

IEA Windenergie Task 27: Einsatz von Kleinwindkraftanlagen in Gebieten mit turbulenten Strömungsbedingungen

Arbeitsperiode 2018 - 2019

K. Leonhartsberger,
M. Peppoloni, A. Hirschl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

65/2019

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

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA Windenergie Task 27: Einsatz von Kleinwindkraftanlagen in Gebieten mit turbulenten Strömungsbedingungen

Arbeitsperiode 2018 - 2019

Kurt Leonhartsberger MSc., Mauro Peppoloni MSc.,
Alexander Hirschl MSc.
Technikum Wien GmbH

Wien, April 2019

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 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 Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	8
2	Abstract	9
3	Ausgangslage	10
	3.1. Ausgangssituation und Motivation	11
4	Projekthalt	18
5	Ergebnisse	21
	5.1. Mitgestaltung der Task 27 Aktivitäten	21
	5.2. Fortführung der Kleinwindkrafttagung mit internationaler Beteiligung in Österreich.....	23
	5.3. Fortführung Arbeitsgruppe „Kleinwindkraft Österreich“	25
	5.4. Laufende Innovationsimpulse und Initiierung neuer Forschungsprojekte	25
	5.5. Nationale Dissemination internationaler Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft	26
	5.6. Erstellung des Kleinwindkraftreports 2018	27
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	33
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	35
	7.1. Empfehlungen:	36
8	Anhang	43

1 Kurzfassung

Kleinwindenergieanlagen (KWEA) entwickeln sich zusehends zu einer weiteren Option im Bereich der Erneuerbaren Energie. Die neue EU Gebäuderichtlinie mit der Forderung nach „nearly zero energy“ Gebäuden, aber auch generelle Diskussion über lokale Stromerzeugung - vor allem im urbanen Raum - geben der Kleinwindkraft neue Perspektiven, denn neben der Photovoltaik stellt die Kleinwindkraft eine der wenigen Möglichkeiten dar, auch in dicht bebauten Gebieten sowie im städtischen Umfeld umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen. Gemeinsam mit dem immer stärker werdenden Wunsch nach privater Energieautonomie führt dieser Umstand dazu, dass KWEA vermehrt auch in den Fokus privater Haushalte rücken und zunehmend auch in dicht besiedelten Gebieten bzw. im Stadtgebiet auf oder in unmittelbarer Nähe zu Ein- und Mehrfamilienhäusern errichtet werden. Um jedoch zukünftig eine Marktdurchdringung ähnlich jener der Photovoltaik zu ermöglichen sind noch einige Herausforderungen zu lösen.

Die ExpertInnen des IEA Wind Task 27 setzen sich daher seit 2008 mit unterschiedlichen Problemstellungen im Bereich der Kleinwindkraft auseinander. Neben der Entwicklung eines international anerkannten Gütesiegels für Kleinwindenergieanlagen (KWEA) zur Sicherstellung der Qualität, Zuverlässigkeit, Sicherheit und Performance beschäftigen sich die ExpertInnen des IEA Wind Task 27 schwerpunktmäßig mit dem Einsatz von Kleinwindkraftanlagen in komplexer Umgebung mit hohen Turbulenzintensitäten.

Mit dem Ziel die österreichischen Stakeholder im Bereich der Kleinwindkraft an internationale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten anzubinden, ist Österreich seit 2013 durch die Fachhochschule Technikum Wien im IEA Wind Task 27 vertreten. Neben der aktiven Teilnahme an den Meetings und den Beiträgen zum Arbeitsprogramm der internationalen Arbeitsgruppe wurden im Rahmen der Mitarbeit der FH Technikum Wien folgende nationale Aktivitäten durchgeführt:

- Organisation einer jährlichen Kleinwindkrafttagung mit internationaler Beteiligung in Österreich
- Initiierung einer Arbeitsgruppe „Kleinwindkraft Österreich“ zur Sicherstellung eines laufenden Informationsaustauschs sowie einer dauerhaften Vernetzung mit über 25 teilnehmenden Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen
- Laufende Innovationsimpulse durch Vernetzung der nationalen Stakeholder und Initiierung neuer Forschungsprojekte
- Erstellung eines Entwurfs für einen nationalen Anforderungskatalog für die Zertifizierung von Kleinwindkraftanlagen im urbanen Raum
- Nationale Dissemination internationaler Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft
- Erstellung eines jährlich erscheinenden Kleinwindkraftreports über den Stand der Kleinwindkraft in Österreich

Die aktive Mitarbeit der Technikum Wien GmbH im IEA Wind Task 27 ermöglicht die Anbindung der österreichischen Kleinwindkraft-Community an internationale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft. Die Gründung einer nationalen Arbeitsgruppe Kleinwindkraft sowie die Organisation einer jährlichen Kleinwindtagung in Österreich stellen eine dauerhafte Vernetzung der österreichischen Kleinwindkraft-Akteure sicher und der wechselseitige Erfahrungsaustausch mit nationalen und internationalen ExpertInnen sorgt für neue Impulse.

2 Abstract

Small Wind Turbines (SWT) rapidly become an additional option in the field of renewable energy. The new EU directive claiming nearly zero energy" buildings as well as general discussions regarding local electric energy supply – especially in urban areas – give Small Wind Turbines new perspectives. SWT represent one of the few alternatives to Photovoltaics to produce eco-friendly electric energy in urban areas and densely built environment. Together with the growing desire for energy autonomy in the private sector, this circumstance brings SWT into the spotlight. In deed SWT are seen more and more often in the built environment installed on or nearby single or multi family houses. In order to achieve a similar market penetration to photovoltaics, many challenges still need to be tackled.

The experts of the IEA Task 27 therefore work on different aspects regarding small wind energy. Alongside the development of an international label attesting the quality, reliability, performance and safety of small wind turbines, the group tackles the application of small wind turbines in highly turbulent and complex sites.

Aiming at tethering the Austrian small wind energy stakeholders to the international research and development activities, Austria is represented in the IEA Task 27 since 2013 through the Technikum Wien GmbH. Alongside the active collaboration in meetings and activities of the international work group, the following national activities have been conducted:

- Organisation of an annual Small Wind Conference with international participation
- Initiation of the work group „Kleinwindkraft Österreich“ in order to guarantee the ongoing exchange of information as well as active networking between the over 30 participants of the work group.
- Ongoing creation of new ideas through networking between national stakeholders and initiation of new research projects
- Development of a draft of a national catalogue for certification of requirements for SWT in urban areas
- National dissemination of international research and development activities regarding small wind energy
- Compilation of an annual small wind report including the current stand of small wind energy in Austria

The active collaboration of the Technikum Wien GmbH allows the Austrian small wind community to follow the international research and development activities. The foundation of a national work group as well as the organisation of an annual small wind conference in Austria guarantees a lasting networking of the Austrian community. It also allows for an exchange of experiences with the international small wind community and generates new ideas.

3 Ausgangslage

Definition: Für den Begriff „Kleinwindkraft“ gibt es keine exakte Definition in der Fachliteratur. Laut IEC 61400-12-1 Anhang H werden Windkraftanlagen als Kleinwindenergieanlagen (KWEA) bezeichnet, wenn die vom Rotor überstrichene Fläche kleiner als 200 m² ist und die Spannung unter 1.000 V (bei Wechselspannung) bzw. 1.500 V (bei Gleichspannung) beträgt. Dazu zählen in der Regel alle Windkraftanlagen mit einer Generatorleistung kleiner 50 kW. (OVE/ON 2011)

Jedoch haben viele Länder und Verbände eigene Definitionen für den Begriff KWEA. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Definitionen in den ausgewählten Kleinwindmärkten. In Österreich gibt es keine einheitliche Definition, jedoch erfolgt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Unterteilung in die folgenden 3 Kategorien:

- Kategorie 1: bis 2 m² (Nennleistung < 0,5 kW)
- Kategorie 2: bis 60 m² (Nennleistung < 15 kW)
- Kategorie 3: bis 200 m² (Nennleistung < 50 kW)

Technik: Grundsätzlich unterscheidet man bei KWEA zwischen Anlagen mit vertikaler Drehachse (Vertikalläufer, kurz VAWT) und Anlagen mit horizontaler Drehachse (Horizontalläufer, HAWT).

Nicht nur im Bereich der Großwindkraft sondern auch im Bereich der Kleinwindkraft sind Anlagen mit horizontaler Drehachse die dominierende Bauform. Im Vergleich zur Großwindkraft, wo über 90 % der Anlagen als Horizontalläufer mit 3 Rotorblättern ausgeführt sind, sind im Bereich der Kleinwindkraft unterschiedliche Ausführungen am Markt erhältlich, wie in Abbildung 1 ersichtlich.



Abbildung 1: Ausgewählte in Österreich erhältliche Horizontalläufer

Während sich die Horizontalläufer meist durch die Anzahl der Rotorblätter unterscheiden, existieren bei Vertikalläufern eine Vielzahl unterschiedlicher Ausführungen, wie in Abbildung 2 ersichtlich.

Bei Horizontalläufern handelt es sich in der Regel immer um Auftriebsläufer, bei Vertikalläufern unterscheidet man zwischen Auftriebsläufer und Widerstandsläufer. Auftriebsläufer nutzen dabei

den aerodynamischen Auftrieb aus, Widerstandsläufer arbeiten hingegen nach dem Widerstandsprinzip.



Abbildung 2: Ausgewählte in Österreich erhältliche Vertikalläufer

Vertikalläufer haben den Vorteil, dass sie windrichtungsunabhängig funktionieren, sprich den Wind unabhängig von seiner Richtung direkt nutzen können. Horizontalläufer müssen dagegen entweder mittels einer Nachführautomatik oder einer Windfahre gezielt nachgeführt werden.

Weiterführende Informationen dazu sind unter anderem in den folgenden Berichten zu finden:

- Kleinwindkraft – Ein Leitfaden zur Planung um Umsetzung (AEE NÖ-Wien 2014)
- Kleinwindkraft-Marktreport – Die besten Kleinwindkraftanlagen in Deutschland (Jüttemann 2016)
- Kleinwindkraftreport Österreich 2015, 2016 und 2018 (Fachhochschule Technikum Wien) verfügbar unter <https://www.technikum-wien.at/kleinwindkraftreport/>

3.1. Ausgangssituation und Motivation

Kleinwindenergieanlagen (KWEA) entwickeln sich zusehends zu einer weiteren Option im Bereich der Erneuerbaren Energie. Die neue EU Gebäude Richtlinie mit der Forderung nach „nearly zero energy“ Gebäuden, aber auch generelle Diskussion über lokale Stromerzeugung - vor allem im urbanen Raum - geben der Kleinwindkraft neue Perspektiven, denn neben der Photovoltaik stellt die Kleinwindkraft eine der wenigen Möglichkeiten dar, auch in dicht bebauten Gebieten sowie im städtischen Umfeld umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen. Gemeinsam mit dem immer stärker werdenden Wunsch nach privater Energieautonomie führt dieser Umstand dazu, dass KWEA vermehrt auch in den Fokus privater Haushalte rücken und zunehmend auch in dicht besiedelten Gebieten bzw. im Stadtgebiet auf oder in unmittelbarer Nähe zu Ein- und Mehrfamilienhäusern errichtet werden.

Internationale Marktentwicklung

Laut World Wind Energy Association (WWEA) waren Ende 2015 bereits knapp 991.000 KWEA weltweit installiert (ca. 948 MW Leistung), wobei davon knapp 56.000 KWEA bzw. 118 MW im Jahr 2015 errichtet wurden. Im Vergleich zu den Vorjahren ergab dies eine prozentuelle Steigerung von 5 % bezogen auf die Anzahl der installierten Anlagen bzw. 14 % bezogen auf die installierte Leistung (WWEA 2017).

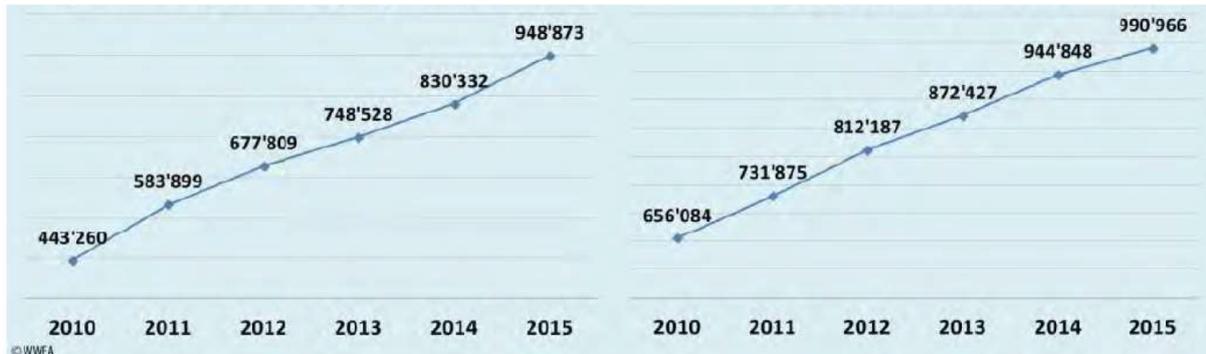


Abbildung 3: Installierte Gesamtleistung (links) sowie Anzahl (rechts) der weltweit in Betrieb befindlichen KWEA von 2010 bis 2015 (WWEA 2017)

Die World Wind Energy Association erwartet binnen der nächsten Jahre ein Wachstum, das mit der Entwicklung der Photovoltaik in der jüngsten Vergangenheit vergleichbar sein wird. Speziell die dynamische Entwicklung der Märkte in China, den USA und Großbritannien in den letzten Jahren bestätigen diesen Trend. (WWEA 2017). Gemeinsam zeichnen diese drei Länder für über 90 % der installierten KWEA bzw. über 80 % der weltweit installierten Kleinwindkraft-Leistung verantwortlich. Mit knapp 42 % der weltweit installierten Gesamtleistung nimmt China die Spitzenposition ein, gefolgt von der USA mit knapp 17 %.

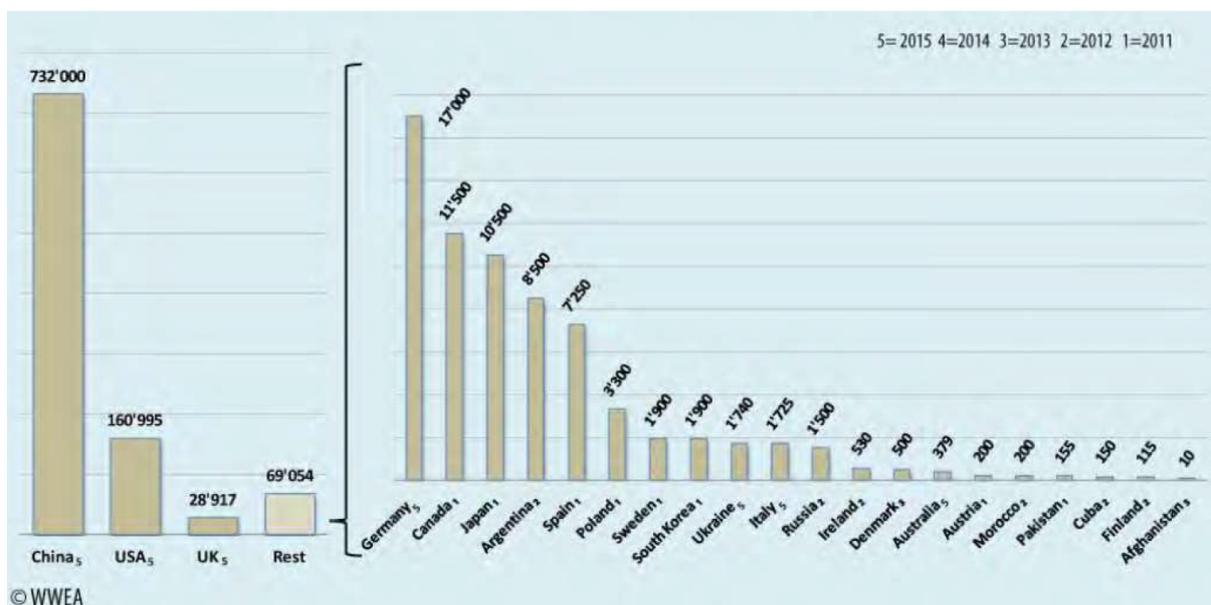


Abbildung 4: Anzahl der Ende 2015 weltweit in Betrieb befindlichen KWEA (WWEA 2017)

Innerhalb der EU hat Kleinwindkraft in Großbritannien ihre größte Verbreitung: Insgesamt sind über 28.900 KWEA mit einer Gesamtleistung von über 146 MW installiert. Etwas über 2.500 Anlagen davon

sind auf Gebäuden installiert, wobei mit 1.054 installierten Anlagen der Höhepunkt 2007 erreicht wurde.

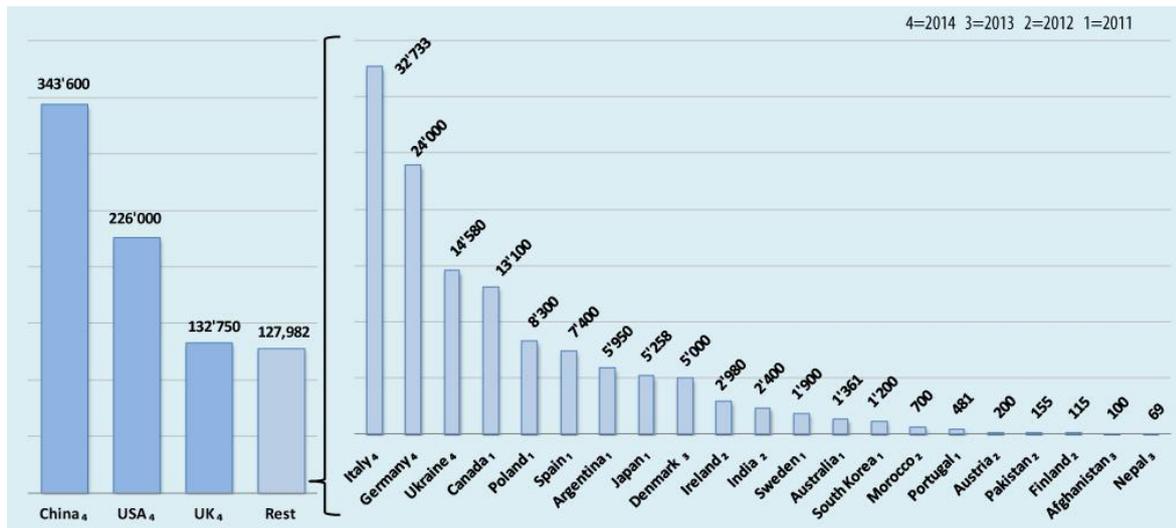


Abbildung 5: Gesamtleistung der Ende 2014 weltweit in Betrieb befindlichen KWEA (WWEA 2017)

Lag die durchschnittliche Anlagengröße im Jahr 2010 noch bei 0,66 kW, betrug diese Ende 2014 bereits 0,87 kW. Während die durchschnittliche Nennleistung einer KWEA Ende 2014 in China 0,5 kW beträgt, liegt diese in den USA bei etwa 1,5 kW und in Großbritannien sogar bei 4,7 kW.

Während die KWEA-Technologie in Ländern wie China, den USA und in UK bereits in großer Anzahl umgesetzt wurde, ist die Anzahl der in Österreich installierten Anlagen noch verhältnismäßig gering. Ende 2015 waren in Österreich insgesamt 327 KWEA mit einer Gesamtleistung von 1.533,1 kW in Betrieb.

In den letzten Jahren ist das Interesse an Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in Österreich 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. Interessensvertretungen und EnergieversorgerInnen verzeichnen jedoch nicht nur eine deutlich steigende Anzahl von Anfragen für Anlagen im ländlichen Raum, sondern auch für KWEA in besiedelten Gebieten, wo aufgrund der Forderung nach „nearly zero energy“ Gebäuden in der neuen EU-Gebäuderichtlinie die urbane Kleinwindkraft als eine interessante Stromerzeugungsmöglichkeit angesehen wird.

Problemstellung / Herausforderungen

ExpertInnen sind sich einig, dass im Bereich der Kleinwindkraft eine hohe nationale Wertschöpfung möglich erscheint, da Planung (z. B. Windmessungen vor Ort über einen längeren Zeitraum) und Errichtung sowie der Betrieb (z. B. regelmäßige Wartungen) einer KWEA zeitaufwändig sind und räumliche Nähe erfordern. Anders als im Bereich der Großwindkraft gibt es in Österreich auch mehrere HerstellerInnen von Kleinwindkraftanlagen z. B. Schachner Wind GmbH oder Mischtechnik Hoffmann & Partner GmbH. Darüber hinaus steigt die Anzahl österreichischer Unternehmen, die sich mit dem Vertrieb sowie der Planung, Errichtung und Wartung von Kleinwindkraftanlagen beschäftigen und den österreichischen Markt bedienen.

Um jedoch zukünftig eine Marktdurchdringung ähnlich jener der Photovoltaik zu ermöglichen sind noch einige Herausforderungen zu lösen, darunter

- Mangelnde Qualität und Sicherheit der Anlagen durch fehlende Zertifizierung
- Unzuverlässige Herstellerangaben hinsichtlich der Leistung
- Marktintransparenz
- Uneinheitliche Genehmigungsbedingungen und fehlende Erfahrungen der Baubehörde erster Instanz (Gemeinden).

Vor allem die Tatsache, dass aufgrund fehlender, verpflichtender Qualitäts- und Leistungstests nach wie vor minderwertige, nicht funktionierende KWEA am Markt sind, ist einer der größten Schwachpunkte der Kleinwindkraft in Österreich. Dass nicht alle am Markt erhältlichen Anlagen die Anforderungen an Qualität, Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit erfüllen, zeigen Untersuchungen im Energieforschungspark Lichtenegg. Im Projekt „Kleinwindkraftanlagen“ wurden 13 KWEA untersucht und vermessen. Weniger als die Hälfte der getesteten Anlagen konnte die auf Basis der Leistungskurve der Hersteller berechneten Erträge annähernd erreichen (Warmuth 2014).

Diese Erfahrungen zeigen wie wichtig es ist, dass die Qualität, Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit von einer unabhängigen Prüfeinrichtung überprüft bzw. sichergestellt wird. Für freistehende Anlagen gibt es mittlerweile mehrere Gütesiegel und Standards (z. B. AWEA Standard, BWEA Standard, Danish Requirement, JSWTA0001,...), die sich jeweils auf die 61400er Normenreihe beziehen. Mit dem Energieforschungspark Lichtenegg verfügt Österreich mittlerweile über eine entsprechende Mess- und Prüfinfrastruktur für KWEA für die Prüfung und Zertifizierung von KWEA. Mangels Verpflichtung und aufgrund der verhältnismäßig hohen Kosten lassen jedoch nur weniger Hersteller ihre KWEA nach einem Standard zertifizieren. Spezielle Anforderungen (z. B. Vibrationen und Schwingungen), die durch die Montage von KWEA auf Gebäuden entstehen, werden dabei nicht berücksichtigt.

Die österreichische Forschungsszene befasst sich seit einigen Jahren intensiv mit dem Thema Kleinwindkraft und liefert wertvolle Erkenntnisse für die weitere Entwicklung dieser Technologie. Mehr als 10 wissenschaftliche Einrichtungen haben sich – meist gemeinsam mit verschiedenen UnternehmenspartnerInnen - in den letzten Jahren im Rahmen öffentlich geförderter Forschungsprojekte mit unterschiedlichen Fragestellungen im Bereich der Kleinwindkraft beschäftigt.

Nationale Vorarbeiten und Forschungsaktivitäten

Die folgende Auflistung ausgewählter nationaler Forschungsprojekte verdeutlicht die Bandbreite der österreichischen Kleinwindkraftforschung und ermöglicht einen Überblick über die beteiligten Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen in diesem Bereich:

SmallWindPower@Home – Evaluierung der Auswirkungen von gebäudemontierten Kleinwindenergieanlagen (KWEA) auf Performance, Personen, Gebäude und Umgebung (FFG-Nummer: 854638, Laufzeit 01.01.2017 bis 31.12.2019, Fördergeber: BMVIT, Programm: Stadt der Zukunft), ProjektpartnerInnen: Fachhochschule Technikum Wien (Projektleitung), Energiewerkstatt

Verein, Solvento energy consulting GmbH, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Duer Solutions GmbH

Kleinwindenergieanlagen (KWEA) rücken vermehrt auch in den Fokus privater Haushalte und zunehmend auch in dicht besiedelten Gebieten. Mangels Erfahrungswerten wird jedoch dabei oftmals der Einfluss der Umgebung auf die Performance der Anlage vernachlässigt. Geringe Erträge bzw. häufige Störungen und Defekte sind unter anderem die Folgen dieser Planungsfehler. Darüber hinaus müssen auch sicherheitstechnische Aspekte sowie die unmittelbaren Auswirkungen der KWEA auf das Gebäude, dessen BewohnerInnen sowie die bewohnte Umgebung berücksichtigt werden. Um diese Aspekte bei zukünftigen Planungen berücksichtigen zu können, wurden im Zuge dieses Projekts 3 am Markt verfügbare KWEA unterschiedlicher Technologie (Savonius Vertikalläufer, Darrieus-Helix Vertikalläufer, 2-Blatt Horizontalläufer) auf einem Gebäude montiert und unter Berücksichtigung verschiedener Dachaufbauten im Praxisbetrieb messtechnisch untersucht.

Urbane Windenergie - Entwicklung von Beurteilungsmethoden für den Einsatz von Kleinwindenergieanlagen in urbaner Umgebung (FFG-Nummer: 845184, Laufzeit 01.10.2014 bis 31.09.2017, Fördergeber: BMVIT, Programm: Stadt der Zukunft), ProjektpartnerInnen: FH Technikum Wien (Projektleitung), Energiewerkstatt, Solvento Energy Consulting GmbH, Universität für Bodenkultur, Austrian Institute of Technology, AEE NÖ/Wien, ZAMG
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/urbane-windenergie-entwicklung-von-beurteilungsmethoden-fuer-den-einsatz-von-kleinwindenergieanlagen-in-urbaner-umgebung.php>

Im Rahmen des nationalen Forschungsprojektes „Urbane Windenergie“ wurde ein Standort-Bewertungsschema für die Errichtung von KWEA im urbanen Raum entwickelt. Dazu wurden ein Vertikal- und ein Horizontalläufer sowohl an einem urbanen Standort mit hoher Turbulenzintensität (ENERGYbase in Wien, Floridsdorf) als auch an einem ländlichen Teststandort mit geringen Turbulenzen (Energieforschungspark Lichtenegg) vermessen sowie diverse Untersuchungen durchgeführt. Parallel dazu erfolgte eine umfassende mess- und simulationstechnische Charakterisierung der turbulenten Windverhältnisse am gewählten urbanen Standort, auf Basis derer die Auswirkungen von turbulenten Strömungsbedingungen auf die Performance (Ertrag, Lebensdauer,...) von KWEA analysiert wurden.

Kleinwindkraftanlagen - Qualitätssicherung, Netzeinbindung, Geschäftsmodelle und Information (FFG-Nr. 829731, Laufzeit 01/10/2010 bis 31/05/2014, Fördergeber: Klima- und Energiefonds), ProjektpartnerInnen: ÖGUT (Projektleitung), AEE NÖ/Wien, EVN AG, Energiewerkstatt, Fachhochschule Technikum Wien, Solvento Energy Consulting GmbH, WICON Engineering GmbH

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Kleinwindkraftanlagen“ wurde gezeigt, dass nicht alle am Markt erhältlichen KWEA die Anforderungen an Qualität, Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit erfüllen. Dazu wurden 13 Kleinwindkraftanlagen im Energieforschungspark Lichtenegg hinsichtlich Qualität, Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit getestet und untersucht. Aufbauend auf den Projektergebnissen wurde ein Leitfaden für die Planung und Umsetzung von KWEA für zukünftige BetreiberInnen und Interessierte erarbeitet und veröffentlicht. Damit wurde ein wertvoller Beitrag für die Verbreitung der Kleinwindkraft im deutschsprachigen Raum geleistet. Auch international konnte ein großes Interesse an diesem Leitfaden verzeichnet werden. Nähere Informationen sowie der

Projektendbericht sind unter folgendem Link verfügbar:
<http://energieforschungspark.at/download/BGR0062014EEneueEnergien2020.pdf>

IPPONG: Detaillierte Vermessung von Strömungsverhältnissen um Gebäude im verbauten Gebiet (FFG-Nr. 821910, abgeschlossen), ProjektpartnerInnen: AEE NÖ/Wien (Projektleitung), Austrian Institute of Technology, Silent Future Tec

Im Rahmen dieses Projekts wurden mittels numerischer Strömungsmechanik (CFD) die dreidimensionalen Strömungsfelder um Gebäudekonfigurationen anhand vier Variationen, die sich hinsichtlich Dachneigung und Gebäudeabstand unterscheiden, berechnet. Die Ergebnisse der Simulation wurden mit Windmesswerten verglichen, wodurch Aussagen über die optimale Position von KWEA möglich werden.

STEP-A - Untersuchung des technologischen und ökonomischen Potenzials von Kleinwindenergieanlagen in bewohnten Gebieten in Österreich (FFG-Nr. 825371, abgeschlossen, Fördergeber: Klima- und Energiefonds, Programm: Neue Energien 2020), ProjektpartnerInnen: AEE NÖ/Wien (Projektleitung), Austrian Institute of Technology, Denkstatt GmbH

Das Ziel dieses Projekts war es, das Potenzial von KWEA als ökologisch, ökonomisch und technologisch nachhaltige Energiequelle zu untersuchen. Dies wurde durch eine detaillierte Analyse der rechtlichen, technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, die bisher die weitere Verbreitung von KWEA in urbanen Gebieten verhindern, bewerkstelligt.

SmallWindAcademy - Kompetenzaufbau im Bereich Planung und Errichtung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in besiedelten Gebieten (FFG-Nummer 872508, abgeschlossen), ProjektpartnerInnen: FH Technikum Wien, Autocom Rental & Trading GmbH, BLUEPOWER GmbH, GRA-MA, HSG Hybrid Strom GmbH, Stromwerkstatt GmbH, VB-LifeManagement KG

Mangels verfügbarer Aus- und Weiterbildungsangebote entwickelte das Konsortium eine zeitlich begrenzte, zukunftsorientierte und maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahme zur Planung und Errichtung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in besiedelten Gebieten. Ziel war es, den Unternehmen umfassendes, spezifisches Wissen - unter anderem aus noch laufenden Forschungsprojekten - in Theorie und Praxis zu vermitteln und ihnen damit ein grundlegendes Verständnis für dieses komplexe und interdisziplinäre Themenfeld zu ermöglichen. Neben der klassischen, interaktiv gestalteten Wissensvermittlung erhielten die TeilnehmerInnen in Zusammenarbeit mit dem Energieforschungspark Lichtenegg darüber hinaus die Möglichkeit das erlernte Wissen unter kontrollierten Bedingungen in der Praxis anzuwenden und damit dauerhaft zu verankern. Damit leistete das Qualifizierungsseminar einen entscheidenden Beitrag die Kleinwindkraft in Österreich langfristig und mit entsprechender Qualität zu etablieren und deren Potenzial zu erschließen. Um die erarbeiteten Inhalte dauerhaft und für alle interessierten Unternehmen verfügbar zu machen, wird die entwickelte Ausbildung über das Projektende hinaus über die Technikum Wien Academy angeboten (<https://academy.technikum-wien.at/smallwindtechnology>).

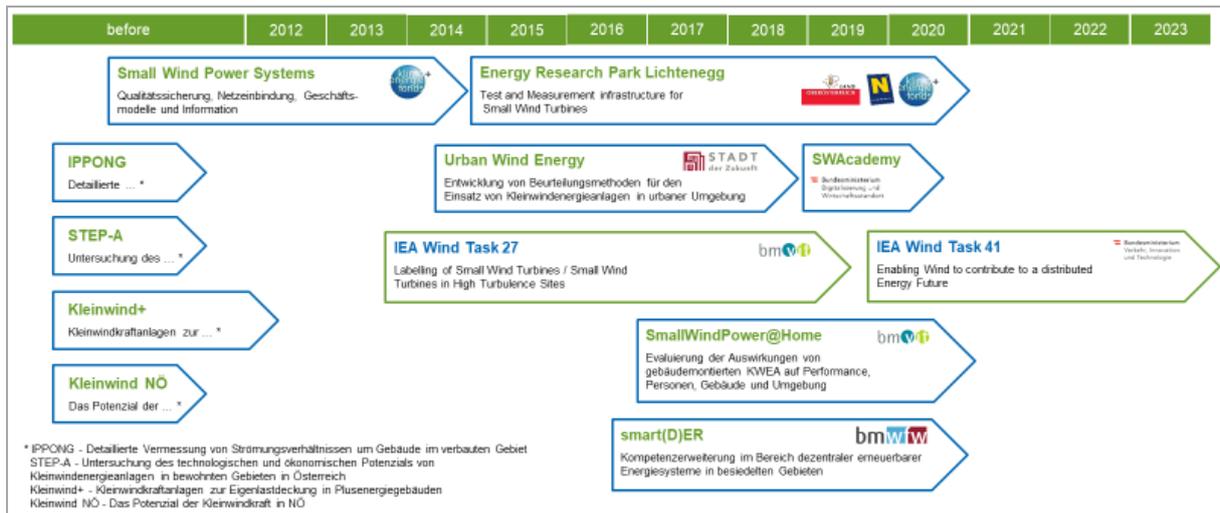


Abbildung 6: Überblick über nationale Vorarbeiten und Forschungsaktivitäten ab 2012 in Österreich (eigene Darstellung)

4 Projektinhalt

Die ExpertInnen des IEA Wind Task 27 setzen sich seit 2008 mit unterschiedlichen Problemstellungen im Bereich der Kleinwindkraft auseinander. Neben der Entwicklung eines vereinfachten Zertifizierungsverfahrens für Kleinwindkraftanlagen um Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit von Kleinwindkraftanlagen dauerhaft sicher zu stellen, beschäftigen sich die internationalen ExpertInnen seit 2013 schwerpunktmäßig mit dem Einsatz von Kleinwindkraftanlagen in Gebieten mit turbulenten Strömungsbedingungen, wie sie vor allem in dicht bebauten Gebieten vorherrschen.

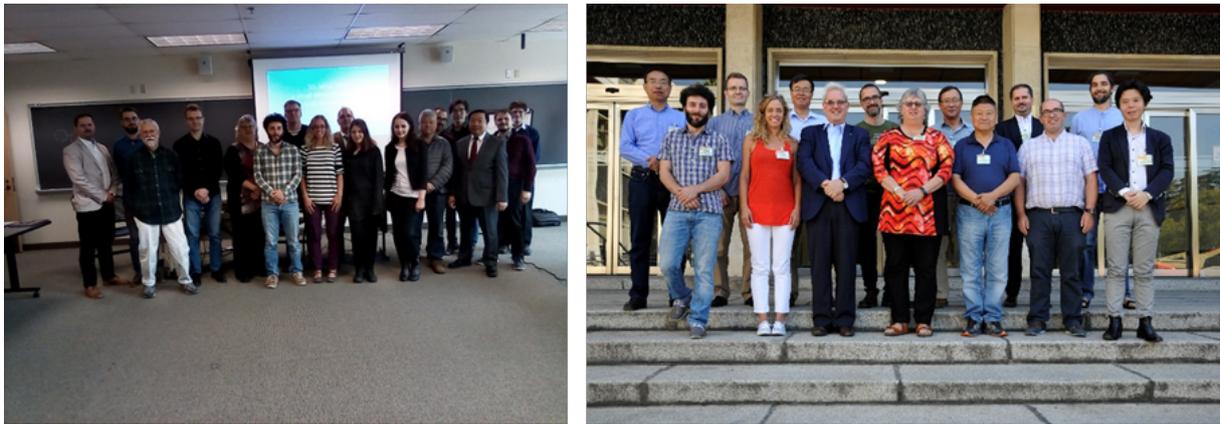


Abbildung 7: Gruppenfoto des Task 27 Meeting in Minneapolis, USA (links) und in Madrid, Spanien (rechts) © FH Technikum Wien

Neben Österreich beteiligen sich ExpertInnen aus den folgenden Ländern an der internationalen Arbeitsgruppe:

- Belgien (University of Brussels)
- China (Chinese Wind Energy Association)
- Dänemark (Danmarks Tekniske Universitet)
- Irland (Dundalk Institute of Technology)
- Italien (University of Trento)
- Japan (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)
- Korea (Korean Institute for Energy Research)
- Polen (Lodz University)
- Spanien (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)
- Taiwan (Taiwan Small and Medium Wind Association)
- USA (National Renewable Energy Laboratory)

Darüber hinaus beteiligen sich weitere ExpertInnen aus anderen Ländern (z. B. Argentinien, Deutschland,...) an den Aktivitäten des Task 27.

Im Zuge der Zusammenarbeit werden folgende Ziele verfolgt:

- Ziel 1: Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Standortbestimmung und Errichtung von KWEA in Gebieten mit hohen Turbulenzintensitäten (z. B. im Stadtgebiet, auf oder in der Nähe von Gebäuden, in Gebieten mit starkem Bewuchs)
- Ziel 2: Mitarbeit bei der Weiterentwicklung der bestehenden Normen im Bereich der Kleinwindkraft (z. B. IEC 61400-2), insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung von Gebieten mit hohen Turbulenzintensitäten sowie die damit verbundenen zusätzlichen oder geänderten Anforderungen an KWEA
- Ziel 3: Vergleich der Leistungsfähigkeit unterschiedlicher KWEA bei unterschiedlichen Windverhältnissen

Abbildung 8 zeigt den Arbeitsplan für den Zeitraum Juli 2017 bis Dezember 2018. Im Rahmen der österreichischen Task-Mitarbeit sind das Technikum Wien bzw. ausgewählte österreichische Stakeholder dabei an allen Arbeitspaketen aktiv beteiligt.

	July-17	January-18	April-18	July-18	September-18	December-18
Austria						
Validated CFD Model of ENERGYbase						
ENERGYbase Rooftop Wind Measurement Tests	Abgeschlossen					
Comparison of CFD model results and measurements from ENERGYbase compared to the Vienna Wind Potential Map						
Lichtenegg Vibration Measurements (HAWT and VAWT)						
Lichtenegg Test Measurements several turbines						
Turbine evaluation Simmering, Vienna (November 2017) - Alternate						
China - case studies complete						
CFD Case Study for the U.S. Johnson Space Center/NASA Rooftop Test Facility						
Denmark						
CFD Model of Fence Experiment						
Mywindturbine.com validation with V52 from Dundalk						
Explore availability of production data from Solid Wind Power and their invalid sectors data						
Exploring production data and power curve of Thy Mollen and Viking						
Ireland						
Case study for existing field data for the Proven 6						
Case study for existing field data for the Skystream						
Case study for existing field data for the Evance.	Abgeschlossen					
Findings from the comparative analysis of the case studies.						
Comparison V52 measurements and Energy Production using www.mywindturbine.com						
Japan - case studies complete						
-						
Korea						
Measurement from Jeju Island KIER Rooftop						
Measurements on the New KIER building (New)						
Spain						
CEDER Rooftop Test Site Wind Measurement and Analysis Results						
United States						
Site Assessment Guidelines						

Abbildung 8: Arbeitsplan IEA Wind Task 27 für den Zeitraum Juli 2017 bis Dezember 2018

Neben der aktiven Teilnahme an den Meetings und den Beiträgen zum Arbeitsprogramm der internationalen Arbeitsgruppe wurden im Rahmen der Mitarbeit der FH Technikum Wien folgende nationale Aktivitäten durchgeführt:

- Organisation einer jährlichen Kleinwindkrafttagung mit internationaler Beteiligung in Österreich
- Initiierung einer Arbeitsgruppe „Kleinwindkraft Österreich“ zur Sicherstellung eines laufenden Informationsaustauschs sowie einer dauerhaften Vernetzung mit über 25 teilnehmenden Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen
- Laufende Innovationsimpulse durch Vernetzung der nationalen Stakeholder und Initiierung neuer Forschungsprojekte
- Erstellung eines Entwurfs für einen nationalen Anforderungskatalog für die Zertifizierung von Kleinwindkraftanlagen im urbanen Raum
- Nationale Dissemination internationaler Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft
- Erstellung eines jährlich erscheinenden Kleinwindkraftreports über den Stand der Kleinwindkraft in Österreich

Darüber hinaus kann Österreich dank der umfangreichen Forschungsergebnisse aus den laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekten der Technikum Wien GmbH (z.B. Urbane Windenergie, SmallWindPower@Home,...), ein wertvoller Beitrag zur Weiterentwicklung der Normen als auch zum Empfehlungskatalog für PlanerInnen und ErrichterInnen von KWEA liefern. Der Beitrag besteht sowohl aus Ergebnissen und Erkenntnissen welche im Rahmen der Forschungsprojekte erzielt wurden, als auch aus Messdaten aus diversen nationalen Forschungsprojekten welche von den teilnehmenden Institutionen weiter verarbeitet werden und so den internationalen Forschungsstand vorantreiben. Die weltweit einzigartige Mess- und Prüfinfrastruktur des Energieforschungsparks Lichtenegg dient dabei als wichtige Basis für empirische Untersuchungen.

5 Ergebnisse

5.1. Mitgestaltung der Task 27 Aktivitäten

Im Zuge der Mitarbeit im Task 27 wurden zahlreiche inhaltliche Beiträge zu den Diskussionen und Veröffentlichungen des Tasks geleistet. Hierzu zählen unter anderem die Entwicklung eines Standortbewertungsschemas für KWEA in Gebieten mit hohen Turbulenzintensitäten, Erfahrungsberichte und Messergebnisse aus dem Energieforschungspark Lichtenegg oder Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Norm IEC 61400-2. Dabei ist insbesondere das erarbeitete Bewertungsschema für dynamische Lasten von KWEA zu erwähnen welches dem IEC Normenausschuss vorgelegt wurde. Mithilfe der Messinfrastruktur welche im Rahmen des Projekts SmallWindPower@Home in Lichtenegg errichtet wurde, konnten viele Ergebnisse aus Strömungssimulationen messtechnisch validiert werden und somit die Belastbarkeit der in Task 27 gegebenen Empfehlungen erhöht werden. Durch die laufende Vorstellung der Zwischen- und Endergebnisse aus nationalen Forschungsprojekten während der Task Meetings konnten diese international disseminiert und referenziert werden.

Durch die aktive Mitarbeit im IEA Task 27 und den nationalen Austausch innerhalb der Arbeitsgruppe Kleinwindkraft, konnte eine Anbindung der österreichischen Stakeholder im Bereich der Kleinwindkraft an internationale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten geschaffen werden und somit österreichische Interessen eingebracht werden.

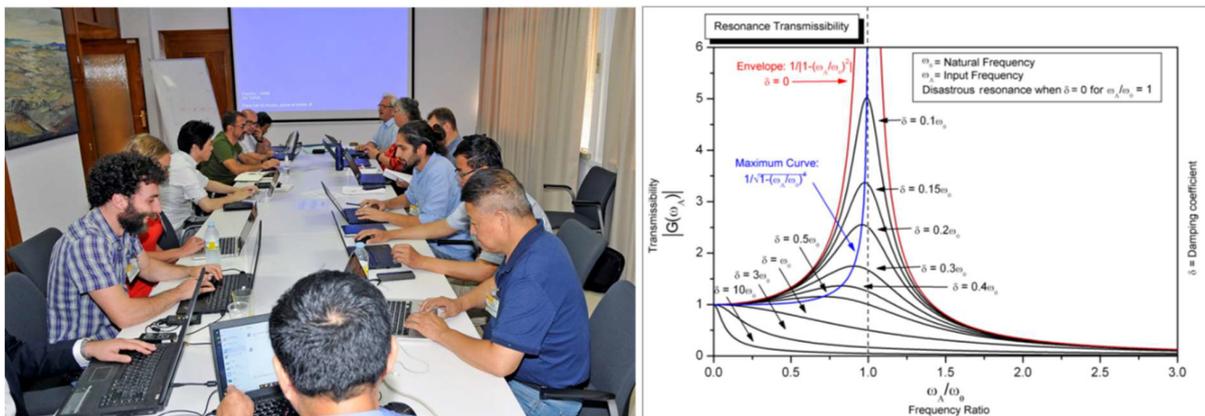


Abbildung 9: Ausarbeitung der Task Berichte im Rahmen des Task 27 Meetings in Madrid (links) © FH Technikum Wien sowie Schwingungsintensität in Abhängigkeit des Dämpfungsfaktors (Ajoy Ghatak, 2005) (rechts)

Fokus Vibrationen und Schwingungen

Wie alle rotierenden Maschinen, verursachen KWEA im Betrieb Vibrationen und Schwingungen welche dynamische Lasten in sämtliche Komponenten als auch in das Tragwerk induzieren. Anders als bei statischen Lasten welche mittels standardisierter Berechnungen und Programmen ermittelt werden können, werden dynamische Lasten sowohl in der Norm für Kleinwindkraftanlagen IEC 61400-2 als auch bei der Gestaltung und Dimensionierung von KWEA und deren Tragwerk oft vernachlässigt. Dieser Umstand hat in den vergangenen Jahren vermehrt zu Schadensfällen geführt. Im Rahmen der Mitarbeit im IEA Task 27 wurde ein Bewertungsschema entwickelt, welches die

Ermittlung und Bewertung der dynamischen Lasten einer KWEA erleichtert und Rahmenbedingungen für deren sicheren Betrieb vorgibt.

Jede Mechanische Komponente einer KWEA, einschließlich des Masts bzw. der Tragstruktur hat mehrere sogenannte Eigenfrequenzen welche sich je nach Größe, Form und Materialeigenschaften unterscheiden. Wird die Komponente mit einer Frequenz angeregt welche dessen Eigenfrequenz entspricht, so kommt es zu einer Resonanz in diesem Bauteil. Befindet sich die Anlage über einen längeren Zeitraum (mehrere Schwingungsperioden) in diesem Zustand, so schaukeln sich Schwingungen auf und werden kontinuierlich stärker bis zu einem energetischen Gleichgewicht zwischen Dämpfung und Anregung kommt. Dies bedeutet, dass das Ausmaß der Schwingungsintensität im Resonanzfall proportional zu den Dämpfungseigenschaften des jeweiligen Bauteils ist. Tabelle 1 zeigt die dynamischen Lasten f_R in Abhängigkeit des Dämpfungsfaktors δ .

Herkömmliche Mastsysteme weisen meist ein logarithmisches Dämpfungsdekrement von 0,5 – 3 % auf. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass sich die Schwingungen im eingeschwingenen Resonanzfall um den Faktor 30 bis 200 überhöhen können. Die daraus resultierenden Lasten überschreiten die statischen Lasten um ein Vielfaches und können häufig als Fehlerursache bei Schäden von KWEA identifiziert werden.

Tabelle 1: Schwingungen und deren Ursachen

Schwingungsursache	Frequenz/Ordnung
Unwucht des Rotors	$1 \times f_{RPM}$
Schlechte Justierung der Rotorwelle	$2 \times f_{RPM}$
Blattpassierfrequenz	$n_{blade} \times f_{RPM}$
Oberwellen der Blattpassierfrequenz	$X \times n_{blade} \times f_{RPM}$
Generator Pol-passier-Frequenz	$n_{pole} \times f_{RPM}$
Harmonische der Generator Pol-passier-Frequenz	$X \times n_{pole} \times f_{RPM}$

Da sich die absoluten Beschleunigungswerte in Abhängigkeit von Größe, Form und Material des jeweiligen Elements stark unterscheiden können, ist es schwierig Grenzwerte für Schwingungen einzuführen. Um den angesprochenen Fehlerursachen dennoch entgegenzuwirken, werden 3 Gegenmaßnahmen vorgeschlagen welche beim Design, der Planung und der praktischen Umsetzung von KWEA zu berücksichtigen sind. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen ein Mindestwert für die strukturelle Dämpfung des Gesamtsystems, bestehend aus KWEA und Mastsystem, einzuhalten. Dieser sollte sich bestenfalls in einem Bereich zwischen 10 % und 20 % befinden um das Ausmaß der Schwingungen in Grenzen zu halten. Wird dieser Wert nicht erreicht, so können schwingungsmindernde Dämpfungselemente eingesetzt werden. Ein weiterer Ansatz zur Vermeidung von destruktiven Schwingungen von KWEA, besteht darin die Eigenfrequenzen nicht im oberen Drehzahlbereich der Anlage zwischen 70 % und 100 % der Nenndrehzahl anzuregen. Dies wird üblicherweise als über- bzw. unterkritischer Betrieb bezeichnet. Durch diese Maßnahme wird verhindert, dass Resonanzen dann angeregt werden, wenn hohe Windgeschwindigkeiten und damit hohe anregende Kräfte vorherrschen. Ist dies nicht möglich, wird eine aktive Anpassung der Steuerkennlinie vorgeschlagen sodass kritische Drehzahlbereiche schnell durchlaufen werden und

Resonanzen sich nicht aufschaukeln können. Dabei ist zu beachten dass separate Mechanismen bei Beschleunigung und Abbremsen der Anlage zu verwenden sind um zu verhindern dass der Rotor in einer gewissen Drehzahl stecken bleibt. Um kritische Drehzahlbereiche zu identifizieren, wird ein Campbell-Diagramm vorgeschlagen.

Übliche anregende Komponenten und deren Ursachen sind in Tabelle 1 dargestellt

Dabei stellt f_{RPM} die Rotationsfrequenz in Hz dar, n_{blade} die Anzahl der Rotorblätter und n_{pole} die Anzahl der Pole.

Die Erkenntnisse aus denen das Bewertungsschema abgeleitet wurde stammen aus national geförderten Forschungsprojekt. Diese Projektergebnisse wurden über den IEA Task 27 in Form der „Compilation of Case Studies“ (Siehe Anhang) auch international veröffentlicht

5.2. Fortführung der Kleinwindkrafttagung mit internationaler Beteiligung in Österreich

Am 23. August 2018 fand zum vierten Mal die Kleinwindkrafttagung statt. Anders als in den Vorjahren, fand das Event nicht in Wien sondern im Energieforschungspark Lichtenegg statt. Mehr als 100 BesucherInnen unterstrichen dabei das große Interesse an diesem Thema. Neben der Vorstellung der bereitgestellten Messdienstleistungen für Hersteller von KWEA welche im Energieforschungspark angeboten werden, wurden auch Ergebnisse aus laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekten präsentiert. Dank des sehr heterogenen Publikums aus Industrie, Forschung und IntressentInnen, ergab sich ein reger Austausch. Neben den wissenschaftlichen Vorträgen, wurde auch informative Vorträge für InteressentInnen und potenzielle KundInnen angeboten. Hierbei wurden beispielsweise die Langzeitevaluierungen der bisher getesteten Anlage vorgestellt oder das im Task 27 erarbeitete Standortbewertungsschema verständlich aufbereitet. Mithilfe des weltweit einzigartigen Messaufbaus zur Evaluierung des Betriebsveraltens von gebäudemontierten KWEA, konnten die dabei entstehenden physikalischen Effekte anschaulich erläutert werden



Abbildung 10: Impressionen der Kleinwindkrafttagung 2018 im Energieforschungspark Lichtenegg © FH Technikum Wien

Auch heuer konnten im Rahmen der Kleinwindkrafttagung zahlreiche bekannte, internationale Vertreterinnen und Vertretern der Kleinwindbranche aus dem deutschsprachigen Raum, begrüßt werden. Zusätzlich präsentierten auch heimische wissenschaftliche Einrichtungen und innovative Unternehmen Wissenswertes zur kleinen Windkraft.



Abbildung 11: Kleinwindkraft zum Anfassen (links) sowie Messaufbau zur Evaluierung des Betriebsverhalten von gebäudemontierten KWEA (rechts) © FH Technikum Wien

Jonathan Schreiber der mit seinem Start-up Unternehmen PureSelfMade Selbstbau-Workshops für Kleinwindkraftanlagen anbietet, präsentierte seine Kleinwindkraftanlage. Die BesucherInnen hatten dabei die Möglichkeit den Rotor aus nächster Nähe zu betrachten und selbst einen Blick ins Innere des Generators zu werfen.



Abbildung 12: Pure Selfmade Workshop mit Jonathan Schreiber im Rahmen der Kleinwindkrafttagung 2018 (links) sowie Überblick über den Energieforschungspark (rechts) © FH Technikum Wien

Ein umfassender Rückblick über die Kleinwindkrafttagung 2018 ist unter folgendem Link verfügbar.: <https://www.technikum-wien.at/newsroom/news/wind-wind-und-nochmal-wind-vom-do-it-yourself-windrad-bis-zum-aufstieg-auf-ein-65-meter-hohes-windrad/>

5.3. Fortführung Arbeitsgruppe „Kleinwindkraft Österreich“

Ende 2015 wurde die Arbeitsgruppe Kleinwindkraft Österreich initiiert, an der sich mittlerweile mehr als 30 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen beteiligen. Dabei handelt es sich um einen unverbindlichen Zusammenschluss mit dem Ziel die Wettbewerbsfähigkeit der Kleinwindkraft in Österreich zu erhöhen. Neben der besseren Vernetzung sowie gemeinsamer Öffentlichkeitsarbeit sind die Arbeitsschwerpunkte 2018 unter anderem die Organisation und Durchführung der Kleinwindkrafttagung sowie die Entwicklung eines Gütesiegels „Kleinwind Österreich“. Dazu werden jährliche mehrere Workshops veranstaltet. Nähere Informationen zur Arbeitsgruppe sowie zu Möglichkeiten einer aktiven Mitarbeit erhalten Sie auf Anfrage (kurt.leonhartsberger@technikum-wien.at). Des Weiteren werden in den Workshops die Forschungsergebnisse von Teilnehmenden Institutionen des Task 27 an die Mitglieder der Arbeitsgruppe weitergegeben.

5.4. Laufende Innovationsimpulse und Initiierung neuer Forschungsprojekte

Durch die Vernetzung der nationalen Stakeholder in Form einer Arbeitsgruppe sowie weiterer Aktivitäten im Rahmen der IEA Wind Task 27 Mitarbeit wurden mehrere Projekteinreichungen im Themenfeld der Kleinwindkraft z. B. die genehmigten Projekte „smart(D)ER - Kompetenzerweiterung im Bereich dezentraler erneuerbarer Energiesysteme in besiedelten Gebieten (2. Ausschreibung Innovationslehrgänge)“ und „SmallWindPower@Home - Evaluierung der Auswirkungen von gebäudemontierten KWEA auf Performance, Personen, Gebäude und Umgebung (3. Ausschreibung Stadt der Zukunft) eingereicht.

Darüber hinaus konnten mit einigen österreichischen Unternehmen neue Entwicklungskooperationen gestartet werden.

Im Projekt smart(D)ER entwickelt die FH Technikum Wien mangels verfügbarer Aus- und Weiterbildungsangebote gemeinsam mit ausgewählten wissenschaftlichen PartnerInnen und DrittleisterInnen sowie in Zusammenarbeit mit den 15 beteiligten Unternehmen (davon 13 KUs), eine zukunftsorientierte und maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahme im Bereich dezentraler erneuerbarer Energieerzeugung mit den Schwerpunkten Bauwerksintegrierte PV und Kleinwindkraft. Vorrangiges Ziel dieser Qualifizierungsmaßnahme ist die Erhöhung der Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationskompetenz in den beteiligten Unternehmen, sowie die Erarbeitung und nachhaltige Etablierung von neuem, innovativem Wissen sowie neuen Kooperationen (Vernetzung). Neben einer nachhaltigen Stärkung der Innovationskraft in den teilnehmenden Unternehmen, wird eine langfristige, über das Projekt hinausgehende Zusammenarbeit im Konsortium z. B. durch Initiierung von F&E Projekten bzw. über eine Arbeitsgruppe oder Technologieplattform angestrebt. Ein weiteres Ziel ist der Rückfluss in die Lehre an der FH Technikum Wien sowie eine stärkere Verankerung unternehmensrelevanter Lehr- und Forschungsschwerpunkte.

Über das Projekt SmallWindAcademy bietet die Technikum Wien GmbH eine zeitlich begrenzte, zukunftsorientierte und maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahme zur Planung und Errichtung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in besiedelten Gebieten an. Ziel war es, den Unternehmen umfassendes, spezifisches Wissen - unter anderem aus noch laufenden Forschungsprojekten - in Theorie und Praxis zu vermitteln und ihnen damit ein grundlegendes Verständnis für dieses komplexe

und interdisziplinäre Themenfeld zu ermöglichen. Neben der klassischen, interaktiv gestalteten Wissensvermittlung erhielten die TeilnehmerInnen in Zusammenarbeit mit dem Energieforschungspark Lichtenegg darüber hinaus die Möglichkeit das erlernte Wissen unter kontrollierten Bedingungen in der Praxis anzuwenden und damit dauerhaft zu verankern. Damit leistete das Qualifizierungsseminar einen entscheidenden Beitrag die Kleinwindkraft in Österreich langfristig und mit entsprechender Qualität zu etablieren und deren Potenzial zu erschließen. Um die erarbeiteten Inhalte dauerhaft und für alle interessierten Unternehmen verfügbar zu machen, wird die entwickelte Ausbildung über das Projektende hinaus über die Technikum Wien Academy angeboten (<https://academy.technikum-wien.at/smallwindtechnology>).

5.5. Nationale Dissemination internationaler Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft

Um eine optimale nationale Verbreitung der Ergebnisse aus IEA Task 27 sowie aus nationalen bzw. internationalen Forschungsprojekten sicher zu stellen wurde nach dem Vorbild der österreichischen Smart Grids Week bzw. der PV Tagung eine öffentliche Fach-Veranstaltung zum Thema Kleinwind organisiert.

Am 23. August 2018 fand bereits zum vierten Mal die internationale Kleinwindkrafttagung statt. Heuer stand die erfolgreiche Tagung als Tag der offenen Tür im Energieforschungspark statt. Mehr als 100 BesucherInnen unterstrichen dabei das große Interesse an diesem Thema. Im Rahmen der Tagung wurden neben Führungen für InteressentInnen am Thema auch die laufenden Forschungsaktivitäten sowie die Ergebnisse aus dem Task 27 vorgestellt (Siehe 5.2)

Darüber hinaus wurde mit der Initiierung der Arbeitsgruppe Kleinwind eine langfristige, nationale Vernetzung der österreichischen Stakeholder ermöglicht. Dabei handelt es sich um eine offene Informations- und Kollaborationsplattform, die Teilnahme erfolgt unverbindlich. Mittlerweile beteiligen sich mehr als 30 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen daran. Um einen regelmäßigen Informationsaustausch sicherzustellen werden jährlich mehrere Workshops veranstaltet.

Um auch der interessierten Öffentlichkeit einen Einblick in das Thema Kleinwindkraft zu ermöglichen, bietet die Technikum Wien GmbH gemeinsam der ARGE Energieforschungspark Lichtenegg kostenlose öffentliche Führungen im Energieforschungspark Lichtenegg an. Interessierte können sich vor Ort ein Bild über Technik und Betrieb verschiedener Kleinwindrädern sowie die angebotenen Mess- und Prüfdienstleistungen machen. Ein besonderes Highlight ist die Möglichkeit, die Aussichtsplattform der über 60 m hohen Windkraftanlage (Leistung 1,8 MW) zu besichtigen. Die Führungen werden mit Ausnahme einer kurzen Wintersperre an ausgewählten Donnerstagen von März bis November angeboten und dauern ca. 1 Stunde. Eine Voranmeldung ist erforderlich und kann auf der Website des Energieforschungsparks unter www.energieforschungspark.at vorgenommen werden. Bei Bedarf werden auch individuelle Führungen außerhalb der angebotenen Termine durchgeführt.

5.6. Erstellung des Kleinwindkraftreports 2018

Während die KWEA-Technologie in Ländern wie China, den USA und in UK bereits in großer Anzahl umgesetzt wurde, ist die Anzahl der in Österreich installierten Anlagen noch verhältnismäßig gering. Ende 2015 waren in Österreich insgesamt 327 KWEA mit einer Gesamtleistung von 1.533,1 kW in Betrieb, davon 128 KWEA mit einer Nennleistung bis 1 kW (39,14 %) sowie 181 KWEA mit einer Nennleistung bis 10 kW (55,35 %). Nur 18 KWEA weisen eine Nennleistung > 10 kW auf (5,5 %). In Bezug auf die Leistung entfallen 77,43 % auf KWEA mit einer Nennleistung zwischen 1 und 10 kW (1.187,1 kW), 19,06 % auf Anlagen mit einer Nennleistung > 10 kW (292,22 kW) und lediglich 3,51 % auf KWEA \leq 1 kW (53,75 kW).

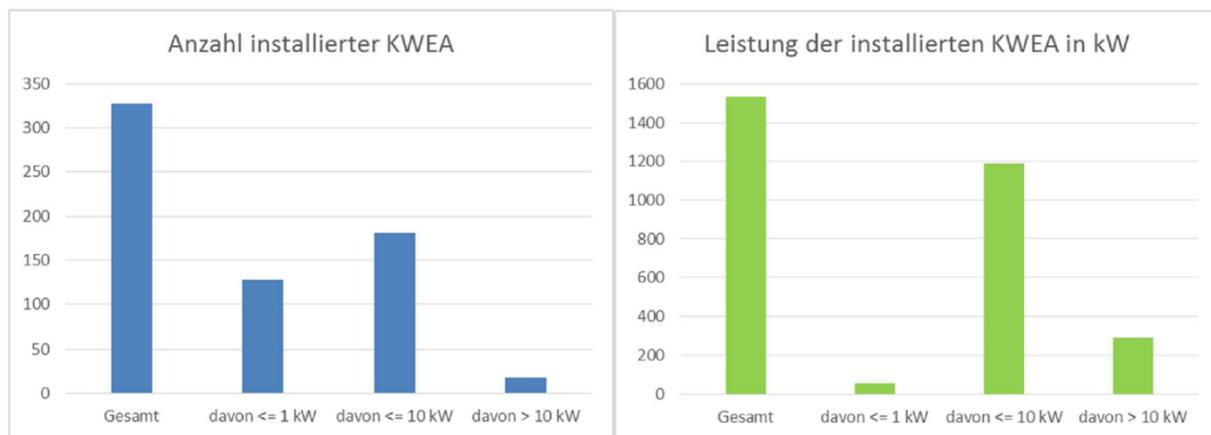


Abbildung 13: Anzahl sowie Gesamtleistung der in Österreich zum Stichtag 31.12.2015 in Betrieb befindlichen KWEA sowie deren Aufteilung auf die Leistungsklassen kleiner 1 kW, 1 kW bis 10 kW sowie größer 10 kW (Quelle: Kleinwindkraftreport Österreich 2016)

Abbildung 13 stellt sowohl die Anzahl der in Österreich installierten KWEA als auch die kumulierte Leistung der installierten KWEA zum Stichtag 31.12.2015 dar, sowie deren Aufteilung auf die Leistungsklassen kleiner 1 kW, 1 kW bis 10 kW sowie größer 10 kW. Die durchschnittliche Größe der in Österreich Ende 2015 installierten KWEA betrug 4,7 kW.

Der österreichische Kleinwindkraftmarkt wird sowohl von HerstellerInnen, Händlern und Vertriebsorganisationen sowie PlanerInnen und ErrichterInnen aus Österreich als auch aus dem Ausland – überwiegend aus Deutschland – bearbeitet. Abbildung 14 gibt einen Überblick über den österreichischen Kleinwindkraftmarkt sowie die darin vertretenen AkteurInnen und deren Geschäftsbeziehungen.

Trotz einiger negativer Erfahrungen mit qualitativ minderwertigen KWEA in den letzten 10 Jahren in Österreich, gibt es diverse Beispiele, die zeigen, dass diese Technologie über lange Zeit verlässlich und sicher eingesetzt werden kann. Eine in den Jahren 2015 und 2016 durchgeführte Befragung der FH Technikum Wien unter 34 BetreiberInnen von KWEA zeigt, dass knapp 90 % der Befragten mit ihrer KWEA zufrieden sind und erneut in eine KWEA investieren würden. Sie zeigt jedoch auch, dass einige wenige BetreiberInnen ihre KWEA bereits nach kurzer Zeit aufgrund schwerwiegender Probleme wieder demontieren mussten.

Dieses Bild zeigt sich auch im Energieforschungspark Lichtenegg, einer unabhängigen Mess- und Prüfeinrichtung für KWEA: An diesem Starkwind-Test-Standort erzeugen einzelne KWEA trotz

regelmäßiger Starkwindereignisse und den damit einhergehenden Belastungen für die Anlage bereits seit Jahren zuverlässig Strom. Doch nicht alle Anlagen können in Bezug auf Qualität, Betriebssicherheit und Leistungsbereitschaft langfristig überzeugen. Dass aufgrund fehlender, verpflichtender Qualitäts- und Leistungstests ein Teil dieser minderwertigen, nicht funktionsfähigen KWEA dennoch in Österreich verkauft werden, ist einer der größten Schwachpunkte der Kleinwindkraft in Österreich. Insbesondere da Österreich mit dem Energieforschungspark Lichtenegg über eine entsprechende Mess- und Prüfinfrastruktur für KWEA verfügt, die auch international in Fachkreisen einen hohen Bekanntheitsgrad genießt.

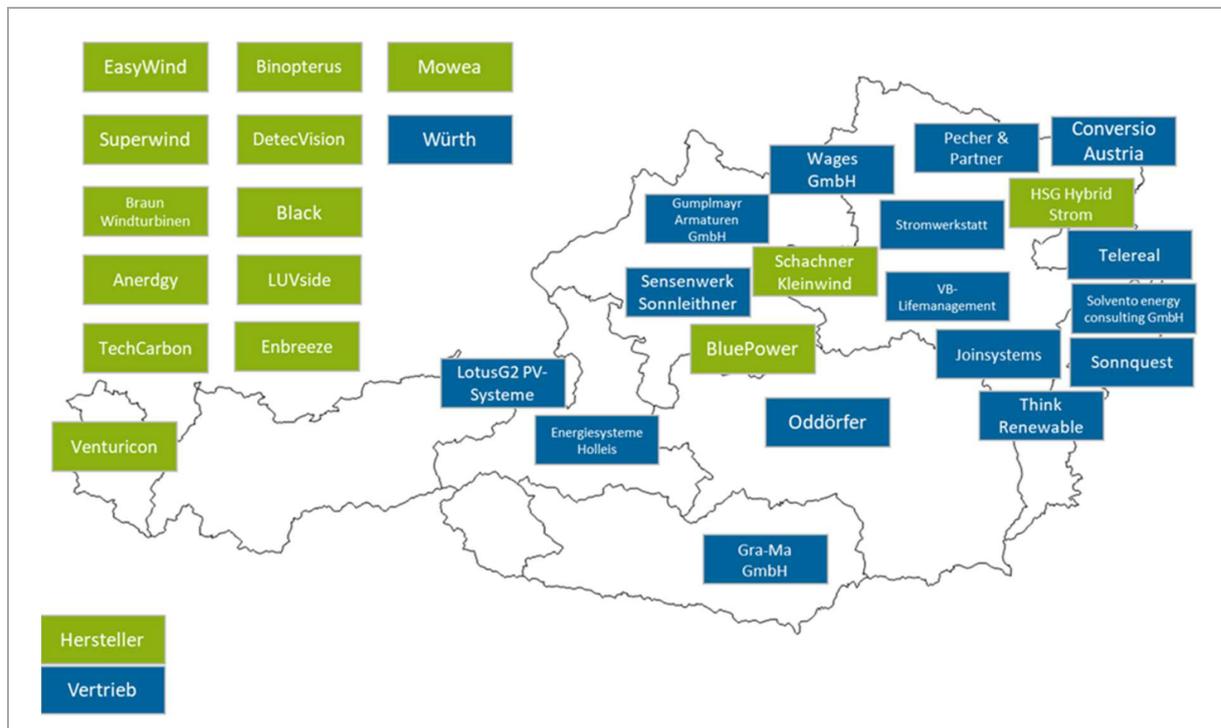


Abbildung 14: Überblick über die Akteure des österreichischen Kleinwindkraftmarkts im Jahr 2018 (Quelle: Kleinwindkraftreport Österreich 2018)

Entscheidende Kriterien für einen langfristigen erfolgreichen Betrieb einer KWEA sind daher einerseits eine qualitativ hochwertige, leistungsfähige Anlage sowie andererseits ein passender Standort. Ein weiteres wichtiges Erfolgskriterium ist die Verfügbarkeit und Unterstützung von HerstellerIn bzw. HändlerIn, sowohl in der Planungs- (z. B. beim Genehmigungsverfahren) als auch in der Betriebsphase hinsichtlich Wartung bzw. bei Störungen und Defekten. Auch die Erwartungen des/der zukünftigen BetreiberInnen spielen eine wichtige Rolle. Mit einer realistischen Einschätzung hinsichtlich des zu erwartenden Energieertrages sorgen seriöse HerstellerInnen bzw. HändlerInnen jedoch bereits vorab für realistische Erwartungen.

Im Zuge der Erstellung des Kleinwindkraftreports 2016 wurden insgesamt 34 KleinwindkraftbetreiberInnen - davon 17 Landwirte, 12 Privatpersonen sowie 1 Gemeinde und 4 Unternehmen – persönlich, per Mail oder telefonisch befragt.

Trotz einiger negativer Erfahrung mit qualitativ minderwertigen KWEA in den letzten 10 Jahren in Österreich, funktioniert der überwiegende Teil der in Betrieb befindlichen KWEA zufriedenstellend, wie die durchgeführte Befragung von 34 BetreiberInnen von KWEA zeigt. Als Gründe für den Kauf einer KWEA wurden unter anderem Unabhängigkeit (von den „großen“ Stromproduzenten),

Umweltschutz sowie Eigeninteresse an der Technologie genannt. Auch das gute Zusammenspiel mit einer PV-Anlage (Stromerzeugung in der Nacht) war für viele BetreiberInnen ein entscheidendes Kaufargument: Mehr als die Hälfte der befragten Personen (22 BetreiberInnen) hatte vor dem Kauf der KWEA bereits in eine PV-Anlage investiert. Das Thema Wirtschaftlichkeit spielte bei der Kaufentscheidung eine untergeordnete Rolle.

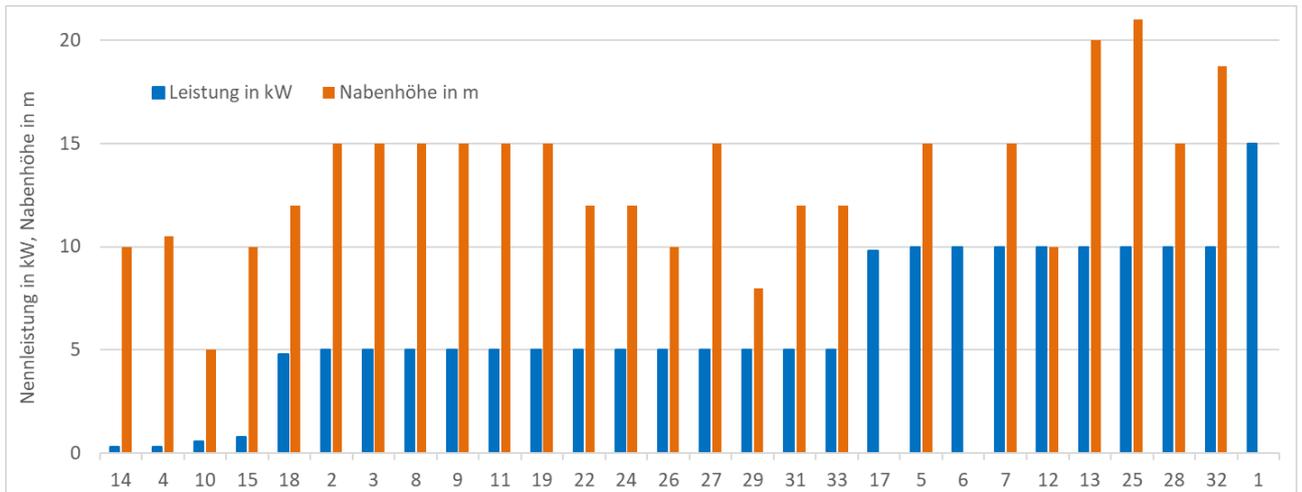


Abbildung 15: Nennleistung und Nabenhöhe der untersuchten KWEA (eigene Darstellung)

Obwohl der Standort neben der KWEA selbst die Grundvoraussetzung für einen zufriedenstellenden Betrieb darstellt, haben nur 9 der befragten BetreiberInnen vorab eine Windmessung durchgeführt, während der Großteil auf „ihr Empfinden und ihre Ortskenntnisse“ sowie die Expertise der AnbieterInnen vertrauten. Während der Verzicht auf eine Windmessung bei kleineren KWEA (< 1 kW) durchaus noch nachvollziehbar ist, ist diese Entscheidung bei größeren KWEA insofern bemerkenswert, da die getätigten Investitionen im Schnitt über 20.000 EUR lagen. Wurde vorab eine Windmessung durchgeführt, wurde diese in der Regel selbstständig mittels einer Messstation (z. B. Wetterstation) durchgeführt, auf eine professionelle Messung wurde durchgehend verzichtet

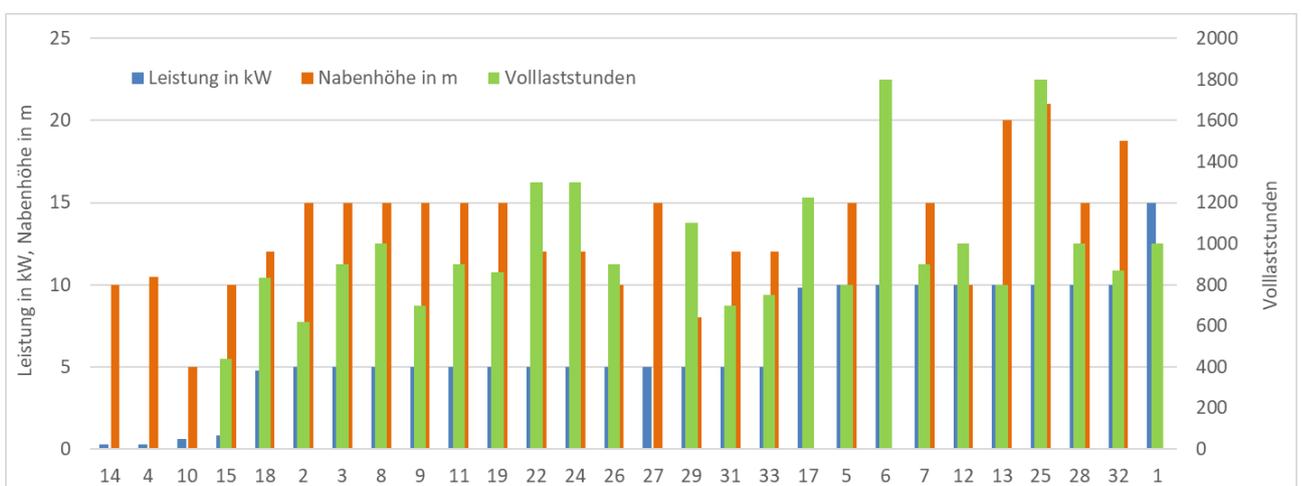


Abbildung 16: Detailinformationen zu den KWEA der befragten BetreiberInnen

Fast 90 % der Befragten sind mit ihrer KWEA zufrieden und würden erneut in eine KWEA investieren. 2 der befragten BetreiberInnen berichteten über Probleme mit minderwertigen KWEA, die bereits nach kurzer Zeit aufgrund häufiger Defekte und Störungen demontiert wurden. Diese beiden KWEA werden bei den weiteren Auswertungen nicht weiter berücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt

werden eine KWEA die ausschließlich für den mechanischen Betrieb einer Wasserpumpe zur Serverkühlung genutzt wird, sowie 3 KWEA die von den BetreiberInnen selbst entwickelt und errichtet wurden (Eigenbau). Für die weiteren Auswertungen werden folglich 28 KWEA berücksichtigt.

Diese 28 BetreiberInnen betreiben alle Horizontalläufer, 4 mit einer Nennleistung kleiner 1 kW, 14 mit einer Nennleistung um die 5 kW und 10 mit einer Nennleistung zwischen 10 und 15 kW (siehe Abbildung 15). Die diesbezügliche Bandbreite reicht von 0,3 kW bis 15 kW. Die durchschnittliche Nabenhöhe der KWEA betrug 13,33 m.

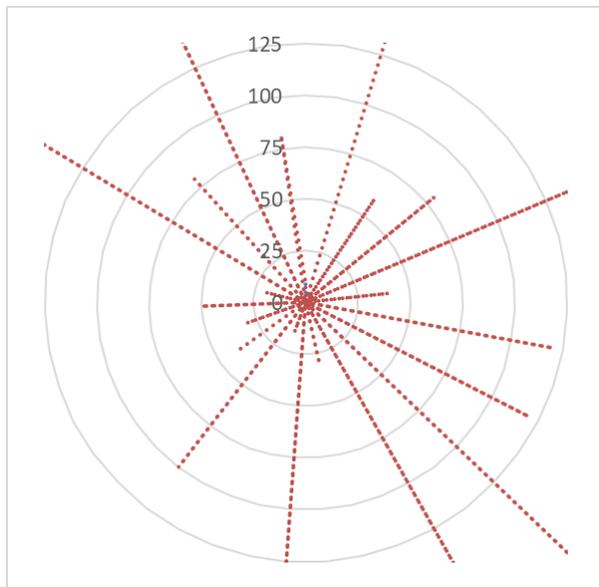


Abbildung 17: Entfernung der untersuchten KWEA zum Wohngebäude in m (eigene Darstellung)

Wie in ersichtlich korreliert die Nabenhöhe dabei mit der Leistung, sprich kleinere KWEA (< 1 kW) werden in etwa 10 m Höhe oder darunter montiert, während größere Anlagen (> 5 kW) in 15 m Höhe bzw. darüber installiert werden.

Während 26 der 28 KWEA freistehend errichtet wurden, wurden 2 KWEA (Nennleistung 300 bzw. 800 Watt) auf Gebäuden (am Dachfirst bzw. auf der Garage) montiert. Die erzielten Volllaststunden der gebäudemontierten Anlagen liegen dabei mit ca. 50 % deutlich unter jenen der freistehenden Anlagen.

Wie in .Abbildung 17 ersichtlich wurden nur 3 der 26 freistehenden KWEA in unmittelbarer Nähe zum Wohngebäude (< 25 m) errichtet. 10 KWEA wurden in einem Abstand von 30 bis 100 m vom Wohngebäude errichtet, 9 Anlagen in einer Entfernung größer 100 m.

Mit Ausnahme der gebäudemontierten KWEA bzw. KWEA mit einer Nennleistung < 1 kW erzielten die untersuchten KWEA durchschnittlich 1.000 Volllaststunden pro Jahr - und damit in etwa gleich viel wie eine PV-Anlage in Österreich. Wie in Abbildung 16 ersichtlich variiert dieser Wert jedoch auch bei Anlagen mit einer Nennleistung um die 5 kW bzw. darüber deutlich. Dies verdeutlicht, dass der mögliche Ertrag einer KWEA in erster Linie vom konkreten Standort sowie den dort vorherrschenden Windverhältnissen abhängig ist und – anders als bei der PV – keine allgemein gültigen Aussagen getroffen werden können, ohne sich näher mit diesem Standort zu befassen.

Im Schnitt können etwa 80 % der von der KWEA erzeugten Energie direkt genutzt werden. Vor allem bei den LandwirtInnen können aufgrund des überdurchschnittlich hohen Stromverbrauchs von über 20.000 kWh pro Jahr sehr hohe Direktnutzungsanteile zwischen 80 und 100 % erreicht werden. Jedoch liegt der Direktnutzungsanteil auch bei den befragten privaten Haushalten in der Regel über 50 % und damit deutlich über jenem einer PV-Anlage.

Ein hoher Eigenverbrauchanteil ist insofern von Bedeutung, als es in Österreich keine attraktiven Förderungen für KWEA gibt. Selbst die Einspeisevergütung der OeMag (Ökostromabwicklungsstelle) – die einzige theoretisch verfügbare Förderung für private KWEA – ist mit ca. 9 Cent/kWh nicht attraktiv, da die Stromgestehungskosten einer KWEA deutlich darüber liegen. Ein wirtschaftlicher

Betrieb lässt sich, wenn überhaupt, daher nur durch einen hohen Eigenverbrauchsanteil realisieren. Für die ins Netz eingespeiste Energie erhalten die Befragten zwischen 2,4 und 7,5 Cent pro Kilowattstunde.

Die durchschnittlichen Investitionskosten pro kW für eine betriebsbereite KWEA – also inklusive Montage, Fundament, Mast sowie Elektrik – liegen bei etwa 4.535,- EUR (inkl. MWSt.) und damit mehr als doppelt so hoch wie die Investitionskosten für eine schlüsselfertige PV-Anlage (2016: 1.645 EUR/kW netto, Quelle: Biermayr 2017). Die Bandbreite der angegebenen Investitionskosten reicht von 3.000,- EUR bis 8.000,- EUR pro kW, wobei kleine Anlagen (< 1 kW) tendenziell teurer als große Anlagen sind (siehe Abbildung 18). Werden nur KWEA mit einer Nennleistung im Bereich 5 kW und größer berücksichtigt, sinken die durchschnittlichen Investitionskosten auf ca. EUR 4.350,- pro kW.

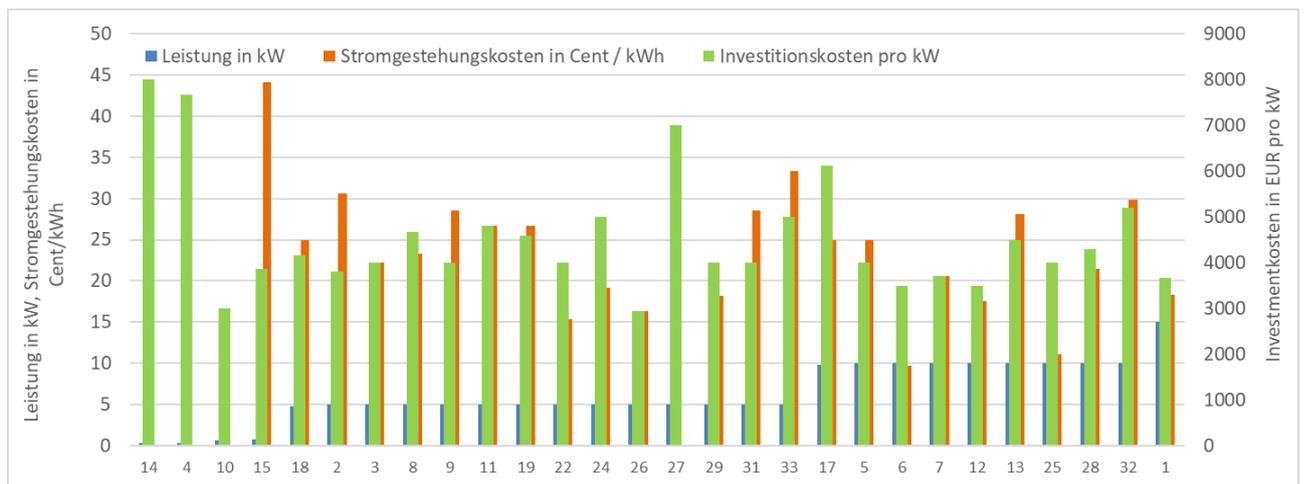


Abbildung 18: Nennleistung und Investitionskosten pro kW sowie Stromgestehungskosten pro kWh der KWEA der befragten BetreiberInnen

Unter der Annahme einer Lebensdauer von 20 Jahren und vernachlässigbaren Wartungskosten betragen die durchschnittlichen Stromgestehungskosten für KWEA mit einer Nennleistung im Bereich 5 kW und größer 25,65 Cent pro erzeugter Kilowattstunde. Die Bandbreite reicht hier von etwa 10 Cent/kWh bis zu 33 Cent/kWh. Unter der Annahme eines 100%igen Eigenverbrauchs und Opportunitätskosten in Höhe von 20,12 Cent/kWh inkl. MWSt. (Jahresdurchschnittspreis für elektrische Energie im Jahr 2016, Quelle: Statistik Austria 2017) sind etwa 40 % der Anlagen auch ohne Förderung wirtschaftlich.

Der Betrieb einer KWEA wird von den meisten BetreiberInnen als problemlos bezeichnet. Regelmäßige Wartungen im Abstand von 1 bis 2 Jahren sind grundsätzlich erforderlich, einfache Wartungsarbeiten werden dabei jedoch von den meisten BetreiberInnen selbstständig durchgeführt. Dahingehend ist anzumerken, dass sich die Hälfte der befragten BetreiberInnen selbst als technikinteressiert bezeichnet und auch aktiv bei der Errichtung mitgewirkt (z. B. Errichtung des Fundaments,...) hat. Müssen Wartungen von einem Professionisten (in der Regel vom Hersteller) durchgeführt werden, liegen die Kosten bei ca. 100 bis 300 EUR. Mit Ausnahme der zu Beginn erwähnten minderwertigen, defekten KWEA, kam es bisher nur bei 4 BetreiberInnen zu nennenswerten Defekten (Bremse, Wechselrichter, Rotorblatt), die jedoch von den jeweiligen HerstellerInnen unmittelbar behoben werden konnten. Hier ist jedoch anzumerken, dass der Großteil der Anlagen weniger als 10 Jahre in Betrieb ist.

Während von den HerstellerInnen häufig auf langwierige, unplanbare Genehmigungsverfahren hingewiesen wird, ergab die Befragung der BetreiberInnen, dass längere Verzögerungen und teils willkürliche Auflagen eher die Ausnahme als die Regel darstellen. Aus der Befragung wird jedoch deutlich, dass der Verlauf des Genehmigungsverfahrens stark von der 1. Bauinstanz (BürgermeisterIn) der jeweiligen Gemeinde abhängt. Wird das Verfahren an eine übergeordnete Instanz weitergeleitet, kommt es häufig zu Verzögerungen.

Großen Einfluss auf den Verlauf haben jedoch auch die HerstellerInnen und HändlerInnen bzw. die ausführenden Planerinnen und ErrichterInnen. Erfahrene Professionisten haben bereits Erfahrung mit Genehmigungsverfahren und sind mit den Abläufen vertraut bzw. stehen in Kontakt mit den zuständigen Behörden. Dadurch können die benötigten Dokumente für die Behörden rasch und vollständig zur Verfügung gestellt werden. Die Unterstützung der AnbieterInnen beim Genehmigungsverfahren sollte daher bereits beim Kauf festgehalten werden.

Da auch NachbarInnen und AnrainerInnen in das Genehmigungsverfahren miteinbezogen werden, sollten diese bereits frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden werden. Die Rückmeldungen der befragten BetreiberInnen zeigen dabei eindeutig, dass im ersten Moment vielfach die Skepsis gegenüber einer neuen, teils unbekanntem Technologie vorherrscht. Spätestens im Betrieb überwiegt jedoch das Interesse an der Anlage und Vorbehalte verschwinden größtenteils von selbst. Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Umweltwirkungen einer KWEA (Schall, Schattenwurf,...) bei der Planung berücksichtigt werden. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die KWEA meistens nicht oder kaum hörbar ist, da diese gerade bei starkem Wind von diesem übertönt wird.

Nicht nur beim Genehmigungsverfahren sondern auch in der Folge ist es wichtig, dass AnbieterInnen – egal ob HerstellerInnen oder HändlerInnen - grundsätzlich verfügbar sind, um bei Störungen, Defekten oder anderweitigen Problemen rasch vor Ort eingreifen zu können. Diese Verfügbarkeit kann sowohl durch eigene MitarbeiterInnen oder Partnerunternehmen (z. B. Planerinnen, ErrichterInnen, Handel und Vertrieb,...) sichergestellt werden und sollte bereits vor dem Kauf abgeklärt werden.

Aus den Befragungen kann folgendes Resümee gezogen werden: Das Projekt Kleinwindkraft steht und fällt in erster Linie mit einer qualitativ hochwertigen, leistungsfähigen Anlage sowie einem passenden Standort. Dass aufgrund fehlender, verpflichtender Qualitäts- und Leistungstests nach wie vor minderwertige, nicht funktionierende KWEA am Markt sind, ist wohl einer der größten Schwachpunkte der Kleinwindkraft in Österreich. Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Verfügbarkeit und Unterstützung der AnbieterInnen, sowohl in der Planungs- (Genehmigungsverfahren) als auch in der Betriebsphase hinsichtlich Wartung bzw. bei Störungen und Defekten. Natürlich spielen hinsichtlich der Zufriedenheit auch die Erwartungen des/der BetreiberIn eine Rolle. Mit einer realistischen Einschätzung hinsichtlich des zu erwartenden Energieertrages können seriöse Herstellerinnen bzw. Händlerinnen jedoch bereits vorab für realistische Erwartungen sorgen.

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Die Ergebnisse sind unter anderem für folgende Personengruppen relevant bzw. bringen einen Nutzen für diese mit:

- Wissenschaftliche Einrichtungen bzw. die nationale Forschungsszene im Bereich der Kleinwindkraft, da nationale Forschungsprojekte und deren (Zwischen-)Ergebnisse vorgestellt und mit internationalen ExpertInnen diskutiert werden konnten. Darüber hinaus konnten im Rahmen der Kleinwindkrafttagung sowie durch die Einbindung ausgewählter nationaler Stakeholder in die Aktivitäten des Task 27 (z. B. Teilnahme an Meetings,...) neue Kontakte zu internationalen Forschungseinrichtungen geknüpft sowie neue Erkenntnisse gewonnen werden.
- Energieforschungspark Lichtenegg, da durch die Erwähnung des Energieforschungsparks Lichtenegg in diversen Task-Vorträgen (Ergebnisse,...) sowie durch die Exkursion im Rahmen des Task 27 Meetings in Wien (Oktober 2017) der internationale Bekanntheitsgrad des Energieforschungsparks Lichtenegg deutlich gesteigert werden konnte. Dadurch stieg das Interesse sowohl aus Österreich aber auch aus dem Ausland deutlich – eine Voraussetzung für einen längerfristigen, wirtschaftlichen Betrieb des Energieforschungsparks.
- Zukünftige BetreiberInnen von KWEA, da die Entwicklung eines nationalen Zertifizierungsverfahrens - in Abstimmung mit dem Task 27 Consumer Label - die Grundlage für eine Erhöhung der Markttransparenz darstellt.
- Unternehmen im Bereich der Kleinwindkraft, da durch die nationalen Aktivitäten im Rahmen der Mitarbeit am Task 27 (z.B. Kleinwindkrafttagung, Arbeitsgruppe Kleinwind, Energieforschungspark Lichtenegg) Bewusstsein und Interesse in der Bevölkerung für die Kleinwindkraft deutlich gesteigert werden konnte. Darüber hinaus konnte durch die Initiierung der Arbeitsgruppe erstmals eine langfristige Vernetzung der wesentlichen nationalen Stakeholder im Bereich der Kleinwindkraft initiiert werden. Die Task 27 Mitarbeit der FH Technikum Wien ermöglicht darüber hinaus eine Anbindung der nationalen Arbeitsgruppe an internationale Entwicklungen und Aktivitäten. Eine aktive Teilnahme an dem Task 27 Meeting in Wien wurde österreichischen Unternehmen ermöglicht
- Österreichische EnergieverbraucherInnen, da die Beteiligung an der internationalen Arbeitsgruppe auf lange Sicht zu einer erhöhten Marktdiffusion von KWEA beitragen kann. Eine erhöhte Marktdiffusion einer nachhaltigen Erzeugungstechnologie bedeutet einen langfristigen Nutzen für die österreichischen EnergieverbraucherInnen, da die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen dadurch weiter reduziert werden kann. Der dabei entstehende gesellschaftliche Nutzen begründet sich in der geringeren Umweltbelastung und der Erhaltung eines lebenswerten Umfeldes, sowie einer Energieversorgung mit stabilen Preisen für EndverbraucherInnen. Der zusätzliche indirekte Nutzen besteht in geringeren Aufwendungen für Klima- und Umweltschutzmaßnahmen, die von der Allgemeinheit getragen werden müssen.

Einbindung nationaler Stakeholder: Durch die Durchführung eines Task 27 Meetings in Wien konnten ausgewählte nationale ExpertInnen am Meeting teilnehmen und sich mit den internationalen ExpertInnen vernetzen sowie neue Kooperationen anbahnen. Auch an virtuellen Meetings nahmen ausgewählte nationale ExpertInnen teil und stellten Projektergebnisse vor bzw. diskutierten diese in der Arbeitsgruppe.

Durch die Initiierung einer nationalen, für alle offenen Arbeitsgruppe konnten alle teilnehmenden Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen von der österreichischen Task Beteiligung profitieren, da im Zuge der nationalen Workshops internationale Erkenntnisse, Entwicklungen und Aktivitäten vorgestellt wurden. Ergebnisse aus nationalen Aktivitäten wurden entweder durch die FH Technikum Wien oder den jeweiligen Stakeholder in die Task 27 Meetings eingebracht. Damit konnte eine Anbindung der österreichischen Kleinwindkraftszene an internationalen Entwicklungen und Aktivitäten in beide Richtungen sichergestellt werden.

Durch die Organisation der Kleinwindkrafttagung mit internationaler Beteiligung konnten sich nationale Stakeholder direkt mit internationalen Forschungseinrichtungen bzw. deren ExpertInnen vernetzen, neue Kontakte knüpfen bzw. neue Kooperationen anbahnen.

Mit dem 5-tägigen Aus- und Weiterbildungsprogramm SmallWindAcademy konnte eine zukunftsorientierte, praxisrelevante und maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahme zur Planung und Errichtung von Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in besiedelten Gebieten entwickelt und umgesetzt werden. Nähere Informationen dazu sind unter <https://academy.technikumwien.at/smallwindacademy> zu finden.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Durch die Mitwirkung am IEA Wind Task 27 konnten unter anderem folgende neue Impulse in der österreichischen Kleinwindkraftbranche gesetzt werden:

- Durch die aktive Mitarbeit der Technikum Wien GmbH im IEA Wind Task 27 erfolgte eine Anbindung der österreichischen Kleinwindkraft-Community an internationale Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft.
- Dank der Empfehlungen an den IEC Normenausschuss konnte ein Grundstein für die Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit von KWEA gelegt werden
- Durch die Mitwirkung an den Aktivitäten der internationalen Arbeitsgruppe Task 27 konnte vor allem bei der FH Technikum Wien ein deutlicher Wissenszuwachs, sowohl methodisch als auch inhaltlich, erzielt werden.
- Während der Task Meetings als auch während der Kleinwindkrafttagung konnten zahlreiche neue Kontakte geknüpft werden welche sich durch ihre Kompetenzen in verschiedenen kleinwindkraftbezogenen Themenfeldern sowohl als potentielle KonsortialpartnerInnen für Forschungsprojekte als auch als laufende Partnerschaften anbieten.
- National ermöglicht unter anderem die Initiierung einer nationalen Arbeitsgruppe zum Thema Kleinwind eine längerfristige Vernetzung der österreichischen Kleinwindkraft-Akteure.
- Darüber hinaus ermöglichen mehrere neue nationale Forschungsprojekte eine langfristige Zusammenarbeit und zeigen deutlich die innovationssteigernde Wirkung der im Zuge der Task 27 Mitarbeit durchgeführten Aktivitäten.
- Neben F&E erfahrenen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen konnten auch Unternehmen in die Forschungsprojekte eingebunden werden, die bisher noch an keinen öffentlich geförderten Forschungsaktivitäten beteiligt waren. Für diese Unternehmen kann die Mitwirkung an diesen Projekten der Einstieg in eine kontinuierliche Forschungs- und Entwicklungsaktivität bedeuten, wodurch die Innovationskraft im Unternehmen erhöht und dauerhaft gestärkt wird.
- Der internationale Bekanntheitsgrad des Energieforschungsparks Lichtenegg sowie der nationalen Forschungsaktivitäten im Bereich der Kleinwindkraft konnte deutlich gesteigert werden.
- Um eine optimale nationale Verbreitung der Ergebnisse aus IEA Task 27 sowie aus nationalen bzw. internationalen Forschungsprojekten sicher zu stellen wurde mit der Kleinwindkrafttagung, eine öffentliche Fach-Veranstaltung zum Thema Kleinwindkraft ins Leben gerufen und etabliert. Etwa 100 Kleinwindkraftinteressierte aus Wirtschaft, Forschung und Verwaltung zeigten dabei deutlich das große Interesse der Öffentlichkeit an diesem Thema.

- Durch den wechselseitigen Erfahrungsaustausch mit nationalen und internationalen ExpertInnen sowie die Einbindung ausgewählter nationaler Stakeholder in die Task 27 Aktivitäten konnte eine Anbindung der österreichischen Kleinwindkraftszene an internationalen Entwicklungen und Aktivitäten in beide Richtungen sichergestellt werden.
- Mit dem Kleinwindkraftreport wurde der österreichische Kleinwindkraftmarkt erstmals systematisch aufgearbeitet und die Ergebnisse veröffentlicht. Durch die jährliche Aktualisierung des Reports kann die Entwicklung der Kleinwindkraft in Österreich genau beobachtet bzw. die Auswirkungen bestimmter Aktivitäten (z. B. Einführung einer Förderung,...) besser bestimmt werden. Die Ergebnisse des Kleinwindkraftreports werden darüber hinaus auch im nationalen Bericht „Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung“ sowie im „Small Wind World Report“ der World Wind Energy Association berücksichtigt.

7.1. Empfehlungen:

Obwohl das Interesse an der Kleinwindkraft in den letzten Jahren auch in Österreich stark gestiegen ist, bedarf es zusätzlicher Anreize um mit der prognostizierten Entwicklung des Weltmarktes mithalten zu können. Diesbezüglich sollten folgende Punkte andiskutiert werden:

- Eindeutiges Kommitment der Politik zur Kleinwindkraft
- Einführung einer Förderung für KWEA
- Einführung eines Zertifizierungsverfahrens für KWEA als Voraussetzung für die Genehmigung bzw. eine Förderung
- Vereinheitlichung und Standardisierung der Genehmigungsverfahren
- Erhöhung des Bewusstseins in der Bevölkerung für die Kleinwindkraft
- Verstärkte Aus- und Weiterbildung von HerstellerInnen, HändlerInnen sowie PlanerInnen und ErrichterInnen zur Sicherstellung einer hochwertigen Beratung und anschließenden Umsetzung

Kleinwindkraft in besiedelten Gebieten: Vor allem die Möglichkeit Energie auch in dicht besiedelten Gebieten bzw. im Stadtgebiet auf oder in unmittelbarer Nähe zu Gebäuden (z. B. Ein- und Mehrfamilienhäusern) zu erzeugen, stellt eine große Chance für die Kleinwindkraft dar. Diese Entwicklung bietet für die Kleinwindkraft die Chance sich neben der Photovoltaik als ernstzunehmende Option zur dezentralen, erneuerbaren Stromerzeugung in besiedelten Gebieten zu etablieren. Die Errichtung und der Betrieb von KWEA in besiedelten bzw. bewohnten Gebieten bringt jedoch zusätzliche, z. B. sicherheitstechnische Anforderungen mit sich – wie auch diverse nationale und internationale Forschungsprojekte (z. B. Urbane Windenergie, SmallWindPower@Home,...) zeigen. So wird oftmals mangels Erfahrungswerten der Einfluss der Umgebung (Strömungseffekte und Turbulenzen, Einfluss von Hindernissen,...)

auf die Performance der KWEA vernachlässigt. Geringe Erträge bzw. häufige Störungen und Defekte sind unter anderem die Folgen dieser Planungsfehler. Darüber hinaus müssen auch sicherheitstechnische Aspekte (wie z. B. eine potenzielle Gefährdung für Personen und Sachgüter durch qualitativ minderwertige KWEA, Eisabfall und Eiswurf,...) sowie die unmittelbaren Auswirkungen der KWEA (z. B. Schall, Infra- und Körperschall, Vibrationen, Schwingungen) auf das Gebäude, dessen BewohnerInnen sowie die bewohnte Umgebung berücksichtigt werden, um eine Beeinflussung der Lebensqualität zu vermeiden. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass fehlende Expertise bei der Planung und Errichtung von KWEA seitens PlanerInnen und HerstellerInnen oft zu einem Scheitern des Projekts geführt haben.

Literaturverzeichnis

Hirschl, A., Peppoloni, M., Leonhartsberger, K., Environmental Influences on SWT Vibrations and Oscillations, TURbWind Colloquium, Riva del Garda, Italien, 2018

Peppoloni, M., Hirschl, A., Leonhartsberger, K., Operational behaviour of SWT, TURbWind Colloquium, Riva del Garda, Italien, 2018

Castellani, F., Astolfi, D., Peppoloni, M., Natili, F., Buttà, D., Hirschl, A., Experimental vibration analysis of a small scale vertical wind energy system for residential use, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2019

Ajoy Ghatak: Magnitude of oscillations at resonance as function of damping factor Optics, 3E (3rd ed.). Tata McGraw-Hill. p. 6.10. ISBN 978-0-07-058583-6 2005

AEE NÖ-Wien, 2014, Kleinwindkraft – Ein Leitfaden zur Planung und Umsetzung. 2. Auflage, Mai 2014, <http://www.aee-now.at/cms/fileadmin/downloads/allgemein/Kleinwind/Kleinwindkraft%20Leitfaden.pdf>

Biermayr, P., Eberl, M., Enigl, M., Fechner, H., Kristöfel, C., Leonhartsberger, K., Maringer, F., Moidl, S., Schmidl, C., Strasser, C., Weiss, W., Wopienka, E., 2015, Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2014. BMVIT Schriftenreihe 11/2015, Mai 2015, Wien

BMWFJ, 2016, Anforderungskatalog für die Beurteilung von kleinen Windenergieanlagen samt Erläuterungen. Wien: Bundesministerium für Wirtschaft, Jugend und Familie. 02.03.2016 um 09:15 Uhr: <http://www.bmwfj.gv.at/Unternehmen/gewerbetechnik/Documents/Windenergieanlagen.pdf>; 12.4.2017

Easywind GmbH, 2016, Die 1. in Deutschland nach IEC 61400-2 zertifizierte Kleinwindanlage. <http://easywind.org>, 01.03.2018

E-Control, 2015b, ENTSO-E Mix 2015, Gesamtaufbringung nach ENTSO-E, Stromnachweisdatenbank, Datenstand April 2016. Download verfügbar unter <http://www.e-control.at/>

IEA Task 27, 2016, 12. Consumer Label for Small Wind Turbines. New York: International Energy Association http://www.ieawind.org/task_27_home_page.html; 4.4.2019

Jüttemann, P. (2016) Kleinwindkraft-Marktreport – Die besten Kleinwindkraftanlagen in Deutschland. Ausgabe 2016, Version 3.0, Stand März 2016. <http://www.kleinwindkraftanlagen.com/kauf/marktbericht-kleinwindanlagen/>

Summerville, B., 2015, Small Wind Turbine Certification and Labeling. Austrian Small Wind Conference, 15th April 2015

TURBINA Energy AG, 2016, Smart Solutions for Power, Mobility and Communication. <http://www.turbina.de>, 12.05.2016

Twele, J., 2013, Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum. Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Jänner 2013

Warmuth, H., et. al., 2014, Endbericht „Kleinwindkraftanlagen - Qualitätssicherung, Netzeinbindung, Geschäftsmodelle und Information“. Publizierbarer Endbericht, NEUE ENERGIE 2020, Wien, 31. August 2014

WWEA, 2013, The World Wind Energy Association: 2016 Annual Report. New York.

WWEA, 2016, Small Wind World Market 2016.

http://www.wwindea.org/download/small_wind_/SWWR2016-SUMMARYR_2.pdf; 17.3.2016

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausgewählte in Österreich erhältliche Horizontalläufer	10
Abbildung 2: Ausgewählte in Österreich erhältliche Vertikalläufer	11
Abbildung 3: Installierte Gesamtleistung (links) sowie Anzahl (rechts) der weltweit in Betrieb befindlichen KWEA von 2010 bis 2015 (WWEA 2017)	12
Abbildung 4: Anzahl der Ende 2015 weltweit in Betrieb befindlichen KWEA (WWEA 2017)	12
Abbildung 5: Gesamtleistung der Ende 2014 weltweit in Betrieb befindlichen KWEA (WWEA 2017)	13
Abbildung 6: Überblick über nationale Vorarbeiten und Forschungsaktivitäten ab 2012 in Österreich (eigene Darstellung)	17
Abbildung 7: Gruppenfoto des Task 27 Meeting in Minneapolis, USA (links) und in Madrid, Spanien (rechts) © FH Technikum Wien	18
Abbildung 8: Arbeitsplan IEA Wind Task 27 für den Zeitraum Juli 2017 bis Dezember 2018	19
Abbildung 9: Ausarbeitung der Task Berichte im Rahmen des Task 27 Meetings in Madrid (links) © FH Technikum Wien sowie Schwingungsintensität in Abhängigkeit des Dämpfungsfaktors (Ajoy Ghatak, 2005) (rechts)	21
Abbildung 10: Impressionen der Kleinwindkrafttagung 2018 im Energieforschungspark Lichtenegg © FH Technikum Wien	23
Abbildung 11: Kleinwindkraft zum Anfassen (links) sowie Messaufbau zur Evaluierung des Betriebsveraltens von gebäudemontierten KWEA (rechts) © FH Technikum Wien	24
Abbildung 12: Pure Selfmade Workshop mit Jonathan Schreiber im Rahmen der Kleinwindkrafttagung 2018 (links) sowie Überblick über den Energieforschungspark (rechts) © FH Technikum Wien	24
Abbildung 13: Anzahl sowie Gesamtleistung der in Österreich zum Stichtag 31.12.2015 in Betrieb befindlichen KWEA sowie deren Aufteilung auf die Leistungsklassen kleiner 1 kW, 1 kW bis 10 kW sowie größer 10 kW (Quelle: Kleinwindkraftreport Österreich 2016)	27
Abbildung 14: Überblick über die Akteure des österreichischen Kleinwindkraftmarkts im Jahr 2018 (Quelle: Kleinwindkraftreport Österreich 2018)	28
Abbildung 15: Nennleistung und Nabenhöhe der untersuchten KWEA (eigene Darstellung)	29
Abbildung 16: Detailinformationen zu den KWEA der befragten BetreiberInnen	29
Abbildung 17: Entfernung der untersuchten KWEA zum Wohngebäude in m (eigene Darstellung)	30
Abbildung 18: Nennleistung und Investitionskosten pro kW sowie Stromgestehungskosten pro kWh der KWEA der befragten BetreiberInnen	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schwingungen und deren Ursachen

22

Abkürzungsverzeichnis

KWEA.	Kleinwind Energie Anlage
IEC	International Electrotechnical Commission
IEA.	Internationale Energie Agentur
SWT	Small Wind Turbines
WWEA	World Wind Energy Association
PV	Photovoltaik

8 Anhang

- Recommended Practices Micro-Siting Small Wind Turbines for highly turbulent Sites
- Compendium of Task 27 Case Studies
- IEA Wind TCP Task 27 Small Wind Turbine Technical Report



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)