitarbeit in der internationalen ExpertInnen-Arbeitsgruppe IEA Wind Task 27 durch Herrn Kurt Leonhartsberger (von 01.11.2013 bis 28.02.2019) und Herrn Mauro Peppoloni (von 01.02.2016 bis 31.08.2021)
- smart(D)ER - Kompetenzerweiterung im Bereich dezentraler erneuerbarer Energiesysteme in besiedelten Gebieten (FFG-Nummer: 854151, abgeschlossen)
- SmallWindPower@Home - Evaluierung der Auswirkungen von gebäudemontierten KWEA auf Performance, Personen, Gebäude und Umgebung (FFG-Antragsnummer: 6545188, abgeschlossen)
- SmallWindAcademy - Kompetenzaufbau im Bereich Planung und Errichtung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in besiedelten Gebieten (FFG-Antragsnummer: 872508, Projektstart September 2021)

4 Projektinhalt

4.1. Kurzbeschreibung, Ziele und der Inhalte des TCP

Das Implementing Agreement IEA Wind wurde im Jahr 1977 gegründet. Aktuell sind im IEA Wind TCP 26 Partner*innen aus 21 Nationen, dem Chinesischen Windenergieverband, dem europäischen Windenergieverband und der Europäischen Kommission vertreten. Technologiekollaboration (TCP) verfolgt das Ziel, die internationale Zusammenarbeit im Bereich der Windenergieforschung zu forcieren sowie den Mitgliedsstaaten und der Industrie hochwertige Informationen und Analysen zur Verfügung zu stellen. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt dabei auf der Technologieentwicklung, der Markteinführung sowie Markt- und Policy-Instrumenten.

Derzeit gibt es 17 aktive Tasks. Österreich ist an folgenden Aktivitäten beteiligt:

- Task 19: Wind Energie in kalten Klimazonen (Arbeitsperioden 2016 – 2018 und 2013 – 2015)
- Task 32: Wind-Lidar Systeme für den Einsatz in der Windenergie (Arbeitsperiode 2016 – 2019)
- Task 41: IEA Wind Task 41: Integration dezentraler Windkraftanlagen in ein Gesamtenergiesystem

4.2. IEA Wind Task 41

Die Expert*innengruppe des IEA Wind Task 41 beschäftigt sich mit dezentralen Windkraftanlagen (Distributed Wind), deren technologischer Weiterentwicklung und Bewertung der Erschließung von Kosteneinsparungspotenzialen sowie deren Integration in zukünftige Energiesysteme, -gemeinschaften und -märkte. Darüber hinaus werden Vorschläge für die Anpassung und Weiterentwicklung der Normen für Windkraftanlagen als auch Methoden zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Ertragsprognosen erarbeitet. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf die Entstehung und die Auswirkungen von Turbulenzen gelegt, welche gegenwärtig sowohl in den aktuellen Normen als auch in der gängigen Praxis nicht hinreichend betrachtet werden. Die technologische Bandbreite reicht dabei von Kleinwindkraftanlagen (ab 1 kW) bis zu Großwindkraftanlagen.

In Anbetracht der Tatsache, dass viele Fortschritte, welche die Installations- und Betriebskosten für Multi Megawatt Windparks in den letzten Jahren sinken haben lassen, jedoch nicht auf dezentrale KWEA angewandt werden können, ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Welche technologischen Errungenschaften aus der Großwindkraft lassen sich auf dezentrale Kleinwindenergieanlagen anwenden?
- Aus welchen Gründen konnten diese Technologien bisher nicht auf dezentrale KWEA angewandt werden und welche Änderungen sind notwendig, um dies zukünftig zu ermöglichen?
- In welchen Bereichen wird zusätzliche Forschung zur Entwicklung spezifischer Technologien, welche auf dezentrale KWEA maßgeschneidert sind benötigt?

Da es viele Parallelen zur Großwindkraft gibt und die Herausforderungen ähnlicher Natur sind, wird sowohl bei der inhaltlichen Arbeit als auch bei der Gestaltung und Planung der Meetings eine enge Zusammenarbeit mit weiteren Tasks des IEA Wind angestrebt. Damit wird darauf abgezielt geeignete methodische technologische Ansätze übernehmen zu können. Ein Beispiel hierfür ist der IEA Task 19, welcher sich mit der Vereisung von WEA und deren Betrieb in kaltem Klima beschäftigt. Darüber hinaus ist der Austausch auch mit Tasks/Annexe anderer TCPs, welche sich mit dezentralen Erzeugungstechnologien beschäftigen, geplant.

Im Zuge der Zusammenarbeit werden folgende Ziele verfolgt:

- Ziel 1: Ausarbeiten von Empfehlungen zur Überarbeitung von Normen und Standards für Windkraftanlagen unter Berücksichtigung der Gegebenheiten an komplexen Standorten mit erhöhten Turbulenzen
- Ziel 2: Gestaltung einer Plattform zur Sammlung und dem Austausch von meteorologischen Messdaten
- Ziel 3: Sammlung an hochwertigen Datensätzen zum Betriebsverhalten von Windkraftanlagen als Entwicklungsgrundlage für Ertragsprognose Tools
- Ziel 4: Entwicklung eines akkuraten und zuverlässigen Ertragsprognose Tools zur Erhöhung der Planungssicherheit von dezentralen KWEA
- Ziel 5: Ausarbeiten von Empfehlungen zur Gestaltung von Normen zur Netzanbindung von WKA hinsichtlich einer kosteneffizienten Qualitätsprüfung
- Ziel 6: Identifikation und Sammlung hochauflösender Monitoringdaten
- Ziel 6: Entwicklung eines Tools zur kosten- und energieeffizienten Integration ins öffentliche Stromnetz sowie zur Planung von Insel- und Mikronetzen
- Ziel 7: Entwicklung von Modellen zur Steuerung von WEA in Insel und Mikronetzen
- Ziel 8: Zusammenarbeit mit anderen IEA Tasks und Nutzung von Synergien – insbesondere in den Bereichen Bürgerbeteiligungsmodelle und Vereisung von WEA

Neben Österreich beteiligen sich ExpertInnen aus den folgenden Ländern an dem internationalen Arbeitsprogramm:

- Belgien (Vrije Universiteit Brussel)
- Canada (Nergica and University of Calgary)
- China (Chinese Wind Energy Association)
- Dänemark (Nordic Folkecenter for Renewable Energy and Technical University of Denmark (DTU))
- Griechenland (CRES)
- Irland (Dundalk Institute of Technology)
- Italien (University of Perugia)
- Japan (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
- Polen (University of Lodz)
- Republik Korea (Korean Institute for Energy Research)
- Spanien (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)
- USA (NREL National Renewable Energy Laboratory)
- Österreich (Technikum Wien GmbH)

Neben den offiziell am Task 41 beteiligten Ländern, beteiligen sich darüber hinaus weitere Expert*innen aus anderen Ländern (z. B. Argentinien – Instituto Nacional Tecnicas INTI,...) an den Aktivitäten des Task 41.

Zusammenfassend werden auf internationaler Ebene folgende Ergebnisse und Erkenntnisse angestrebt:

- Identifikation von Kosteneinsparungspotenzialen durch Standardisierung von Komponenten und Technologie
- Empfehlungen zur Überarbeitung von bestehenden Normen und Standards (z. B. IEC61400) bzw. Entwicklung neuer Vorschläge z. B. zur Netzanbindung von kleinen und mittleren WEA
- Gestaltung einer Plattform zum Austausch von Messdaten sowie Sammlung an hochwertigen Datensätzen als Entwicklungsgrundlage
- Entwicklung modellbasierter Planungstools für kleine und mittlere Windenergieanlagen in Inselnetzen und Energiegemeinschaften

Neben der aktiven Mitarbeit an diesen Aktivitäten werden im Zuge der österreichischen Beteiligung darüber hinaus folgende nationale Ziele verfolgt:

- Mitarbeit und aktive Mitgestaltung der Task 41 Aktivitäten – primär auf Basis von Ergebnissen auf abgeschlossenen und laufenden nationalen F&E Aktivitäten - sowie Einbringung österreichischer Interessen.
- Anbindung der österreichischen Stakeholder*innen im Bereich dezentraler WEA an internationale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, um der österreichischen Wirtschaft eine frühzeitige Wahrnehmung internationaler Entwicklungen zu ermöglichen.
- Durchführung diverser Kommunikations- und Disseminationsaktivitäten wie z. B. Initiierung eines nationalen Expert*innen- und Stakeholder*innen-Netzwerks zur Vernetzung der nationalen Stakeholder*innen, sowie zur Sicherstellung eines dauerhaften Informationsaustauschs und laufender Innovationsimpulse, Organisation und Durchführung einer Infoveranstaltung 2020 und 2022 (z. B. als Tagung oder Tag der offenen Tür im Energieforschungspark in Lichtenegg) sowie Erstellung eines Reports zum Thema „Dezentrale Windenergie in Österreich“.
- Laufende Dissemination der Task 27 Aktivitäten sowie nationaler und internationaler F&E Aktivitäten bei themenrelevanten Veranstaltungen, in Aus- und Weiterbildungsprojekten.

Um die Ziele von Task 41 sowie die nationalen Ziele zu erreichen, werden verschiedenen Methoden eingesetzt bzw. Lösungsansätze verfolgt:

- Erstellung von Mess- und Prüfkonzerten sowie Durchführungen von Messungen und Prüfungen von kleinen und mittleren Windenergieanlagen (z. B. im Energieforschungspark Lichtenegg)
- Auswertung, systematische Datenaufbereitung und Interpretation von neuen bzw. vorhandenen Messdaten.

- Literatur- und Online-Recherche.
- Organisation und Durchführung von Workshops und Meetings.
- Organisation und Durchführung von Infoveranstaltungen.
- Datenerhebung und Recherche, Fragebogenerstellung, Durchführung von Umfragen und Expert*innen-Interviews.

4.3. Umsetzung

Während der Projektlaufzeit konnten fortlaufend im Energieforschungspark Lichtenegg kleine und mittlere Windenergieanlagen vermessen und geprüft werden. Die gewonnenen Messdaten wurden aufbereitet, interpretiert und die gewonnenen Ergebnisse innerhalb der Taskmeetings präsentiert.

Aufgrund der während der Projektlaufzeit herrschenden Reise- und Veranstaltungsbeschränkungen konnten bis 2022 keine Workshops und Infoveranstaltungen in Präsenz durchgeführt werden. Die Taskmeetings wurden daher auf Online-Meetings umgeplant und das Vernetzungstreffen sowie der Tag der offenen Tür in Lichtenegg auf Herbst 2022 verschoben. Es konnten trotz der Covid bedingten Einschränkungen an allen Task Meetings teilgenommen werden und die geplanten Kommunikations- und Disseminationsaktivitäten durchgeführt werden.

Zur Erstellung des Kleinwindkraftreports (Bericht „Dezentrale Windenergie in Österreich“) wurde ein Fragebogen erstellt. Dieser wurde telefonisch mit Hersteller*innen und Betreiber*innen besprochen. Eine Umfrage in Präsenz war aufgrund der Coronapandemie nicht möglich. Trotzdem haben sich viele Hersteller*innen und Betreiber*innen die Zeit genommen und mit den Experten*innen der FH Technikum Wien den Fragebogen ausgefüllt.

5 Ergebnisse

5.1. Disseminationstätigkeiten

5.1.1. Analyse der Zeitabhängigkeit von Turbulenzen mit dem Turbulenzmodell der IEC 61400

Im Zuge des Projekts wurde durch Daniel Österreicher die Masterarbeit mit dem Titel: „Untersuchung der zeitabhängigen Turbulenzen bei Kleinwindkraftanlagen: Ein Vergleich mit dem Turbulenzmodell der IEC 61400“ vorgestellt. Ziel der Arbeit war die Untersuchung von zeitabhängigen Turbulenzereignissen und deren Auswirkungen auf Kleinwindkraftanlagen im Energieforschungspark Lichtegg. In weitere Folge wurde untersucht, ob das Normal Turbulenzmodell der IEC 61400-1 turbulenzinduzierte Lasten berücksichtigt und ob das Modell in der Lage ist einen turbulenten Standort wie den Energieforschungspark Lichteneegg ausreichend beschreibt.

Für die Untersuchung wurden Winddaten aus dem Energieforschungspark Lichteneegg zur Verfügung gestellt und ausgewertet. Bei den Winddaten handelt es sich um meteorologische Daten und relevante Winddaten in 1-Minutenmittelwerten vom Windmessmast am Standort Lichteneegg, für die Jahre 2017 bis 2020. Für die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurde das Programm MATLAB und MS Excel verwendet.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Turbulenzen über den Verlauf des Tages, sowie über den Verlauf des Jahres sich stark unterscheiden. In der Nacht und im Winter waren die Turbulenzen in Lichtegg aufgrund der labilen Schichtung der atmosphärischen Grenzschicht geringer als zu den Mittagsstunden und während der Sommermonate. Ebenso konnten Hitzeperioden mit einer erhöhten Turbulenzintensität in Verbindung gebracht werden. Weiters wurde gezeigt, dass das Normal Turbulenzmodell der IEC 61400-1 nicht in der Lage ist die Turbulenzen des Energieforschungsparks Lichteneegg und damit auch von niedrigen Luftschichten ausreichend genau darzustellen. Bei einer Windgeschwindigkeit von 15 m/s wird bereits die höchste Turbulenzklasse des Normal Turbulenzmodell der IEC 61400-1 im Forschungspark überschritten. Abbildung 1 zeigt das Verhalten der Turbulenzen an diesem Standort. Farblich markiert, sind in grün, blau, violett und rot die mittleren Turbulenzintensitäten pro Windgeschwindigkeit der Jahre 2017, 2018, 2019 und 2020. Unter 7 m/s liegen alle Werte unter der niedrigsten Klasse der IEC 61400-1 Norm. Über 7 m/s werden die Klassen schrittweise überschritten, bis ab 15 m/s die höchste Klasse überschritten wird.

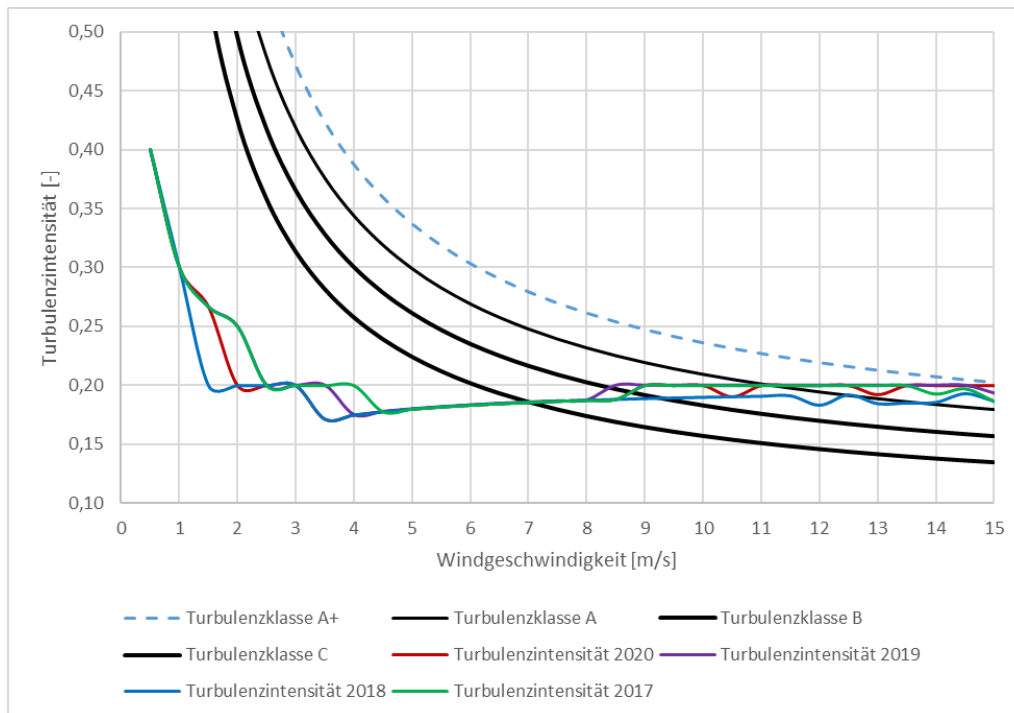


Abbildung 1 Ein Vergleich der Turbulenzintensität im Energieforschungspark Lichtenegg mit steigender Windgeschwindigkeit und dem NTM der IEC61400, Messhöhe 19 m

Bei der Literaturrecherche und dem Vergleich mit passenden wissenschaftlichen Publikationen hat sich ergeben, dass Expert*innen ähnliche Ergebnisse für ähnliche Standorte erzielt haben. Durch den Austausch und Vergleich der Ergebnisse aus Lichtenegg mit Task 41 Mitgliedern aus Belgien hat sich gezeigt, dass diese bei den von ihnen untersuchten Standorten ähnliche Ergebnisse erzielt haben. Schlussfolgernd hat sich gezeigt, dass für die Planung von Kleinwindkraftanlagen auf das Normal Turbulenzmodell der IEC 61400-1 verzichtet werden soll und ein alternatives Modell entwickelt werden sollte. Die Autor*innen von (Donnou et al. 2020) verglichen verschiedene Turbulenzmodelle und erreichten die genauesten Ergebnisse mit einem Modell, welches den Einfluss der Bodenrauigkeit und der Hindernisse berücksichtigt.

5.1.2. Off-Grid Expo-Conference – SmallWindPower@Home

Im Zuge der Off-Grid Expo-Conference 2020 präsentierte Alexander Hirschl Ergebnisse des Projekts SmallWindPower@Home unter den Titel „Evaluation of the influences of different roof shapes on flow properties and performance of small wind turbines“. Der Vortrag beschreibt die Herausforderungen bei der Positionierung von Kleinwindkraftanlagen in besiedelten Gebieten, mit speziellem Fokus auf Gebäudemontierte Kleinwindkraftanlagen. Im Detail wurden komplexe Strömungsmuster, welche um Gebäude entstehen, analysiert. Im Zuge des Projekts wurde die Veränderung der Strömungsmuster in Abhängigkeit von der Dachform messtechnisch erfasst und analysiert. Dazu wurden vier Messmasten (Messpunkte: MP1 bis MP4) mit jeweils 3 Sensoren auf unterschiedlichen Höhen installiert (siehe Abbildung 2).

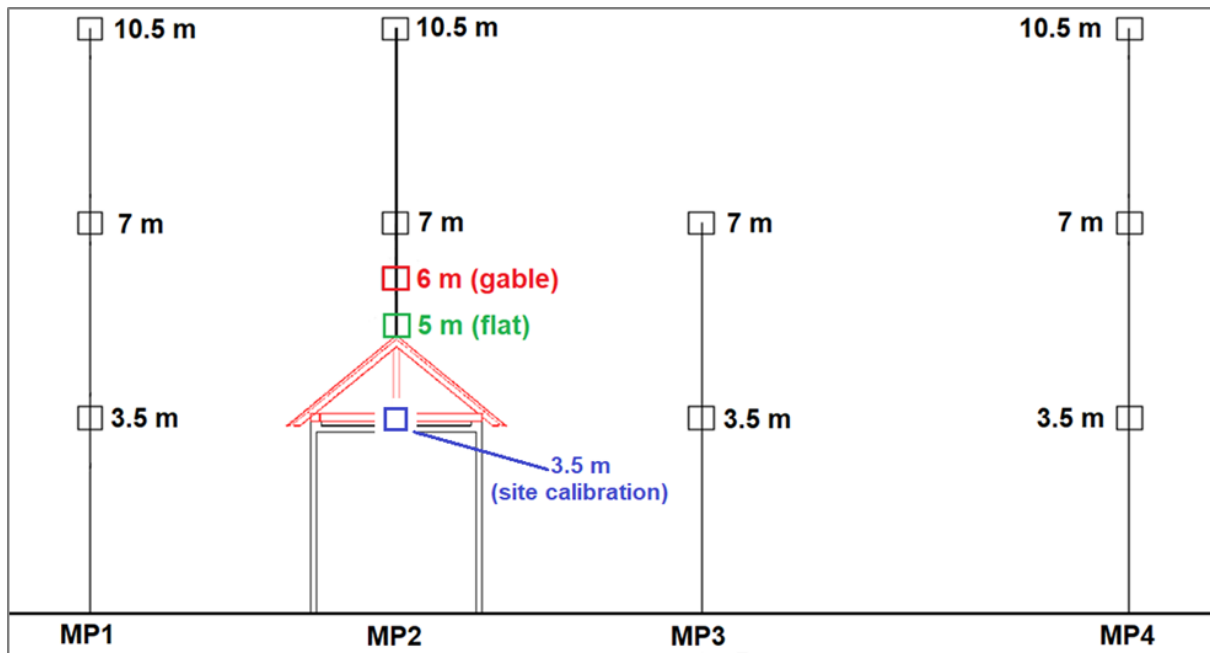


Abbildung 2 Messmasten SWP@H

In Abbildung 3 wurde der Verlauf der Windgeschwindigkeit am Messpunkt MP2 im Vergleich zum freien Feld auf den unterschiedlichen Messhöhen und Dächern dargestellt. Es ist zu sehen, dass es abhängig von der Dachform zu geringfügigen Erhöhungen der Windgeschwindigkeit kommt. Direkt über dem Dach (1 m über Dachkante) auf einer Höhe von 5 m (Flachdach) beziehungsweise 6 m (Giebeldach) wurde der stärkste Anstieg gemessen. Eine Windgeschwindigkeit von 8 m/s am freien Feld würde einer Windgeschwindigkeit von annähernd 9,5 m/s über dem Giebeldach (6 m) und 10 m/s über dem Flachdach (5 m) entsprechen. Somit ist die Erhöhung der Windgeschwindigkeit am Flachdach höher als am Giebeldach.

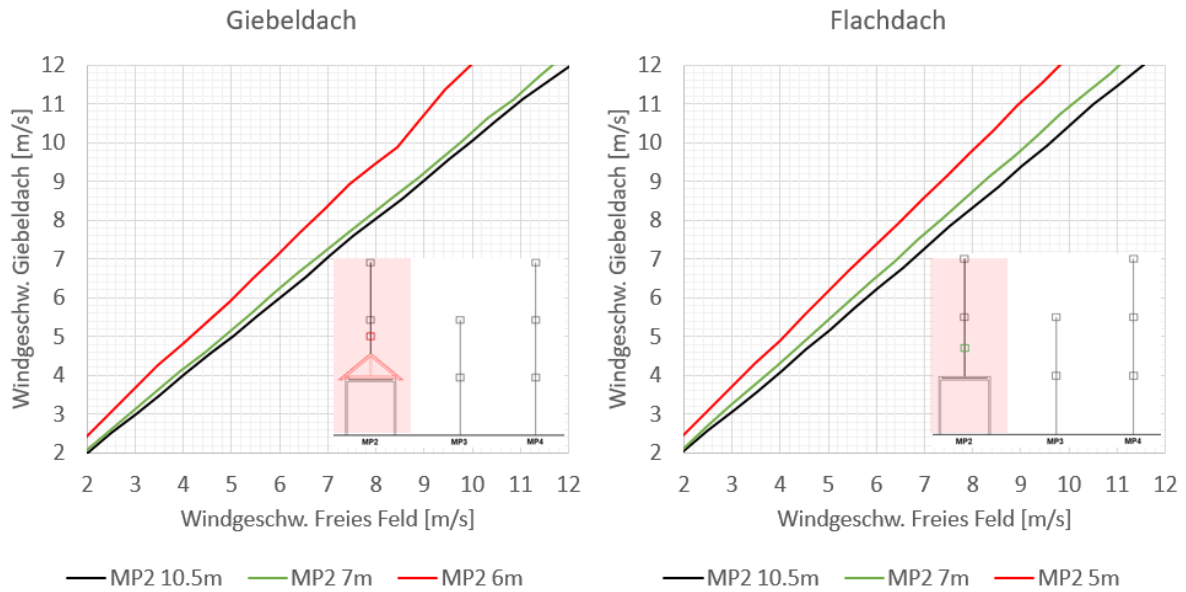


Abbildung 3 Ergebnisse MP2

Bei der Untersuchung der Leistungskennlinie konnte ein Zusammenhang zwischen der Leistung und der beschleunigten Windströmung über Dach und im freien Feld festgestellt werden. Abbildung 4 zeigt in schwarz die vermessene Kleinwindkraftanlage im freien Feld, in Grün die KWEA am Flachdach und in Rot die KWEA am Giebeldach. Zwischen freiem Feld und den Kennlinien auf den Gebäuden zeigt sich ein positiver Einfluss auf die Leistung. Zwischen den Gebäuden sind die Ergebnisse widersprüchlich. Trotz höherer Windgeschwindigkeit am Flachdach, ist die Leistung um Giebeldach geringfügig höher. Also Grund konnte der schräge Anströmungswinkel identifiziert werden, welcher von vertikalachsigen KWEA mit helixförmigem Rotor effizient genutzt werden kann.

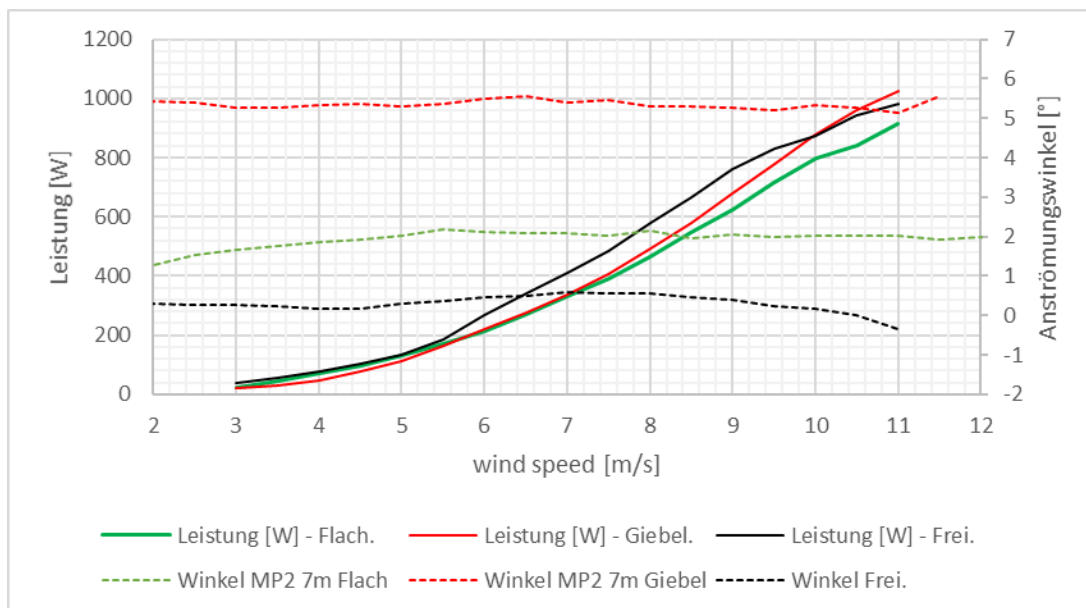


Abbildung 4 Leistungskennlinie Kleinwindkraftanlage (vertikalachsiger Darriues-Rotor)

5.2. Erkenntnisse aus nationalen F&E Ergebnissen

Im Projekt SmallWindPower@Home wurden Strömungseigenschaften über Gebäuden untersucht und der Einfluss auf die Leistung von darauf montierten Kleinwindkraftanlagen messtechnisch erfasst. Im Austausch mit einem internationalen Gremium des „IEA Task 41 distributed Wind“, konnten die Ergebnisse analysiert werden und Empfehlungen für die Gebäudeinstallation von Kleinwindkraftanlagen (z. B.: Vibrationsentkopplung am Gebäude, Mindestabstand zu Dach) gegeben werden.

5.2.1. Auswirkungen von Gebäuden auf die Strömung

Kleinwindkraftanlagen bieten sich in bestimmten Fällen auch für die Installation auf Gebäuden an. Deren Einfluss auf die Strömung muss jedoch beachtet werden. Die Messungen während des Forschungsprojekts haben gezeigt, dass hinter Gebäuden lange und teils große turbulente Zonen entstehen (siehe Abbildung 5 blaue Wirbel). Speziell bei Giebeldächern ist die vertikale Ausdehnung der turbulenten Blase teils doppelt so hoch wie das Gebäude. Bei Flachdächern beträgt sie das 1,5-fache. Über Flachdächern kommt es zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit. Auf Nabenhöhe (7 m – 1,5-fache Gebäudehöhe) betrug die Erhöhung 7 %. Über Giebeldächern war die Erhöhung der Windgeschwindigkeit entgegen den Erwartungen mit 2% wesentlich geringer (siehe Abbildung 5).

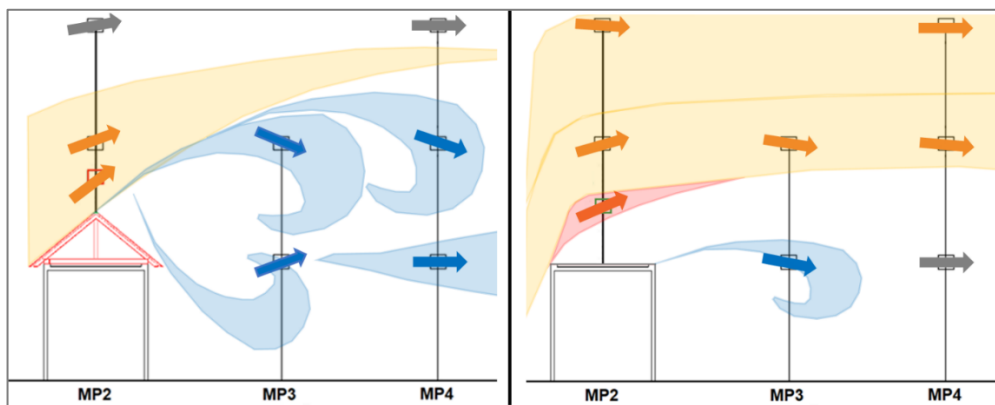


Abbildung 5: Messergebnisse und Visualisierung der Strömung (Leonhartsberger, et al., 2022)

Für die Installation von KWEA bedeutet dies, dass sich eine Aufdachmontage vorteilhaft auf den Ertrag auswirken kann, jedoch ist die turbulente Zone im Nachlauf als problematisch zu betrachten (Leonhartsberger, et al., 2022), hier sollten keine Kleinwindkraftanlagen platziert werden. Flachdächer weisen in der beschleunigten Zone (7 m Höhe) ein besseres Windpotential als Giebeldächer auf und bieten sich daher für die Aufdachmontage an.

5.2.2. Auswirkungen von Dachformen auf die Performance von KWEA

Da es zu einer Beschleunigung der Strömungsgeschwindigkeit über Gebäuden kommt, ergibt sich auch ein Einfluss auf die Leistung. Es wurde zwischen Giebeldachmontage, Flachdachmontage und freistehende Montage auf Masten in 7,5 m Höhe über Grund verglichen. In Tabelle 1 sind die berechneten Jahresenergieerträge einer horizontalachsigen Kleinwindkraftanlage auf verschiedenen Masten verglichen worden. Dabei konnten die Vorteile der Windgeschwindigkeit über den Gebäuden

nicht nachgewiesen werden. Es ergibt sich ein widersprüchliches Bild, weshalb turbulente Strömungen über dem Gebäude und Schräganströmungen als Grund für die nicht mit den erhöhten Windgeschwindigkeiten übereinstimmenden Ertragswerten angenommen werden.

Tabelle 1: Überblick der berechneten Jahresenergieerträge für eine im Projekt untersuchte KWEA und Montagearten (Leonhartsberger, et al., 2022)

KWEA	Montageart	Berechneter Jahresenergieertrag	Abweichung zu freiem Mast
		kWh	in %
Horizontalachsige KWEA	Flachdach	1385,9	94%
	Giebeldach	1551,3	105%
	Freistehender Mast	1472,1	100%

Auswirkungen unterschiedlicher, dachmontierter KWEA auf das Gebäude, deren Bewohner*innen und die unmittelbare Umgebung

KWEA verursachen im Betrieb Vibrationen und Schwingungen, welche dynamische Lasten in die Komponenten als auch das Tragwerk induzieren. Diese dynamischen Lasten werden oft bei der Entwicklung und Dimensionierung von KWEA und dem Tragwerk vernachlässigt. In der Vergangenheit führte dies vermehrt zur Entwicklung von Körperschall und Beschädigung der Anlage bzw. des Tragwerks.

Bei der Evaluierung der Körperschallemissionen im Gebäude wurden Werte um 60 dBA aufgenommen, welche bei dauerhafter Belastung als gesundheitsschädlich eingestuft werden (Leonhartsberger, et al., 2022). Eine effektive Dämpfung bzw. Schwingungsentkopplung ist bei Gebäudemontage somit ein wichtiger Bestandteil. Schäden am Gebäude konnten während des Betriebszeitraums nicht festgestellt werden (Leonhartsberger, et al., 2022). Es hat sich bei Untersuchungen herausgestellt, dass die Entkopplung der Anlage mit dämpfenden Elementen eine effektive Methode darstellt, um Körperschall fast gänzlich zu vermindern. Folgende Grafik zeigt ein Beispiel einer Entkopplungskonstruktion unter dem Generator der Anlage, welche Resonanzen verhindert. Des Weiteren sind am Anbindungselement an das Dach (sofern eine Dachmontage durchgeführt wird) Dämpfungselemente (meist Polyurethanschaum) bezüglich Schallemissionen und Schäden am Gebäude vorteilhaft.



Abbildung 6 Vibrationsentkopplungseinheit

Umweltwirkungen gebäudemontierter KWEA

Im Projekt SmallWindPower@Home wurden Anlagen auf deren Umweltwirkung untersucht. Dabei wurde speziell auf das Thema Schall und den ökologischen Fußabdruck geachtet.

Bei der Lärmentwicklung blieben alle untersuchten Anlagen im Allgemeinen unter den festgelegten Grenzwerten für Siedlungsgebiete, die sich im Bereich 40 bis 50 dBA (je Widmungskategorie) bewegen. Bei Windgeschwindigkeiten über 6 m/s kommt es zu Überschreitungen. Um die Akzeptanz für die Technologie im urbanen Gebiet zu erhöhen könnten Abschaltungen bei hohen Windgeschwindigkeiten in Betracht gezogen werden.

Außerdem wurde festgestellt, dass das Empfinden der Lärmbelästigung weniger von der Entfernung oder Sichtbarkeit der Anlage abhängt, sondern mehr von der persönlichen Einstellung zur Windkraftanlagen. Es zeigt sich somit, dass Information und Partizipation der Anwohner*innen ein wichtiger Teil der Planung sein sollte.

Es hat sich gezeigt, dass nicht bei allen Anlagen und Montagearten die energetische Amortisation erreicht wurde (Leonhartsberger, et al., 2022). Um einen Betrag zur Energiewende und Klimaschutz sicherzustellen, ist es notwendig die Amortisationszeit in Bezug auf CO₂-äqu. und Energie im Rahmen der Planung zu beachten.

Speziell die Ergebnisse der Vibrationsreduktion haben zu einer Zusammenarbeit der Universität von Perugia über den Task 41 geführt. Der Austausch und Erfahrungen seitens der Universität Perugia haben zu einem tieferen Verständnis beigetragen.

5.3. Standortbewertungsschema

Im Zuge des Projektes SmallWind4Cities wurde ein Standortbewertungsschema für die Auswahl potenzieller Kleinwindkraftanlagenstandorte entwickelt. Ein guter Windstandort zeichnet sich durch eine hohe mittlere Jahreswindgeschwindigkeit aus. Diese ist daher der ausschlaggebende Faktor für die Standortwahl. Erfahrungswerte aus urbanen und ländlichen Standorten haben gezeigt, dass aus energetischer Sicht eine Installation einer KWEA erst ab einer Jahresmittelwindgeschwindigkeit von

3,5 m/s sinn voll ist. Tabelle 1 zeigt, dass gute Standorte ab mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten ab 4 bis 5 m/s erreicht werden.

Tabelle 2: Faktoren zur Standortbewertung (Reiterer, 2014)

	Volllaststunden pro Jahr	Mittlere Windgeschwindigkeit	Energie im Wind pro Jahr
Ausgezeichneter Standort	>1200	>5 m/s	>1280 kWh/m ² a
Guter Standort	800 – 1200	4 – 5 m/s	≤1280 kWh/m ² a
Mittelmäßiger Standort	500 – 800	2,5 – 4 m/s	≤655 kWh/m ² a
Schlechter Standort	<500	<2,5 m/s	<160 kWh/m ² a

Für das Standortbewertungsschema wird digitales Kartenmaterial (z. B.: globalewindatlas, österreichischer Windatlas, new european windatlas) herangezogen. Je nach Kartenmaterial ist das Windpotential (mittlere jährliche Windgeschwindigkeit) in verschiedenen Höhen abrufbar (z. B.: 100 m, 50 m). Ist die Jahresmittelwindgeschwindigkeit in der gewünschten Höhe nicht verfügbar, kann mittels des logarithmischen Windprofils in die gewünschte Höhe umgerechnet werden. Die Bodenrauigkeit wird durch die Rauigkeitslänge z_0 beschrieben, welche abhängig von der Orographie definiert, wird (Hau, 2014). In Tabelle 3 sind Rauigkeitslängen und die dazu gehörigen Geländeoberflächen dargestellt.

Tabelle 3: Orographie abhängige Rauigkeitslänge und Zusammenhang mit der Höhe (Hau, 2014)

z_0 [m]	Orographie
1,00	Städte
0,50	Vorstädte, Siedlungen
0,30	Bebautes Gelände
0,20	Viele Bäume und/oder Büsche
0,10	Landwirtschaftliches Gelände (geschlossen)
0,05	Landwirtschaftliches Gelände (offenen)

Der Zusammenhang zwischen zwei Windgeschwindigkeiten in unterschiedlichen Höhen und der Rauigkeitslänge ist in der folgenden Gleichung dargestellt:

$$v_2 = v_1 \frac{\ln\left(\frac{h_2}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{z_0}\right)} \quad 5-1$$

- v_1 Windgeschwindigkeit [m/s] (z.B. zu berechnender Wert)
- v_2 Windgeschwindigkeit [m/s] (z.B. Wert aus Kartenmaterial)
- h_1 Höhe [m] (z.B. Höhe für zu berechnenden Wert)
- h_2 Höhe [m] (z.B. Wert in Messhöhe)
- z_0 Rauigkeitslänge [m]

Neben der Jahresmittelwindgeschwindigkeit muss auch die Orografie des Standortes näher betrachtet werden. Denn die Windverhältnisse des Standortes werden zu einem großen Teil durch die Orografie bestimmt. Einzelne Hindernisse können bereits starke Turbulenzen verursachen, welche sich energetisch und materialtechnisch negativ auf die KWEA auswirken können. Die Installation muss daher außerhalb turbulenter Bereiche erfolgen. Da es oftmals nicht möglich ist, dass die KWEA frei von Hindernissen steht, sollte zumindest darauf geachtet werden, dass ein freies Anströmungsfeld in Hauptwindrichtung gewährleistet ist. Hindernisse verursachen Turbulenzen in einer Höhe, welche das Doppelte des Hindernisses betragen können. Des Weiteren können Turbulenzen noch weit hinter dem Hindernis auftreten. Diese können in einer Distanz hinter dem Hindernis auftreten, welche das 20-fache der Hindernishöhe betragen kann (Reiterer, 2014).

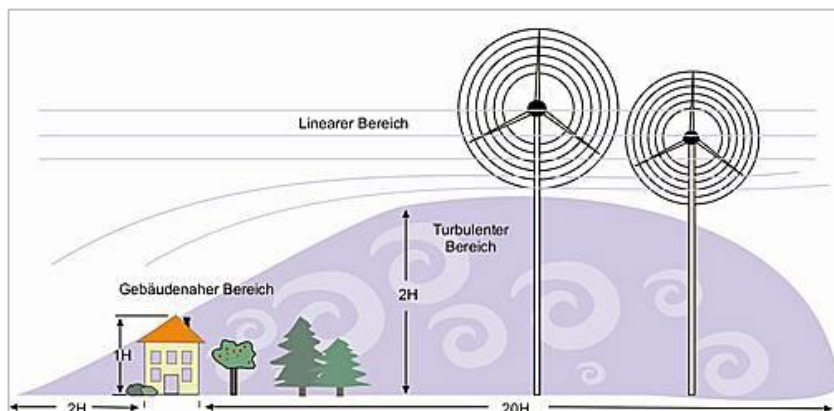


Abbildung 7 Turbulenter Bereich hinter Hindernissen (Reiterer, 2014)

Das Standortbewertungsschema wurde innerhalb des Tasks vorgestellt, diskutiert und wird in weitere Folge im Forschungsprojekt SmallWind4Cities auf seine Anwendbarkeit untersucht. Dafür werden reale Messdaten einzelner Standorte aufgenommen und die Ergebnisse mit dem theoretischen Ansatz verglichen. Innerhalb des Task 41 konnte das Konzept auf potentielle Ungenauigkeiten wie das Kartenmaterial und die Bewertung der Umgebung analysiert und verfeinert werden. Bewertungsmethoden anderer Task-Teilnehmer*innen haben als Hilfestellung gedient. Anhand der Rückmeldungen wird das Standortbewertungsschema erweitert und verbessert, um in Zukunft potenzielle KWEA-Standorte zu bewerten.

5.4. Expert*innen-Workshop Vibrationsmesskonzept

In den Projekten Urbane Windenergie und SmallWindPower@Home konnte bereits gezeigt werden, dass Kleinwindenergieanlagen aufgrund ihres Aufbaus und ihrer exponierten Lage schwingungsfreudige Systeme sind. Diese können durch windbedingte Turbulenzen als auch mechanische Kräfte in Schwingung / Vibration geraten. Dabei können Eigenfrequenzen in den Bauteilen der Windkraftanlage angeregt werden, welche zu Resonanzschwingungen und in weitere Folge Schäden führen können. Die Schäden variieren zwischen frühzeitiger Materialermüdung einzelner Rotorblätter bis totalen Anlagenausfällen.

Um sicherzustellen, dass während des Betriebes einer KWEA keine Resonanzschwingungen entstehen, entwickelte das Team des FHTW ein Messkonzept, welche das Resonanzverhalten der

untersuchten KWEA untersucht und analysiert. Dieses Messkonzept wird den Hersteller*innen als Dienstleistung angeboten.

Für die Messung des Resonanzverhaltens werden die Schwingungswerte der Anlage während des Betriebs mithilfe von Beschleunigungssensoren erfasst. Die Sensoren ermitteln die Beschleunigung in einer bis drei Dimensionen.

Die Messung der Drehzahl kann über einen Hallsensor und Impulsgeber nahe an der Rotorwelle erfolgen oder durch Messung der generierten Spannung an einer Generatorphase. Für die Messung an der Generatorphase wird zusätzlich ein Frequenzüberträger und ein Signalumformer benötigt, welcher das sinusförmige Wechselsignal in ein Rechtecksignal umformt.

Die aufgenommenen Messwerte werden in einem Campbell-Diagramm dargestellt, welches anschließend benutzt wird, um das Resonanzverhalten der Anlage zu bestimmen. Im vorliegenden Fall zeigt die horizontale Achse die Eigenfrequenz verschiedener Anlagenkomponenten (Mast, Rotor, etc.) und auch die Frequenz eines Resonanzereignisses. Die vertikale Achse zeigt die Drehzahl und abhängig davon die steigende Frequenz an. Kreuzen sich Eigenfrequenz und anregende Frequenz (Drehzahl), so liegt ein Resonanzfall vor.

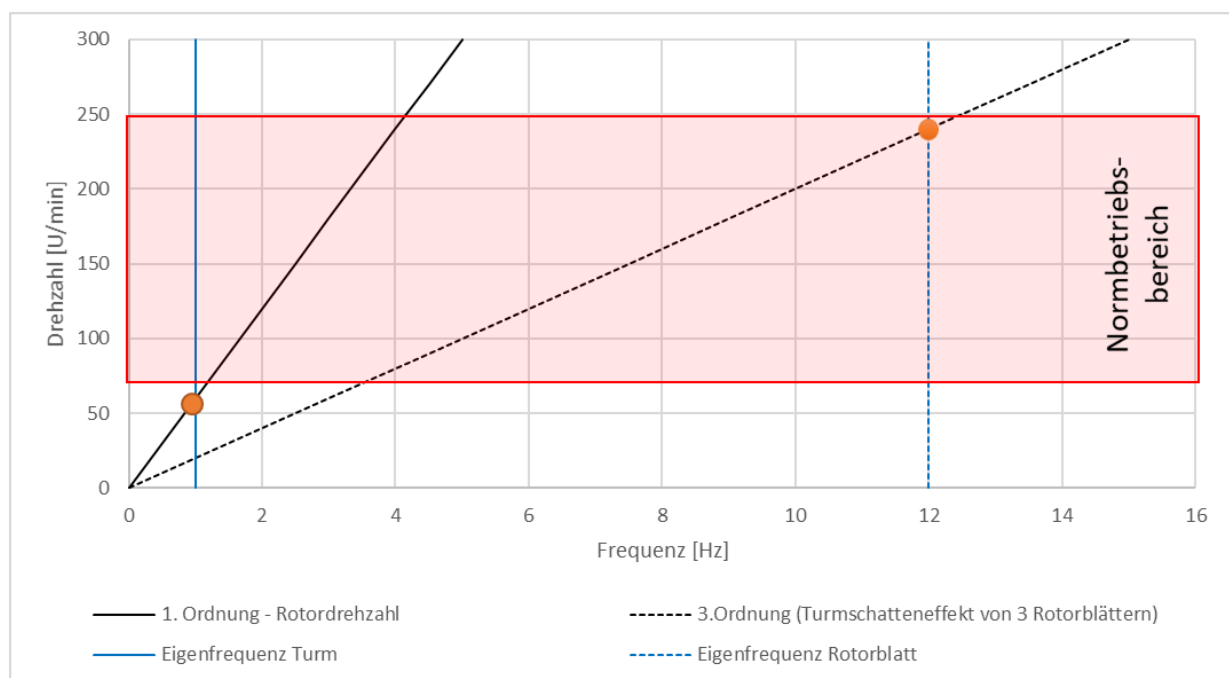


Abbildung 8 Beispiel Campbell Diagramm

Die Messung der Resonanzen kann an verschiedenen Punkten der KWEA durchgeführt werden. Standardmäßig werden die Sensoren unter dem Generator, am Mast beziehungsweise wenn vorhanden unter dem Entkoppler und am Fundament angebracht. Somit kann bestimmt werden, welche Vibrationen im Betrieb entstehen und wie diese entlang des Mastes und Fundamentes weitergeleitet werden.

Vibrationen und Resonanzen sind für alle Mitglieder des Tasks relevant, deshalb wurde des Messkonzept im Task vorgestellt, diskutiert und Erfahrungswerte geteilt. Ebenso wurden Messdaten

mit interessierten Taskmitgliedern geteilt. Des Weiteren hat der Austausch geholfen typische Vibrationsintensitäten und -frequenzen einzugrenzen und damit passende Sensoren auszuwählen.

5.5. Experten- und Stakeholder Netzwerk

Trotz der Coronakrise konnte ein Experten- und Stakeholder Netzwerk initiiert werden. In diesem finden sich folgende Beteiligte:

Branche	Mitglieder
Hochschulen	FH Technikum Wien
Hersteller*innen/Betreiber*innen	Blue Power GmbH
	Kleinwind GmbH
Netzbetreiber*innen	EVN
Energieplaner*inne	Im-plan-tat

Innerhalb dieses Netzwerks wurden aktuelle Forschungsergebnisse diskutiert, Erfahrungen ausgetauscht und neue gemeinsame Projekteinreichungen geplant.

Vor allem das Thema der Genehmigung von Kleinwindkraftanlagen wurde im Netzwerk oft diskutiert und mögliche Vereinfachungen des Verfahrens debattiert. Die Beteiligten nutzten ihre Erkenntnisse, um sich gegenseitig bei weiteren Genehmigungen zu unterstützen und den Prozess der Genehmigung zu beschleunigen.

Das aktuell diskutierte Thema ist die neue TOR-Richtlinie, welche alle in Österreich zugelassenen Wechselrichter erfüllen müssen, um ans Netz angeschlossen werden zu dürfen. Einige der derzeit im Umlauf befindlichen Wechselrichter sind nicht mehr für den Betrieb im österreichischen Stromnetz zugelassen, weshalb dies eine weitere Hürde für die Umsetzung von Kleinwindkraftprojekten darstellt.

5.6. IEA – Task Conference Vienna 2022

Die diesjährige IEA – Task Conference Vienna 2022 fand von 18.10.2022 bis 20.10.2022 statt und wurde vom österreichischen Task41 Team geplant. Der Veranstaltung wurde gemeinsam mit den Task 41, Task 32, Task 19 und in Kooperation mit der IG Windkraft zur stärkeren Vernetzung über die Task Grenzen hinweg geplant. Um auch national eine Dissemination und Vernetzung zu ermöglichen, wurde das Branchentreffen der IG Windkraft ebenfalls in das Programm aufgenommen und eine gemeinsame Netzwerkveranstaltung geplant.

Am 18. Oktober fand das Windkraftbranchentreffen welches gemeinsam mit der IG Windkraft durchgeführt wurde statt. In diesem wurden folgende Themenpunkte behandelt:

- Update der IGW zur Energiepolitik
- Vorbereitung für die neue europäische Nachhaltigkeitsberichterstattung und EU-Taxonomie
- Task 52: Large-Scale Deployment of Wind LiDar
- Task 51: Forecasting for the weather driven energy system

- Task 54: Cold Climate Wind Power
- Task 41: Distributed Wind

Am 19. Und 20. Oktober fanden individuelle IEA Task Meetings statt in welchen die aktuellen Task Themen, zukünftige Projekte und Aufgaben Verteilungen geplant wurden. Zusätzlich wurden Cross Task Work Groups initialisiert, in denen die Ergebnisse der unterschiedlichen Task Gruppen präsentiert, diskutiert und Erfahrungen geteilt werden konnten. Darunter wurden folgende Arbeitsgruppen gebildet:

- Turbulenz und Windmessung in turbulenten Gebieten
- LIDAR-Windmessung
- Vereisung von Windkraftanlagen und Lösungsansätze
- Gesellschaftliche Auswirkungen von Windkraftanlagen



Abbildung 9 IEA Task 41 Arbeitsgruppe 20.10.2022

Zum Abschluss der IEA – Task Conference wurden 4 Studenten eingeladen Ihre Abschlussarbeit vor den Experten der Task Gruppen zu präsentieren und ihre Ergebnisse mit Spezialisten der Windkraftbranche zu diskutieren. Folgende Arbeiten wurden präsentiert:

- Daniel Österreicher: Untersuchung der zeitabhängigen Turbulenzen bei Kleinwindkraftanlagen: Ein Vergleich mit dem Turbulenzmodell der IEC 61400
- Jake Wood: Factors influencing off-grid wind penetration in isolated Australian regions based on Levelised Cost of Electricity
- Lucas Price: Tilt-induced yaw misalignment of a small wind turbine
- James Hakim: Modelling and control of wind turbines for fast frequency support



Abbildung 10 IEA Task 41 Arbeitsgruppe der Studentenpräsentationen

5.7. Tag der offenen Tür Energieforschungspark Lichtenegg

Am 14. Und 28. Oktober fand der Tag der offenen Tür im Energieforschungspark Lichtenegg statt. Dieser wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Blue Power GmbH geplant und durchgeführt.

Ziel des Tags der offenen Tür war es die Akzeptanz von der Kleinwindkraft in der Bevölkerung zu steigern und neue Interessenten für die Kleinwindkraft zu gewinnen. Den Besucher*innen war es möglich den Energieforschungspark Lichtenegg zu besichtigen und ihre Fragen von den Experten der FHTW und von Blue Power direkt beantworten zu lassen. Primär wurden Fragen zum energetischen Potential einer Kleinwindkraftanlage, zu den Schallemissionen und zur Genehmigung gestellt und bestmöglich beantwortet.

Das Interesse an beiden Tagen war gegeben und es sind über den ganzen Tag verteilt Besucher*innen gekommen und haben sich über die Kleinwindkraft informieren lassen.



Abbildung 11 Tag der offenen Tür Energieforschungspark Lichtenegg

5.8. Erkenntnisse auf internationaler Ebene

Während der fortlaufenden Task Meetings und beim Austausch mit den internationalen Expert:innen hat sich gezeigt, dass sowohl in Österreich als auch in den Partnerländern ähnliche Probleme in der Kleinwindkraftbranche herrschen. Vor allem die IEC 61400 beinhaltet einige Herausforderungen und ist nicht ohne Anpassung auf die Kleinwindkraft anwendbar.

Mitglieder des IEA Wind TCP Task 41 konnten während des International Standard Assessment Forum (ISAF) 2019 einige der Herausforderungen herausarbeiten:

- Falsche Charakterisierung des Windes, der vertikalen Windgeschwindigkeit, des normalen Turbulenzmodells und der Turbulenzintensität an typischen Standorten
- Die Dauer des Langzeittests behindert den Marktzugang und die Innovation
- Die Ergebnisse des Leistungstests führen zu sehr optimistischen Ertragsschätzungen
- Die vereinfachte Belastungsmethode (SLM) ist nicht mit der Turbulenzintensität verknüpft und verfügt nicht über einen Ermüdungslastfall.
- Keine Ermüdungslastfälle, die bekannte anekdotische Ausfälle abdecken, Rotorblatt/Rotor
- Kein spezifisches Berechnungsmodell für vertikalachsige Kleinwindkraftanlagen, welches die Verwendung von aeroelastischen Modellen für typischerweise sehr kleine Turbinen erfordert
- Dynamik und Wechselwirkungen zwischen Turbine und Turm in der Norm nicht ausreichend abgedeckt
- Komplikationen bei den Anforderungen der Norm je nach Turbinengröße

Im Zuge des ISAF wurden die Probleme, der Forschungsbedarf und das konkrete Ziel der oben genannten Herausforderungen erarbeitet und im WP1 D7 und WP1 D9 des Task41 veröffentlicht.

5.9. Publikationen und Veröffentlichungen

Während des Projektes kam es zu zwei Publikationen des österreichischen Task Teams:

Art der Publikation	Masterarbeit von Daniel Österreicher
Titel	Untersuchung der zeitabhängigen Turbulenzen bei Kleinwindkraftanlagen: Ein Vergleich mit dem Turbulenzmodell der IEC 61400
Synopsis	Die Masterarbeit befasst sich mit den zeitabhängigen Turbulenzen im Energieforschungspark Lichtenegg und die Anwendbarkeit des NTM der IEC 61400 auf komplexe Standorte.
Quellenangabe	https://iea-wind.org/task41/t41-publications/

Art der Publikation	Bericht
Titel	Kleinwindreport 2022 – Dezentrale Windenergie in Österreich
Synopsis	Der Kleinwindreport 2022 beschreibt den aktuellen Status der Kleinwindkraft in Österreich. Dabei werden die Erfahrungen der Betreiber, Hersteller und Privatpersonen erfasst und im Bericht zusammengefasst. Weiters wird von aktuellen Forschungsaktivitäten und Tagungen zum Thema Kleinwindkraft berichtet.
Quellenangabe	http://www.energieforschungspark.at/downloads.asp

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die primäre Zielgruppe des Projekts Task 41 waren Forschende und Expert*innen im Themengebiet Kleinwindkraft und die Wissensvermittlung zwischen diesen Akteur*innen. Diese Ergebnisse wurden über unterschiedliche Kommunikationskanäle (z. B.: Online-Meetings, Leitfäden, Vorortbesprechungen im Energieforschungspark Lichtenegg) kommuniziert. Zusätzlich wurden durch Informationsveranstaltungen (Tag der offenen Tür, Informationsveranstaltung bei der Gemeinde Gablitz) ebenfalls Grundlageninformationen sowie neue Erkenntnisse (z. B.: Vibrationsproblematik, Standortbewertung, etc.) an Hersteller*innen und Betreiber*innen weiter gegeben. An die Hersteller*innen und Betreiber*innen wurden die Ergebnisse und Erfahrungen mittels des Experten- und Stakeholder Netzwerks, der IEA Task 41 Konferenz in Wien sowie über persönliche Gespräche kommuniziert.

Die aktuellen Forschungsergebnisse konnten mittels der laufenden IEA-Taskmeetings und der IEA Task Conference Vienna 2022 präsentiert, diskutiert und an die internationalen Kleinwindkraftforschenden vermittelt werden. Einer breiteren Masse wurden diese Ergebnisse über den Bericht „Kleinwindkraftreport 2022 - Dezentrale Windenergie in Österreich“ zugänglich gemacht (Download: <http://www.energieforschungspark.at/downloads.asp>). Aber auch der Tag der offenen Tür im Energieforschungspark Lichtenegg war eine optimale Plattform zur Informationsverteilung von aktuellen Erkenntnissen wie, Methodik zur Standortbewertung, Problematik bei der Genehmigung und Beachtung von Vibrationen und Resonanzen bei Kleinwindkraftanlagen. Firmen und Privatpersonen, welche sich für eine Kleinwindkraftanlage interessieren, haben aktiv die Themen Genehmigung, Errichtung sowie Ertrag abgefragt und Expert*innen vor Ort konnten hier nützliche Informationen aus dem Task 41 weitergeben. Zusätzlich wurden rund 50 Personen pro Jahr über E-Mail-Anfragen von zwei Experten der FHTW betreut und deren Fragen beantwortet.

Ebenso wurden Messdaten des Energieforschungspark Lichtenegg an interessierte Forschende zur Erweiterung der Winddatensets weitergegeben.

Mittels der im Projekt gewonnen Ergebnisse und verknüpften Expertennetzwerke konnte die Sichtbarkeit der österreichischen F&E Aktivitäten national (Medienberichte) und international (Experten*innen-Gremien) verstärkt werden. Speziell im Themengebiet Standortbewertung und Vibrationen bei Kleinwindkraftanlagen hat sich Österreich als Partner für den Informationsaustausch mit Expert*innen aus den USA etabliert. Es konnten alle Zielgruppen (Expert*innen, Interessierte, Entscheidungsträger*innen) auf den unterschiedlichen Kommunikationswegen erreicht werden und über die aktuellen Erkenntnisse zum Thema Kleinwindkraft in Österreich informiert werden. Durch die Steigerung der Sichtbarkeit der F&E Aktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft konnte eine erhöhte Anzahl an Anfragen von Privatpersonen sowie von Entscheidungsträger*innen verzeichnet werden.

Durch den aktiven Austausch mit internationalen Experten wurde neben einem Informationsaustausch von Wissen und Daten auch die Basis für die Zusammenarbeit in zukünftigen Kleinwindkraftprojekten geschaffen. Die im Task41 gewonnen Ergebnisse konnten genutzt werden, um die Qualitätssicherung und den Aufbau des noch kleinen Kleinwindkraftmarktes in Österreich zu unterstützen bzw. Anstöße zur Anpassung der derzeit gültigen Norm EN 61400-2 zu geben.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Durch Task41 und den fortlaufenden Erfahrungs-, Ergebnis- und Datenaustausch konnten wertvolle Informationen für die zukünftige Entwicklung von Kleinwindkraftanlagen in Österreich gewonnen werden. Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Wissensplattform IEA Task 41 waren präzise Standortbewertungen, vereinfachte Genehmigungsprozesse, die Notwendigkeit von mehr Datenmaterial (Winddaten, Ertragsdaten), die Beachtung von Vibrationen bei der Prototypentwicklung von Kleinwindkraftanlagen, nicht für Kleinwindkraft angepasste Normen sowie fehlender Informationstransfer zu Entscheidungsträger*innen und Interessierten. Im Bereich Standortbewertung konnte durch die Online-Workshops ein gezieltes Tool zu Bewertung von Standorten entwickelt werden, welches eine erste Entscheidungshilfe für oder gegen die Installation einer Kleinwindkraftanlage liefert. National wie international war man sich einig, dass solche Standortbewertungen entscheidend für den Erfolg der Technologie sind. In Bezug zur Genehmigung konnten großen Parallelen zu anderen Ländern gezogen werden. In Österreich ist der Genehmigungsprozess größtenteils nicht vereinheitlicht, was vor allem an fehlendem Bewusstsein liegt. Im Expert*innen-Gremium war man sich einig, dass vereinfachte und kostengünstige Vibrationsmessungen bei Kleinwindkraftprototypen erforderlich sind, um Schäden bzw. Personengefährdungen zu vermeiden. Es hat sich herausgestellt, dass Datenmaterial zum Teil in guter Qualität vorhanden ist, jedoch der Zugang nicht niederschwellig genug ist oder in manchen Gebieten nicht ausreichend Messdaten vorhanden sind. Ein dichteres Netzwerk an z. B. Windmessdaten ist hier ebenfalls ein Schlüssel zum Erfolg der Kleinwindkraft. Zuletzt erschweren aufwendige und teure Untersuchungen nach Norm die Innovation von Kleinwindkraftanlagen, weshalb vereinfachtere Normen/Testverfahren, bei gleichen Sicherheitsstandards in mehrheitlicher Expert*innen-Meinung ein Schlüssel zum Erfolg der Technologie sind.

Mit Abschluss des Projektes wird die Fachhochschule Technikum Wien weiter Ergebnisse in Form von Disseminationsarbeit im IEA Task41 publizieren, jedoch als externe Teilnehmerin.

Als Empfehlung für die österreichische FTI-Politik lässt sich ableiten, dass solch internationale Zusammenarbeit einen großen Mehrwert mit sich bringen, sowohl in der Erweiterung des Expert*innen-Netzwerkes als auch im Erfahrungs- und Datenaustausch. Speziell für die österreichische Kleinwindplattform „Energieforschungspark Lichtenegg“ ist die Vernetzung eine wichtige Informationsquelle und die internationale Bekanntheit ein Garant für einen Aufbau des Kleinwindmarkts in Österreich.

Literaturverzeichnis

Donnou, H., Aristide, A., Houngue, G., Kounouhewa, B., 2020, Assessment of IEC Normal Turbulence Model and Modelling of the Wind Turbulence Intensity for Small Wind Turbine Design in Tropical Area: Case of the Coastal Region of Benin. International Journal of Renewable Energy Development, Band 9, Nummer; 263–286

Hau, E., 2014. Windkraftanlagen - Grundlagen Technik Einsatz Wirtschaftlichkeit. Krailling: Springer Vieweg.

Reiterer, D., 2014. Kleinwindkraft - Ein Leitfaden zur Planung und Umsetzung, Wien: Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie NÖ-Wien.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ein Vergleich der Turbulenzintensität im Energieforschungspark Lichtenegg mit steigender Windgeschwindigkeit und dem NTM der IEC61400, Messhöhe 19 m.....	15
Abbildung 2 Messmasten SWP@H.....	16
Abbildung 3 Ergebnisse MP2.....	17
Abbildung 4 Leistungskennlinie Kleinwindkraftanlage (veritkalachsiger Darriues-Rotor).....	17
Abbildung 5: Messergebnisse und Visualisierung der Strömung (Leonhartsberger, et al., 2022).....	18
Abbildung 6 Vibrationsentkopplungseinheit.....	20
Abbildung 7 Turbulenter Bereich hinter Hindernissen (Reiterer, 2014).....	22
Abbildung 8 Beispiel Campbell Diagramm	23
Abbildung 9 IEA Task 41 Arbeitsgruppe 20.10.2022	25
Abbildung 10 IEA Task 41 Arbeitsgruppe der Studentenpräsentationen	26
Abbildung 11 Tag der offenen Tür Energieforschungspark Lichtenegg	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick der berechneten Jahresenergieerträge für eine im Projekt untersuchte KWEA und Montagearten (Leonhartsberger, et al., 2022)	19
Tabelle 2: Faktoren zur Standortbewertung (Reiterer, 2014).....	21
Tabelle 3: Orographie abhängige Rauigkeitslänge und Zusammenhang mit der Höhe (Hau, 2014)..	21

Abkürzungsverzeichnis

KWEA	Kleinwindenergieanlage
SWP@H	SmallWindPower@Home
SW4C	SmallWind4Cities

A large, light blue geometric shape, resembling a right-angled triangle or a trapezoid, is positioned on the right side of the page. It has a vertical right edge and a horizontal top edge, with a diagonal line connecting the top-left corner to the bottom-right corner.

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

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

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