

IEA Windenergie Task 19: Wind Energie in kalten Klimazonen

Arbeitsperiode 2013 - 2015 A. Krenn

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

6/2017

Impressum:

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

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

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

IEA Windenergie Task 19: Wind Energie in kalten Klimazonen

Arbeitsperiode 2013 - 2015

Andreas Krenn, Hans Winkelmeier, Johannes Klappbacher,
Katharina Tiefenbacher, Christoph Tiefgraber
Energiewerkstatt

Stefan Moidl, Florian Maringer, Angela Raberger
Interessensgemeinschaft Windkraft

Friedburg, Juli 2016

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag 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.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

2. Inhaltsverzeichnis

1. Projektedaten.....	2
2. Inhaltsverzeichnis	3
3. Aktualisierte Kurzfassung	4
4. Abstract	5
5. Einleitung	6
Allgemeine Einführung in die Thematik	6
Ausgangssituation/Motivation des Projektes	6
Beschreibung des Standes der Technik.....	7
Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema	8
Kurzbeschreibung des Aufbaus des Ergebnisberichts	10
6. Hintergrundinformation zum Projektinhalt	11
Internationales Kooperationsprojekt und österreichisches Teilprojekt	11
Beschreibung der Projektziele des internationalen Kooperationsprojektes.....	11
Beschreibung der Projektziele des österreichischen Teilprojektes	11
Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise	12
7. Ergebnisse des Projektes	14
Ergebnisse der internationalen Kooperation	14
Ergebnisse des österreichischen Teilvorhabens	16
8. Vernetzung und Ergebnistransfer	20
Darstellung der österreichischen Zielgruppen	20
Einbindung relevanter Stakeholder	20
Beschreibung der Relevanz und des Nutzen der Projektergebnisse	21
9. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen	23
10. Verzeichnisse	26
Literaturverzeichnis	26
Abbildungsverzeichnis	26

3. Aktualisierte Kurzfassung

Im Jahresverlauf treten an einer vom Klima des Standortes abhängigen Anzahl von Tagen Wetterbedingungen auf, welche zu Vereisung führen. Etwa 15 % der derzeitigen Windkraftanlagenstandorte in Österreich können als sogenannte ‚Cold Climate‘ Standorte mit häufiger Vereisung eingestuft werden. Hier stellt die Vereisung eine große Herausforderung sowohl während der Projektierung als auch während des Betriebes der Anlagen dar. Selbst bei den knapper werdenden Standorten in den Regionen Ost-Österreichs, welche eine im Vergleich geringe Vereisungsgefahr aufweisen, treten mehrmals pro Jahr Vereisungsereignisse auf, welche insbesondere in Hinblick auf Sicherheits- und Risikoaspekte zu berücksichtigen sind.

Das Experten des Task 19 der IEA Wind setzen sich seit mehr als 13 Jahren mit den Herausforderungen von Windenergie unter Vereisungsbedingungen auseinander. Das primäre Ziel dieser Forschungs Kooperation ist die Sammlung neuer Erkenntnisse durch wechselseitigen Erfahrungsaustausch sowie globale Vernetzung. Dies wird durch halbjährliche Task Workshops ermöglicht, bei denen nationalen Forschungsprojekte präsentiert und diskutiert werden.

In der gegenständlichen Leistungsperiode wurden durch die Energiewerkstatt folgende drei Forschungsschwerpunkte bearbeitet und in die internationale Kooperation eingebracht:

- (1.) Evaluierung und Vergleich der Genehmigungspraxis und der legislativen Anforderungen in den einzelnen Partnerländern in Hinblick auf die Beurteilung des Risikos durch herabfallende Eisteile von Windkraftanlagen.
- (2.) Evaluierung des Betriebsverhaltens einer Inselstromversorgungsanlage zur intelligenten und bedarfsorientierten Energieversorgung von beheizbaren Windmesssensoren.
- (3.) Evaluierung von vier unterschiedlichen Eisdetektionssystemen anhand der Betriebsdaten eines österreichischen Windparks im Hinblick auf Reaktionszeiten und Sensibilität.

Um gleichzeitig für einen reibungslosen Knowhow Transfer der internationalen Erfahrungen nach Österreich zu sorgen, fungierte die Energiewerkstatt als nationale Schnittstelle zu den IEA-Aktivitäten. Unter Einbeziehung der IGW wurden die internationalen Erfahrungen in Österreich verbreitet. Darüber hinaus wurden mit dem Ziel einer erfolgreichen internationalen Positionierung der österreichischen Forschungsarbeiten und Entwicklungstrends jährlich Basisdaten zur Windenergie für die Jahresberichte der IEA Wind bereitgestellt.

Parallel zu den Arbeiten an den Forschungsprojekten wurden im Zuge der IEA-Kooperation Leitfäden mit Best-Practice Beispielen und Empfehlungen für die Realisierung von Windenergieprojekten unter Vereisungsbedingungen erarbeitet. Diese Dokumente enthalten Vorschläge hinsichtlich international gültiger Definitionen und Klassifizierungssysteme und dienen als Inputs für Normen und Standards.

4. Abstract

Within a year there are a number of days on which icing occurs related to the climate of the location. About 15 % of the current wind turbine sites in Austria can be classified as the so-called 'Cold Climate' locations with frequent icing. Here the icing is a great challenge both, during the project development and during operation of the plant. Even at the locations in the regions of eastern Austria, which have a comparatively low risk of icing, icing appears several times a year. Here this issue must be considered particularly in terms of safety and risks.

The expert team of the "IEA Wind Task 19" has been dealing with the challenges of wind energy in icing conditions for more than 13 years. The primary goal of this research collaboration is to gain new knowledge through mutual exchange of experience and global networking. This is made possible by semi-annual task workshops, where national research projects were presented and discussed.

In the past period Energiewerkstatt carried out the following three researches projects and brought them into the cooperation:

- (1.) Evaluation and comparison of the licensing process and the legislative requirements in each partner country in terms of the assessment concerning the risk of down-falling ice chunks from wind turbines
- (2.) Evaluation of the operational performance of a stand-alone power supply unit for an intelligent, demand-oriented energy supply of heated wind measurement sensors.
- (3.) Evaluation of four different ice detection systems using operational data of an Austrian wind farm with regard to response time and sensitivity.

To ensure a frictionless knowledge transfer of international experience to Austria, Energiewerkstatt has been active as national interface to the IEA activities. The international experience in Austria has been disseminated with the support of the IGW. Furthermore, with the goal of a successful international positioning of the Austrian research activities and development trends, basic data about wind energy have been provided annually for the annual reports of the IEA Wind. Parallel to the work on the research projects, guidelines with examples of best practice and recommendations for the implementation of wind energy projects under icing conditions have been developed in course of the IEA cooperation. These documents contain recommendations on internationally valid definitions and classification systems and serve as inputs for standards.

5. Einleitung

Allgemeine Einführung in die Thematik

Weltweit wird eine große Anzahl von Windenergieanlagen an Standorten installiert, bei denen aufgrund der meteorologischen Voraussetzungen Vereisungsereignisse und niedrige Temperaturen auftreten. Die Vereisungseinflüsse stellen große Herausforderungen sowohl während der Erhebung der Standortqualität als auch während des Betriebs der Anlagen dar. Trotz der ungünstigen Bedingungen ist das Interesse an Windenergie in diesen Klimazonen über die letzten Jahre stark angestiegen und Marktrecherchen zufolge wird sich dieser Trend in den kommenden Jahren fortsetzen: Der BTM World Market Update Report 2012 von Navigant Research, welcher in Kooperation mit dem Task 19 erarbeitet wurde, geht von bereits installierten 70.000 MW (Stand 2012) und von weiteren 50.000 MW (bis 2017) aus, welche in sog. ‚Cold Climate‘ Zonen errichtet wurden / werden [1].

In Österreich können etwa 15 % der derzeitigen Windkraftanlagenstandorte aufgrund der klimatologischen Bedingungen als ‚cold climate‘ Standorte eingestuft werden. Hier stellt die Vereisung eine große Herausforderung sowohl während der Projektierung als auch während des Betriebes der Anlagen dar. Doch selbst bei den knapper werdenden Standorten in den Regionen Ost-Österreichs, welche eine im Vergleich geringe Vereisungsgefahr aufweisen, treten mehrmals pro Jahr Vereisungsereignisse auf, welche insbesondere in Hinblick auf Sicherheits- und Risikoaspekte zu berücksichtigen sind.

Ausgangssituation/Motivation des Projektes

Aufgrund der Relevanz dieses Themenbereiches befasst sich die Energiewerkstatt seit mehr als 10 Jahren mit den Herausforderungen der Entwicklung, Realisierung und des Betriebs von Windenergie unter Vereisungsbedingungen. In zahlreichen kommerziellen Windenergieprojekten und angewandten Forschungsprojekten konnten umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen (siehe Kapitel 2.2.5) gesammelt werden. Seit 2009 ist die Energiewerkstatt als Vertreter Österreichs im Task 19 der IEA Wind vertreten.

Dieser Task wurde 2003 ins Leben gerufen und setzt sich mit den Herausforderungen von Windenergie unter extremen klimatischen Bedingungen (wie niedrigste Temperaturen und Vereisungsbedingungen) auseinander. Die Mitarbeit an diesem weltweiten F&E Programm bietet die Möglichkeit, gemeinsam mit den Experten der Partnerländer neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen zu erforschen und zu entwickeln. Durch wechselseitigen Erfahrungsaustausch sowie globale Vernetzung lassen sich Doppelgleisigkeiten vermeiden – die Effizienz in der Energieforschung nimmt zu. Umgekehrt ergeben sich Synergieeffekte und Möglichkeiten, voneinander und gemeinsamen zu lernen.

Österreichischen Projekten und Produkten, die sich mit den Herausforderungen der Windenergie in „Cold Climate“ befassen, wird eine Plattform geboten, wodurch eine erfolgreiche internationale Positionierung des österreichischen Knowhows erleichtert wird.

Gleichzeitig profitiert die österreichische Windenergiebranche durch den Knowhow Transfer aus anderen Partnerländern nach Österreich, da internationale Trends und Entwicklungen besser erkannt und wahrgenommen werden können. Damit wird gewährleistet, dass

Windenergieprojekte in Österreich entsprechend dem Stand der Technik geplant und realisiert werden. Auf diese Weise können Risiken minimiert und die Wirtschaftlichkeit der Projekte gesteigert werden.

Darüber hinaus erleichtert es die Mitarbeit an diesem weltweiten F&E Programm österreichischen Forschungseinrichtungen, neue Energieforschungsbereiche mit internationaler Unterstützung aufzubauen. Viele Österreichische Firmen und Forschungseinrichtungen verfügen über Technologien und Erfahrung, die bei „Cold Climate“-spezifischen Fragestellungen angewendet werden können. Erst durch die Wahrnehmung dieser Herausforderungen kann eine entsprechende Marktentwicklung österreichischer Unternehmen erfolgen.

Im Ökostromgesetz 2011 ist für die Windenergie ein Ausbauziel von 3.000 MW bis 2020 vorgesehen. Um dieses Ziel zu erreichen, ist aufgrund der knapper werdenden Windkraftanlagenstandorte in der Ostregion davon auszugehen, dass in der nahen Zukunft vermehrt Windenergieprojekte an Standorten in Höhenlagen über 800m und unter Cold Climate Bedingungen entwickelt und betrieben werden. Für diese Standorte ist ein umfangreiches Knowhow im Bereich „Wind Energy in Cold Climates“ erforderlich, um einerseits in der Projektierungsphase die Unsicherheiten und damit Finanzierungskosten zu reduzieren und andererseits die Stillstands-Zeiten und das Betriebsrisiko zu minimieren. Indem Risiken vermieden, Barrieren beseitigt und die Wirtschaftlichkeit dieser Projekte gesteigert wird, ist eine Mitarbeit beim Task 19 der IEA Wind ein wesentlicher Beitrag für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems.

Beschreibung des Standes der Technik

Die Herausforderungen an Cold Climate Standorten für Windenergie reichen von noch ungeklärten Fragestellungen bei der Vereisungsklimatologie und der Vereisungsprognose über die Abschätzung der Auswirkungen auf die Energieproduktion bis zum Themenbereich der Risikoabschätzung beim Betrieb der Anlagen unter Vereisungsbedingungen.

Schnee, Eis und tiefe Betriebstemperaturen erschweren die Durchführung von Windmessungen und den anschließenden Betrieb der Windkraftanlagen. Die daraus resultierenden Betriebseinschränkungen beeinflussen in weiterer Folge die Wirtschaftlichkeit der Projekte. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren nur unzureichend geeignete bzw. überprüfte Technologien zur Vereisungsmessung, zur Untersuchung der Standortqualität unter Vereisungsbedingungen sowie zur Beheizung der Rotorblätter. Darüber hinaus besteht ebenfalls großer Informationsbedarf im Hinblick auf die sicherheitsrelevanten Auswirkungen der Eisbildung an den Flügeln während des Betriebs der Anlagen.

Die Partner im Task 19 setzen sich mit diesen Fragestellungen auseinander und diskutieren diese während der gemeinsamen Task Meetings.

Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema

Die Energiewerkstatt kann auf umfangreiche Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Themenbereich „Windenergie in Cold Climates“ verweisen:

A.) Abgeschlossene Projekte

- Im Rahmen des Forschungsprojektes „Tauernwindpark Oberzeiring, Wind Energy at Alpine Sites with Severe Weather Conditions“ (5. Rahmenprogramm, Vertrag Nr. NNE5-1999-00629) wurden im Jahr 2001 umfangreiche Recherchen zum damals aktuellen Stand der Technik im Themenbereich Rotorblattheizung durchgeführt. Im ursprünglichen Projektkonzept für den Tauernwindpark war vorgesehen, dass von der finnischen Firma Kemijoki Arctic Technology Oy eine Elektro-Widerstandsheizung in der Oberfläche der Rotorblätter eingebracht wird. Aufgrund der zu ungewissen technologischen Risiken wurde letztendlich vom Lieferanten der Windkraftanlagen auf den Einbau der Heizung verzichtet und stattdessen ein Oberflächenbeschichtungskonzept erprobt, welches jedoch keinen Erfolg zeigte. Darüber hinaus wurden im Zuge des Projektes gemeinsam mit dem Finnischen Meteorologischen Institut Eisdetektoren und beheizbare Windsensoren erprobt.
- In dem von der KPC finanzierten Projekt „Vereisungsmessung Sternwald, Erfassung und Prognose von Vereisungszeiträumen als Grundlage zur Planung von Windkraftanlagen an vereisungsgefährdeten Standorten“, Projekt GZ A2.10354, wurde ein vergleichender Test von Eisdetektoren und beheizbaren Windsensoren durchgeführt. Des Weiteren wurde im Rahmen dieses Projektes ein neu entwickeltes Eisdetektionssystem mittels Schwingungsanalyse der Rotorblätter erprobt.
- In dem von der Universität Salzburg koordinierten Interreg IIIB Forschungsprojekt „Alpine Wind Harvest“ (Project A/I-2/3.1/5) war die Energiewerkstatt als Subauftragnehmer mit der Durchführung von Windmessungen an alpinen Standorten befasst, wobei auch hier besonderes Augenmerk auf die Thematik der zu erwartenden Vereisung gelegt wurde. Im Rahmen dieses Projektes wurden auch die Betriebserfahrungen von bestehenden Windkraftanlagen an alpinen Standorten in Österreich, Italien/Südtirol, Frankreich/Rhone Alpes, Slowenien und in der Schweiz untersucht.
- Die Energiewerkstatt war gemeinsam mit der Firma Meteotest aus der Schweiz Veranstalter der dreiteiligen Seminarserie „Eis & Rocks“, welche sich mit den Herausforderungen der Windenergie an komplexen Standorten und unter Vereisungsbedingungen befasste. Aufgrund eines sehr regen Interesses an einer Fortführung dieser Veranstaltungsserie, plant die Energiewerkstatt für die kommenden Jahre eine „Ice&Rocks IV“.
- Als Ergebnis des im Jahr 2009 abgeschlossenen Projektes Windatlas und Windpotentialstudie Österreich (Programmschiene Neue Energie 2020 - Projektnr. 818-903) liegt eine hoch aufgelöste Windkarte vor. Neben Windmessdaten wurden bei der Erstellung des Windatlas auch Ertragsdaten bestehender Windkraftanlagen verwendet. Damit diese verwendet werden konnten, mussten Vereisungsperioden bei der Datenevaluierung mitberücksichtigt werden.

- Im Zuge der Mitarbeit beim 3rd Term des IEA Task 19 (P.-Nr.: 824-959) hat die Energiewerkstatt die Ertragsdaten der Turbinen des Windparks Moschkogel für die Jahre 2005 bis 2010 evaluiert und bewertet. Die Erfahrungen aus diesen Arbeiten werden in das gegenständliche Projekt eingebracht. Das themenspezifische Poster mit dem Titel „Technical Assessment of Rotor Blade Heating Systems in the Austrian Alps“ wurde bei der Winterwind 2011 in Umea, Schweden präsentiert.
- Das im Jahr 2014 abgeschlossene FP6 Projekt „SEEWIND - Wind Energy Exploitation in South East Europe“ beschäftigte sich unter anderem mit der Nutzung von Windenergie an exponierten und stark gegliederten Standorten, also bei hohen Turbulenzintensitäten und unter Vereisungsbedingungen. Insbesondere der Standort in Serbien ist sehr exponiert gelegen, wodurch bei der Projektentwicklung sämtliche Aspekte der „Wind Energy in Cold Climates“ zu berücksichtigen sind.

B.) Laufende Projekte

- Mit dem 1. März 2012 hat das vom Klima und Energiefond geförderte Projekt „Beobachtung von Eisabfall von Windenergieanlagen“ (GZ B160329) begonnen. Dieses Projekt wird zusammen mit der Universität für Bodenkultur und der IGW durchgeführt. Für die Bewertung des Risikos durch Eisabfall von Windenergieanlagen ist eine ausreichende Datenbasis hinsichtlich Verfrachtungsweite, Form, Gewicht und Dichte der Eisstücke bei gegebener Anlagengröße und bekannten meteorologischen Parametern notwendig. Zur Generierung einer repräsentativen Statistik werden zunächst reale Eisabfallereignisse beobachtet und dokumentiert. Die geschieht einerseits in Form von systematischen Erhebungen mit dem Ziel einer hohen Datengenauigkeit an definierten Windenergieanlagenstandorten im Burgenland, im Alpenvorland und in den Alpen. Andererseits protokollieren Mühlenwarte österreichischer Windparks anhand vorgefertigter Formblätter eine möglichst hohe Anzahl von Eisabfallereignissen.
- Aufbauend zum oben beschriebenen Projekt „Beobachtung von Eisabfall von Windenergieanlagen“ wird im Projekt „R.Ice - Risikoanalysen für Folgen der Eisbildung an Windkraftanlagen“ ein Eisatlas für Österreich erarbeitet, Eisfallereignissen mittels innovativer Bildgebungsverfahren beobachtet sowie Maßnahmen und Richtlinien, die zu einer überprüfbaren Reduktion des Eisfallrisikos führen, erarbeitet. Das Projekt hat eine Laufzeit von drei Jahren (2016 – 2018) und wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert (Pr.Nr. 853-629).
- In der laufenden Periode des Task 19, die bis Ende 2018 läuft, leitet die Energiewerkstatt ein internationales Projekt, das sich mit der Entwicklung eines Standards für die Erarbeitung von Eisfall-/Eiswurfisikogutachten befasst. Darüber hinaus wird die neu installierte Vestas Rotorblattheizung anhand von Betriebsdaten eines österreichischen Windparks evaluiert.

Kurzbeschreibung des Aufbaus des Ergebnisberichts

Im Anschluss an dieses einleitende Kapitel werden Hintergrundinformationen zum Projektinhalt gegeben. Neben der Darstellung des internationalen Kooperationsprojektes und der Aufgabenstellung des Österreichischen Teilprojektes im Task/Annex werden die Projektziele bezogen auf das Kooperationsprojekt und auf das österreichische Teilprojekt beschrieben. Darüber hinaus wird in diesem Kapitel auf die verwendete Methodik eingegangen.

Anschließend werden die Ergebnisse des Projektes dargestellt. Im Anschluss an die Beschreibung der Ziele der internationalen Kooperation und des nationalen Beitrags werden die Projektergebnisse klar, verständlich und übersichtlich dargestellt. Weiters wird auf Veröffentlichungen, die aus diesem Projekt hervorgegangen sind, eingegangen.

Aufgrund der hohen Relevanz hinsichtlich Vernetzung und Ergebnistransfer wird in einem separaten Kapitel die österreichische Zielgruppe, für die die Projektergebnisse relevant sind, sowie die Relevanz und der Nutzens der Projektergebnisse beschrieben.

Im abschließenden Kapitel wird auf die in dem Projekt gewonnenen fachlichen Erkenntnisse eingegangen. Es wird dargestellt, für welche anderen Zielgruppen die Projektergebnisse relevant sind und welche weiterführenden nationalen Forschungsprojekte bzw. IEA-Kooperationsprojekte im Themenbereich geplant sind bzw. schon durchgeführt werden.

6. Hintergrundinformation zum Projektinhalt

Internationales Kooperationsprojekt und österreichisches Teilprojekt

Der Task 19 der IEA Wind „Wind Energy in Cold Climates“ wurde im Jahr 2002 mit dem Ziel gegründet, sich mit den Herausforderungen der Windenergie in kalten Klimazonen zu befassen, Best-Practice Beispiele zu sammeln und darauf aufbauend Empfehlungen für die Industrie zu erarbeiten. Partnerländer im Task sind: Kanada, China, Belgien, Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland, Schweiz, Deutschland, Großbritannien sowie Österreich.

Die Aktivitäten fokussieren auf Fragen in Zusammenhang mit der Anwendung von Technologien in kalten Klimazonen unter Berücksichtigung von meteorologischen und betrieblichen Informationen. Die Entwicklung dieser Technologien schreitet in den unterschiedlichen Ländern schnell voran und hat Großteils eine Wettbewerbssituation erreicht. Allerdings fehlen Richtlinien zur Standardisierung der einzelnen Technologien.

Das österreichische Teilprojekt wurde in Kooperation zwischen der Energiewerkstatt und der IG Windkraft erbracht. Während die Energiewerkstatt v.a. die fachlich inhaltlichen Themen bearbeitete, wurde der österreichische Beitrag für die Annual Reports der IEA Wind federführend von der IGW verfasst.

Beschreibung der Projektziele des internationalen Kooperationsprojektes

Entsprechend der generellen Zielsetzung des Task 19 fokussierten die Aktivitäten in der vierten Periode auf Fragen in Zusammenhang mit der Anwendung von speziellen Technologien in kalten Klimazonen unter Berücksichtigung von meteorologischen und betrieblichen Informationen. Die Ziele dieser Periode gliederten sich in folgende 5 Hauptthemen:

- a) Entwicklung von Windenergieprojekten in kalten Klimazonen
- b) Eismessungen, Vorhersage von Eisbildung sowie Kartierung von Vereisungshäufigkeit & -intensität
- c) Zertifizierung von neuen Windenergie-technologien in kalten Klimazonen
- d) Sicherheit und Akzeptanz
- e) Design von Fundamenten für Windkraftanlagen in kalten Klimazonen

Beschreibung der Projektziele des österreichischen Teilprojektes

Durch die Energiewerkstatt wurden in der Berichtsperiode folgende drei Forschungsschwerpunkte bearbeitet und in die internationale Kooperation eingebracht:

- a.) Evaluierung und Vergleich der Genehmigungspraxis und der legislativen Anforderungen in den einzelnen Partnerländern in Hinblick auf die Beurteilung des Risikos durch herabfallende Eisteile von Windkraftanlagen.
- b.) Evaluierung des Betriebsverhaltens des Prototyps einer autonomen Stromversorgung in Kombination mit der intelligenten, bedarfsorientierten Steuerung für beheizbare Windmesssensoren und des Batteriespeichers. Es sollte untersucht werden, wie

zuverlässig diese Technologie arbeitet und inwieweit durch den Einsatz dieser Anlage die Datenverfügbarkeit und Datenqualität von Messungen an Cold Climate Standorten erhöht werden kann.

- c.) Evaluierung vier verschiedener Eisdetektionssysteme anhand der Betriebsdaten eines alpinen österreichischen Windparks sowie Bewertung der Eignung und Zuverlässigkeit im Hinblick auf Reaktionszeiten und Sensibilität

Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise

a.) Beurteilung des Risikos durch Eisfall im internationalen Kontext:

Zur Erhebung der länderspezifischen Richtlinien im Genehmigungsverfahren bzw. üblichen Genehmigungspraxis zum Thema Risiko durch Eisfall wurde ein Fragenkatalog erstellt, der jedem Partner der IEA Task 19 zur Bearbeitung übergeben wurde. Ergänzend wurden Interviews mit Experten der jeweiligen Länder durchgeführt. Dabei wurde zunächst recherchiert, nach welchen Gesichtspunkten in den Partnerländern das Ausmaß der Sicherheitszonen um die Windkraftanlagen festgelegt wird. Des Weiteren wurde untersucht, welche Auflagepunkte aus dem Genehmigungsbescheid in Hinblick auf Eisdetektion einzuhalten sind. Wesentlich in diesem Zusammenhang ist auf welche Art und Weise Eis detektiert wird, ob eine Verpflichtung zum Abschalten der Anlage bei Eisansatz besteht, ob Rotorblattheizungen vorgeschrieben sind, ob diese automatisch gestartet werden dürfen und welche Maßnahmen zur Absicherung des Gefährdungsbereiches zu erfüllen sind.

b.) Betriebsevaluierung einer Inselstromversorgung für beheizbare Windmesssensoren

Ein Prototyp einer von der Energiewerkstatt entwickelten Inselstromversorgungsanlage war seit Oktober 2011 an einem alpinen Standort in Österreich in Betrieb. Im Zuge der Evaluierung wurde zunächst bilanziert, wie viel Energie durch die einzelnen Komponenten erzeugt wird und wie viel Energie für die Beheizung der Windmesssensoren notwendig ist. Des Weiteren wurde anhand der Webcam-Bilder evaluiert, wie gut die durch synoptische Beobachtungsdaten gesteuerte Platine die Vereisungsereignisse erkannt hat. Zu diesem Zweck wurde ein Softwaretool zur Auswertung der Logfiles programmiert. Diese Logfiles enthalten sämtliche benötigten Informationen wie Temperatur, Luftfeuchte, Ladungszustand der Akkumulatoren und die produzierte Energie der Erzeuger. Zur Verifizierung der Auswertungen werden diese Daten den Webcam-Bildern gegenüber gestellt und somit auf Vereisungsproblematiken geschlossen. Darüber hinaus wurde mithilfe der Partner im Task erhoben, welche technologischen Lösungen in den Partnerländern des Tasks angewendet werden und wie sich deren Betriebsergebnisse im Vergleich zum Produkt der Energiewerkstatt darstellen.

c.) Evaluierung vier verschiedener Eisdetektionssysteme

Die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit von Eiserkennungssystemen ist sowohl in Hinblick auf sicherheitsrelevante Aspekte als auch auf Minimierung von Ertragsverlusten bedeutsam.

In den Fischbacher Alpen, südlich von Müzzzuschlag, befinden sich in Summe drei Windparks, die aufgrund der Höhenlage extremen meteorologischen Bedingungen mit mehr als 30d instrumenteller Vereisung ausgesetzt sind. Gleichzeitig bieten die vorhandenen Daten (Betriebsdaten dreier unterschiedlicher WP, meteorologische Daten mehrerer Windmessungen, Daten von Vereisungssensoren, Webcam-Beobachtungen,...) die Möglichkeit für vergleichende Analysen und Ableitung von Verbesserungsvorschlägen.

Für die Auswertungen wurden folgende unterschiedliche Sensoren und Bewertungsalgorithmen verwendet:

- Beim WP Moschkogel wird Eis u.a. über die sogenannte Leistungskurvenmethode (Soll-Ist-Vergleich) detektiert.
- Beim WP Steinriegel I sind 3 WKA mit dem Labko Eissensoren (LID-3300IP) bestückt (WKA No. 1, 5 und 10). Diese drei Sensoren schalten die WKA gruppenweise.
- Beim WP Steinriegel II sind es vier Labko Eissensoren. Auch hier wird gruppenweise geschaltet. Zusätzlich dazu ist die Leistungskurvenmethode zur Eiserkennung aktiviert. Entsprechend dem derzeitigen Modus schaltet das sensiblere der beiden Systeme.
- Beim Steinriegel I sind seit Herbst 2014 an der WKA 05 in Summe neun Sensoren der Fa. Eologix installiert. Dieser Sensortyp wurde in den vergangenen Jahren vom Grazer Start-up Eologix entwickelt.
- Darüber hinaus arbeiten andere WKA-Hersteller (e.g. Senvion) über den Vergleich eines beheizten mit einem unbeheizten Anemometer. Diese Anlagen stehen zwar nicht im gegenständlichen P-Gebiet zur Verfügung, dafür aber die Daten einer Windmessung, die mit einem beheizten und einem unbeheizten Anemometer ausgestattet ist
- Des Öfteren werden Vereisungsperioden auch mittels synoptischer Betrachtung (Betrachtung der Luftfeuchte und Temperatur) identifiziert. Diese Daten wurden/werden teilweise bei den WKA und im Detail bei den Windmessungen aufgezeichnet.

7. Ergebnisse des Projektes

Ergebnisse der internationalen Kooperation

Neben den internen Deliverables für das Executive Committee Meeting der IEA Wind wurden folgende Ergebnisse im Zuge der internationalen Kooperation erarbeitet:

1. Market Study

Aufgrund der hohen Bedeutung einer aussagekräftigen Marktstudie über das Windenergiepotential unter Vereisungsbedingungen wurde im Task entschieden, eine Kooperation mit dem renommierten Research Zentrum Navigant einzugehen. Dahingehend erarbeiteten die Partnerländer ein separates Kapitel zu Windenergiepotentialen unter Vereisungsbedingungen und stellten es für eine Publikation im BTM Wind Report 2012 zur Verfügung. Das globale Ergebnis ist in der folgenden Abbildung ersichtlich:

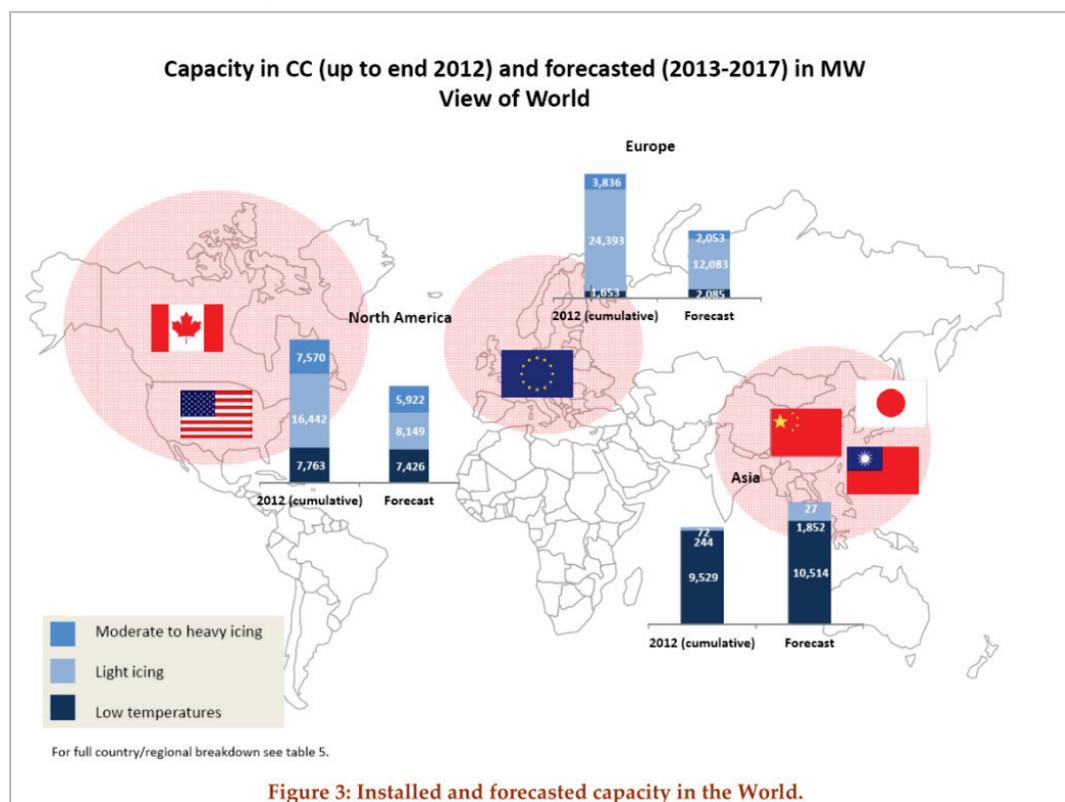


Abbildung 1: Windenergiekapazität in ‚Cold Climate Regions‘ [1]

2. Available Technologies Report

Dieser Bericht fasst die aktuell verfügbaren State-of-the-Art-Technologien für Cold-Climate-Anwendungen zusammen und richtet sich primär an Projekttechniker bzw. Konsulenten, die Projektentwickler beraten. Abgedeckt ist die gesamte Wertschöpfungskette von CC-Themen, wobei die wesentlichen Ergebnisse in Tabellenform zusammengefasst sind. Der Bericht wird im Mai 2016 vom Executive Committee der IEA Wind freigegeben und ist anschließend auf der Task-Homepage abrufbar. (Vgl. [2]).

3. Recommended Practices Report

Bei der Überarbeitung des Recommended Practices Report wurde die vom Task 19 im Jahr 2012 publizierte Vereisungsklassifizierung anhand von anonymisierten Betriebsdaten evaluiert und bestätigt. (Vgl. [3] und [4]).

Darüber hinaus wurde ein Ablaufschema für die Bewertung des Risikos durch Eiswurf/-fall erarbeitet und 2015 publiziert. (Vgl. [5]).

4. Standardisierte Methode zur Bewertung von vereisungsbedingten Ertragsverlusten

Im Zuge der vergangenen Periode wurde eine robuste Methode zur Bewertung von vereisungsbedingten Ertragsverlusten anhand von SCADA Daten entwickelt und validiert. Mit dieser Methode können die Vereisungsintensitäten verschiedener Standorte miteinander verglichen werden sowie die Effektivität von unterschiedlichen Rotorblattheizungen im Vergleich zu unbeheizten Windkraftanlagen bewertet werden. (Vgl. [2] und [6]).

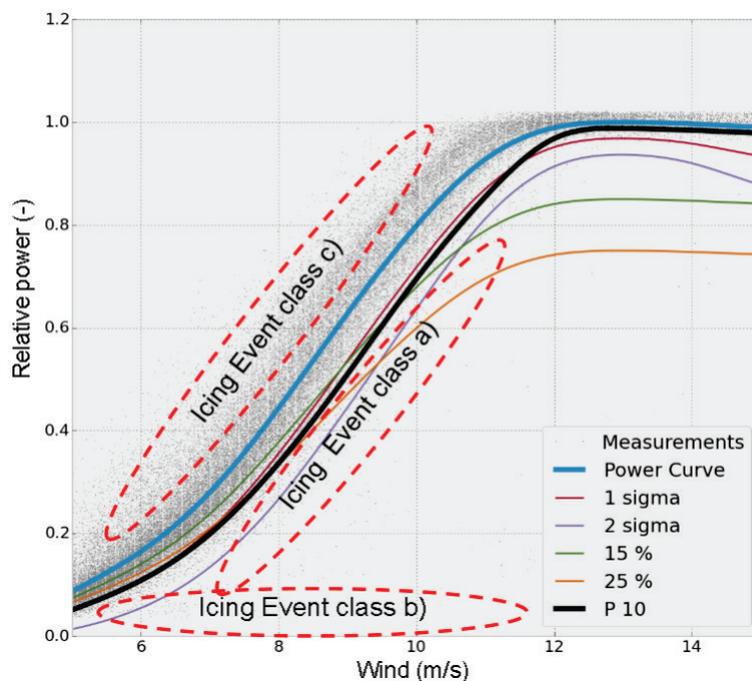


Abbildung 2: Bewertung von Ertragsverlusten anhand des Task-19-Tools [2]

Das Bewertungstool steht unter dem Link http://ieawind.org/task_19/Task19%20Ice%20Loss%20Method.html kostenlos zum Download bereit.

5. Neue Homepage für den Task 19

Gemeinsam mit den Partnern wurde eine neue Homepage für den Task 19 erarbeitet und in die generelle Homepage der IEA Wind integriert. Das Ergebnis ist unter http://www.ieawind.org/task_19.html abrufbar.

Ergebnisse des österreichischen Teilvorhabens

Neben den gemeinsam erarbeiteten Ergebnissen wurden von der Energiewerkstatt folgende Resultate erarbeitet:

1. Beurteilung des Risikos durch Eiswurf/-fall von Windkraftanlagen

Bis in die frühen Zehnerjahre wurde das Risiko durch Eiswurf/-fall meist anhand von einfachen Faustformeln bewertet. Mittlerweile sind jedoch in vielen Ländern detaillierte Eisfallrisikogutachten im Zuge der Genehmigungsverfahren vorzulegen. Große Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern bestehen in den geforderten bzw. vorgeschriebenen Maßnahmen, die das Risiko weiter minimieren sollen. Während Warntafeln und Blinklichter in sehr vielen Ländern erforderlich sind, ist das Abschalten von Windkraftanlagen bei Eisansatz nur in manchen Ländern behördlich vorgeschrieben. Meist wird projekt- bzw. standortspezifisch entschieden, ob die Anlagen bei Vereisungsbedingungen weiter betrieben werden dürfen, in manchen Ländern ist ein Weiterbetrieb generell erlaubt. Auffallend ist darüber hinaus, dass kein direkter Zusammenhang zwischen den behördlichen Anforderungen und der Bevölkerungsdichte sowie der Vereisungsintensität der einzelnen Länder feststellbar ist. (Die Detailergebnisse der Untersuchung wurden in [7] publiziert.)

2. Evaluierung des Betriebsverhaltens des Prototyps einer autonomen Stromversorgung

Das Betriebsverhalten der MORE konnte an zwei Standorten mit sehr hoher Vereisungsintensität (zw. 15 und 25% instrumenteller Vereisung in vier Monaten) überprüft werden. Bei der Auswertung der Messdaten vom Standort No.1 zeigte sich, dass aufgrund der abgestimmten Dimensionierung der Komponenten PV und Wind nur in sehr seltenen Fällen die Brennstoffzelle als Backup einspringen musste. Darüber hinaus konnte der erforderliche Heizenergiebedarf infolge des intelligenten Energiemanagementsystems auf etwa die Hälfte reduziert werden.

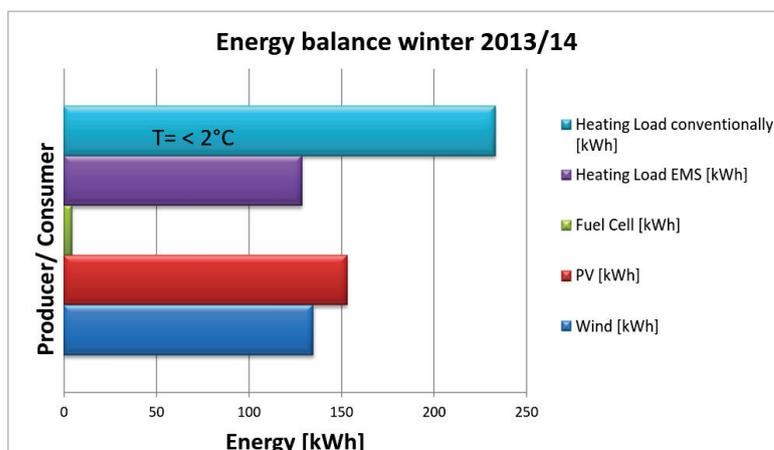


Abbildung 3: Energiebereitstellung und- bedarf der MORE am Standort No.1 [8]

Ähnlich wie beim Standort 1 konnte auch beim Standort 2 eine technische Verfügbarkeit sowie Datenverfügbarkeit von 100% erreicht werden. Damit konnte belegt werden, dass mit dieser Technologie Windmessungen auch an Standorten, die schwer erreichbar

sind, über keinen Stromanschluss verfügen und ein hohes Vereisungspotential aufweisen, mit annähernd 100% Datenverfügbarkeit betrieben werden können. (Die Detailergebnisse der Untersuchung wurden in [8] publiziert.)

3. Evaluierung vier verschiedener Eisdetektionssysteme

Die korrekte Detektion von Vereisung an Windkraftanlagen ist entscheidend in Hinblick auf die Verringerung des Risikos durch Eisfall (z.B. durch das rechtzeitige Abschalten der WKA sowie Aktivierung von Warnblinklichtern), aber auch hinsichtlich der Minimierung von Ertragsverlusten während Eisansatz an den Rotorblättern und der damit verbundenen Stillstandszeiten.

In der gegenständlichen Studie wurde die Performance von drei unterschiedlichen Eisdetektionssystemen (Labko LID-3300IP Sensor, Eologix Sensor sowie Enercon Leistungskurvenmethode) anhand von Daten der drei Windparks ‚Moschkogel‘, ‚Steinriegel I‘ und ‚Steinriegel II‘ untersucht. Da die Auswertung anhand vorhandener Installationen und Daten erfolgte, sind die erreichte Qualität und Aussagekraft nicht vergleichbar mit den Ergebnissen, die bei einem eigens durchkonzeptionierten Teststand möglich gewesen wären. So wurde als Referenz für die Bewertung der Vereisungszeiträume eine Datenbasis verwendet, die sich durch den Vergleich eines beheizten und eines unbeheizten Anemometers sowie den Bildern einer auf einer WKA montierten Webcam ergibt und somit die Dauer der instrumentellen Vereisung an Windmessgeräten darstellt.

Generell ist hervorzuheben, dass zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts alle drei Technologien in Hinblick auf Personenschutz zertifiziert sind. Gleichzeitig stellen die unterschiedlichen Messprinzipien der Detektionssystem bei der Bewertung der Performance der einzelnen Eisdetektionssysteme eine wesentliche Herausforderung dar. In diesem Zusammenhang ist einerseits die Positionierung der Sensoren relevant: Während der stationäre Labko-Sensor die punktuellen Bedingungen in Nabenhöhe abbildet, detektieren die Eologix-Sensoren und die Leistungskurvenmethode Eis am Rotorblatt. Darüber hinaus bildet der Labko-Sensor aufgrund der Beheizung während des Messvorganges die meteorologische Vereisung ab, während der Eologix-Sensor sowie die Enercon-Leistungskurvenmethode die instrumentelle Vereisung messen. Da die beiden letztgenannten Systeme in Redundanz verwendet wurden, ist auch ein direkter Vergleich der Leistungskurvenmethode und der Eologix-Sensoren nicht möglich. Auch eine Aussage zum (in der Zwischenzeit) zertifizierten Eologix-Eiserkennungssystem, welches die Vereisungsmeldungen aller Sensoren miteinander verknüpft und über dieses aggregierte Ergebnis eine Meldung an die WKA ausgibt, kann nicht gemacht werden, da der entsprechende Algorithmus erst Ende 2015 zertifiziert wurde und der Energiewerkstatt nicht zur Verfügung stand.

Aus diesem Grund wurde in der weiteren Bewertung primär auf den Detektionszeitpunkt der einzelnen Sensoren Bezug genommen. Dabei zeigte sich sowohl bei einer pauschalen Jahresbetrachtung als auch bei der Analyse der Einzelfälle ein äußerst inhomogenes Bild: Es sind nicht nur teilweise große Diskrepanzen erkennbar beim

Vergleich der unterschiedlichen Technologien, sondern auch beim Vergleich der Ergebnisse der Sensoren gleicher Funktionsweise untereinander. So kommt es bei den meisten Ereignissen sowohl bei den Labkos als auch bei den Eologix-Sensoren zu einer Vereisungsmeldung nicht aller Sensoren. Naheliegender Weise wird an den außenliegenden Eologix-Sensoren i.d.R. deutlich früher Eis detektiert als an den weiter innen liegenden. Des Weiteren gibt es sowohl Events, bei denen lediglich die Eologix-Sensoren Vereisung detektieren, als auch Ereignisse, bei denen nur die die Labkos eine Eismeldung ausgeben.

Aufgrund der redundanten Verschaltung der Labko-Sensoren und der Leistungskurvenmethode im Windpark Steinriegel II lässt sich analysieren, wie häufig die beiden Systeme Eis detektiert haben. Dabei zeigt sich, dass die Labko-Sensoren für knapp 90% der Vereisungsmeldungen verantwortlich und damit deutlich sensibler waren als die Leistungskurvenmethode.

In diesem Zusammenhang ist aus Sicht der Energiewerkstatt festzuhalten, dass zwar alle drei Technologien zertifiziert bzw. überprüft sind, aufgrund fehlender Standards für die Zertifizierung der Sensoren kein objektiver Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Eisdetektionssystemen in Hinblick auf ihre Eignung zur Detektion sicherheitsrelevanter Eismassen möglich ist.

Vorab erforderlich wäre eine Definition, ab welchen Grenzwerten bei den einzelnen Systemen eine relevante Vereisung in Hinblick auf Personenschutz erreicht ist, um anschließend die Technologien entsprechend zertifizieren zu können. Dazu braucht es jedoch noch weitere Untersuchungen, um beispielsweise den Einfluss der Parametrisierung der Labko-Sensoren besser bewerten zu können.

Der Bericht wird auf der Homepage der Energiewerkstatt (www.energiewerkstatt.org) zum Download bereitgestellt.

4. Österreichische Beiträge für die Annual Reports der IEA Wind

Neben den Publikationen zur inhaltlichen Arbeit der Energiewerkstatt wurde im Zuge des gegenständlichen Projektes von der IG Windkraft in Kooperation mit der Energiewerkstatt jährlich eine umfassende Beschreibung des Status der österreichischen Windenergiebranche verfasst. Neben den aktuellen Installationszahlen von Windkraftanlagen sowie einer Darstellung der Akteure erfolgte eine kurze Beschreibung und Bewertung der rechtlichen Rahmenbedingungen und Ziele sowie der Maßnahmen zur Zielerreichung. Des Weiteren wurden Angaben zu Investitions- und Betriebskosten, zu den Marktanteilen der Anlagenhersteller sowie zu volkswirtschaftlichen Auswirkungen gemacht. Die Beiträge sind unter den folgenden Links abrufbar:

http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2012/Austria.pdf

http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2013/Austria.pdf

http://www.ieawind.org/annual_reports_PDF/2014/Austria.pdf

8. Vernetzung und Ergebnistransfer

Darstellung der österreichischen Zielgruppen

Projektentwickler und Betreiber von Windkraftanlagen an vereisungsgefährdeten Standorten sind die Hauptzielgruppe der Untersuchungen und Erkenntnisse. Angefangen von verbesserten Technologien bei der Standorterhebung bis zu einer verlässlichen Detektion von Vereisung an den Rotorblättern während des Betriebes der Anlagen kommen sämtliche Arbeiten der internationalen Kooperation und des österreichischen Teilprojektes direkt oder indirekt dieser Zielgruppe zu Gute.

Neben der Hauptzielgruppe sind die Untersuchungen und Ergebnisse auch für Forschungseinrichtungen, die sich mit entsprechenden Forschungsaspekten beschäftigen, interessant.

Darüber hinaus profitieren österreichische Technologieunternehmen (e.g. Sensorhersteller) vom Austausch mit den Experten des Task 19.

Die österreichischen Beiträge für die Annual Reports der IEA Wind liefern eine gute Übersicht über die Entwicklung und den Stand der Windkraftnutzung in Österreich und sind somit für unterschiedlichste Personengruppen (auch Politiker und Entscheidungsträger) interessant.

Einbindung relevanter Stakeholder

Aufgrund der langjährigen Tätigkeit der Energiewerkstatt als Planungsbüro besteht ein laufender Austausch mit den Betreibern von Windkraftanlagen. Auch zu Forschungseinrichtungen, die sich mit dem Thema Vereisung befassen, besteht aufgrund gemeinsamer Projekte ein enger Kontakt.

Im Vorfeld zur Evaluierung der Eisdetektionssysteme wurde von den involvierten Stakeholdern ein NDA unterzeichnet, das die Verwendung der zur Verfügung gestellten Datensätze regelt. Die involvierten Parteien wurden während der Evaluierungsphase laufend über die Ergebnisse unterrichtet und die weitere Vorgehensweise wurde gemeinsam mit ihnen abgestimmt.

Sämtliche andere Zielgruppen wurden mittels vielfältiger Disseminations-Aktivitäten über die Ergebnisse der Arbeitspakete informiert. Dazu wurden regelmäßig bei internationalen Konferenzen Präsentationen zur Arbeit des Tasks 19 publiziert. Zusätzlich wurden ein ‚Recommended Practices Report‘ und ein ‚Available Technologies Report‘ verfasst und publiziert, welche als Referenz für den derzeitigen Wissensstand zum Thema Windenergie in kalten Klimazonen verwendet werden können.

Beschreibung der Relevanz und des Nutzen der Projektergebnisse

1. Bewertung des Risikos durch Eisfall von Windkraftanlagen

Die Energiewerkstatt befasst sich seit mittlerweile mehr als fünf Jahren mit der Bewertung des Risikos durch Eisabfall. Einerseits konnte umfangreiches Wissen in nationalen Forschungsprojekten generiert werden, andererseits war der internationale Austausch mit den Experten im Task 19 entscheidend, um einen Überblick zu diesem Thema zu erhalten.

Durch den Vergleich mit anderen Nationen konnte nachgewiesen werden, dass in Österreich die Genehmigungspraxis hinsichtlich der Bewertung des Risikos durch Eiswurf/-fall von Windkraftanlagen verhältnismäßig stringent gehandhabt wird. Dies betrifft beispielsweise die Forderung nach detaillierten Eisfallrisikogutachten. Aber auch die Verpflichtung, dass Windkraftanlagen selbst in der Nacht an entlegenen alpinen Standorten bei vereisten Rotorblättern abzuschalten sind, ist im internationalen Vergleich auffallend. Durch diese Publikation kann sowohl bei den Behörden im Inland, aber auch im Ausland einen Denkanstoß liefern, um zu einer einheitlicheren, objektiven Herangehensweise zu gelangen, welche letztendlich den österreichischen Windkraftbetreibern zugutekommen wird.

2. Evaluierung des Betriebsverhaltens des Prototyps einer autonomen Stromversorgung

Für die Bewertung der Standortqualität (auch gegenüber Kreditinstituten) ist eine hohe Verfügbarkeit und Qualität der Windmessdaten erforderlich. Mit der Betriebsdatenevaluierung konnte nachgewiesen werden, dass mit der MORE eine Technologie vorliegt, die diese Anforderungen auch an entlegenen Standorten erfüllen kann. Aufgrund der langfristigen Vorteile, die sich aus der Verwendung der MORE ergeben, sind mehr und mehr Investoren bereit, auf diese Technologie zurück zu greifen.

3. Evaluierung vier verschiedener Eisdetektionssysteme

Infolge verbesserter Kenntnisse zur Sensitivität sowie den Vor- und Nachteilen der einzelnen Eisdetektionssysteme sind Betreiber eher in der Lage, Ertragsverluste durch unnötige Stillstandszeiten zu vermeiden bzw. sicherheitsrelevante Vereisung an den Rotorblättern rechtzeitig zu erkennen.

Darüber hinaus konnte auch hier ein Diskussionsprozess mit Betreibern und Behörden gestartet werden, wie sicherheitsrelevante Vereisung zu definieren ist. Mittlerweile sind einige zertifizierte Technologien (auch von österreichischen Herstellern) am Markt verfügbar, die die Vereisung nicht nur auf der Gondel, sondern direkt am Rotorblatt detektieren. Gemeinsam mit Zertifizierungsinstituten ist darüber hinaus zu klären, ab welcher Menge/Intensität an Vereisung ein Sicherheitsthema vorliegt.

4. T19IceLossMethod

Im Zuge der Kooperation im Task 19 wurde eine Methodik der Betriebsdatenevaluierung erarbeitet, die sehr einfach auf die Bewertung der Stillstandzeiten von Windkraftanlagen sowie hinsichtlich der Wirksamkeit von Rotorblattheizungen unterschiedlicher Hersteller (z.B. Siemens, Repower,...) angewendet werden kann.

5. Available Technologies Report

Dieser Bericht fasst die aktuell verfügbaren State-of-the-Art-Technologien für Cold-Climate-Anwendungen für die gesamte Wertschöpfungskette von CC-Themen in übersichtlicher Weise zusammen. Durch die Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse in Tabellenform ist gewährleistet, dass sich Projekttechniker bzw. Konsultanten einen schnellen Überblick über die Vor- und Nachteile einzelner Technologien sowie deren Technologiereifegrad machen können.

Ohne die im Zuge dieses Projektes durchgeführten Arbeiten wäre es nicht im entsprechenden Ausmaß zu diesem Erkenntnisgewinn gekommen bzw. wäre dieser nur zeitverzögert bei den österreichischen Zielgruppen angekommen.

9. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

1. Eisdetektionssysteme:

Die richtige Detektion von Vereisung ist bei Windenergieprojekten an vereisungsgefährdeten Standorten von zentraler Bedeutung. Dabei geht es einerseits um sicherheitstechnische Aspekte, da durch das Abschalten der WKA bei vereisten Rotorblättern verhindert werden muss, dass es zu Eiswurf kommt. Andererseits kommt es durch den damit erzwungenen Stillstand der WKA zu teilweise massiven Ertragsverlusten. Entscheidende Kriterien sind, wo die Sensoren Vereisung messen (an der Gondel oder direkt am Blatt), welche Art der Vereisung gemessen wird (meteorologische oder instrumentelle Vereisung), aber natürlich auch wie sensitiv die Technologie anspricht.

Drei österreichische Hersteller (Eologix, Sommer und Villingen) befassen sich seit Jahren mit der Entwicklung und dem Vertrieb von Eissensoren und können in der Zwischenzeit bereits auf erste internationale Erfolge verweisen. Die Energiewerkstatt versucht, diese Initiativen bestmöglich zu unterstützen, indem den Herstellern fachliches Feedback gegeben wird, in-situ-Daten evaluiert werden sowie Disseminations-Aktivitäten (u.a. durch den Task 19) vorangetrieben werden.

Darüber hinaus ist es im Task 19 erforderlich, bei der Erstellung internationaler Richtlinien und Standards mitzuwirken, die festlegen, nach welchen Kriterien Eissensoren, die entweder an der Gondel oder am Rotorblatt für Personenschutz installiert werden, zu zertifizieren sind.

2. Externe Stromversorgung für beheizbare Windmessungen:

Mit dem Produkt ‚MORE‘ hat die Energiewerkstatt eine Stromversorgung konzipiert und auf den Markt gebracht, die selbst an entlegenen und sehr vereisungsgefährdeten Standorten eine hohe Verfügbarkeit der Windmessdaten gewährleistet. Insbesondere für semialpine und alpine Standorte greifen mittlerweile mehr Projektentwickler auf dieses Produkt zurück, da die anfallenden Kosten für die Stromversorgung durch die höhere Datengenauigkeit und vor allem die höhere Datenverfügbarkeit bei weitem kompensiert werden.

3. Risiko durch Eisfall/-wurf:

Mittlerweile werden in etlichen österreichischen Bundesländern Eisfallrisiko-Gutachten im Zuge der Genehmigungsverfahren gefordert. Aufgrund des Erkenntnisgewinns im Task 19 zu diesem Thema konnte die Energiewerkstatt das Anforderungsprofil für diese Gutachten maßgeblich mitgestalten.

Jedoch sind in diesem Zusammenhang weitere wissenschaftliche Untersuchungen erforderlich. Dies bezieht sich einerseits auf die Erhebung der standortspezifischen Vereisungsintensität, die in vielen Regionen noch weitgehend unbekannt ist. Andererseits braucht es weitergehende Infos hinsichtlich Anzahl, Form und Flugverhalten der tatsächlich herabfallenden Eisstücke von einer WKA. Darüber hinaus sind die Maßnahmen, die zur Reduktion des Eisfallrisikos diskutiert und vorgeschrieben

werden, hinsichtlich ihrer tatsächlichen Wirksamkeit zu hinterfragen. Diese drei Forschungsaspekte werden in den kommenden drei Jahren in einem Forschungsprojekt (Akronym: R.Ice) unter der Leitung der Energiewerkstatt näher untersucht.

Darüber hinaus ist es auch in diesem Zusammenhang erforderlich, in internationalen Gremien an einer Standardisierung der Methodik zur Erstellung von Eisfallrisikogutachten zu arbeiten. Aus diesem Grund leitet die Energiewerkstatt in der laufenden Periode des Task 19 eine Arbeitsgruppe, die sich die Erarbeitung von Richtlinien für die Erarbeitung von Eisfallrisikogutachten zum Ziel gesetzt hat. (Vgl. [9]).

4. Eiswurf vs. Eisfall:

Während in Österreich und Deutschland ein Abschalten der WKA bei Eisansatz erforderlich ist, dürfen selbst in den stark vereisungsgefährdeten Regionen Kanadas oder Skandinaviens die WKA auch bei Eisansatz weiter betrieben werden. Somit können in diesen Ländern die Ertragsverluste deutlich niedriger gehalten werden. Gleichzeitig besteht bei einem Weiterbetrieb die Gefahr von Eiswurf, bei dem deutlich größere Weiten als beim Herabfallen von Eisstücken von der stillstehenden WKA erzielt werden. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist die Anzahl der jeweils herabfallenden Eisfragmente. Es ist einerseits anzunehmen, dass sich durch das Abschalten der WKA bei Vereisungsbedingungen weniger Eis an den Rotorblättern bildet als bei einem Weiterbetrieb, da in diesem Fall das unterkühlte Wolkenwasser regelrecht eingesammelt wird. Gleichzeitig ist aber auch davon auszugehen, dass das zunächst gebildete Eis durch die kontinuierliche Drehbewegung des Rotors in anschließenden Phasen mit trockener Luft deutlich schneller weg sublimiert als bei einem stehenden Rotor. Aus Sicht der Energiewerkstatt sind in diesem Zusammenhang weiterführende Evaluierungen erforderlich, um bewertende Aussagen treffen zu können.

5. Vereisungsprognose:

In jenen Ländern, in denen die Stromproduktion für den Verkauf prognostiziert werden muss, ist aufgrund der erzwungenen Stillstandzeiten bzw. der durch Vereisung reduzierten Stromproduktion die Prognose von Vereisungsereignissen entscheidend. In Österreich startet 2016 mit ‚Ice.Control‘ ein Forschungsprojekt von ZAMG, Uni Wien und Verbund, welches sich diesem Thema näher widmen wird.

6. Rotorblattheizungen:

Diese sind sowohl hinsichtlich sicherheitstechnischer als auch ertragsmaximierender Aspekte an vereisungsgefährdeten Standorten von zentraler Bedeutung. Während noch vor wenigen Jahren lediglich Enercon über WKA mit einer Rotorblattheizung verfügte, haben in der Zwischenzeit die meisten namhaften Anlagenhersteller eine derartige Technologie abrufbereit. In diesem Zusammenhang ist jedoch darauf hinzuweisen, dass diese Technologien bei einem Großteil der Hersteller noch nicht in ausreichendem Maße hinsichtlich ihrer Performanz untersucht sind. In diesem Zusammenhang ist auch auf die Bedeutung des gewählten Betriebsmodus zu verweisen. Viele Hersteller bieten mittlerweile optional an, dass die Rotorblätter bei Phasen meteorologischer Vereisung vorbeugend beheizt werden, um Eisbildung von vornherein zu verhindern. Aus Sicht der

Energiewerkstatt wurde jedoch noch nicht in ausreichendem Ausmaß untersucht, ob diese Systeme in der Lage sind, die Rotorblätter in diesem Betriebsmodus auch an stark vereisungsgefährdeten Standorten eisfrei zu halten.

Abseits dieser Themen sind zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Windenergie in kalten Klimazonen und unter Vereisungsbedingungen weiterführende Untersuchungen und Forschungsprojekte unerlässlich und empfehlenswert. Nachfolgend sind die in diesem Zusammenhang wesentlichsten Aspekte gelistet:

- Ermüdungsbelastungen bei Windkraftanlagen infolge Eisansatz an den Rotorblättern
- Betrieb von Windkraftanlagen bei niedrigsten Temperaturen (Viskosität der Schmiermittel)
- Abschätzung der vermehrten Schallemissionen infolge von vereisten Rotorblättern
- Evaluierung von anti-icing solutions
- Abschätzung von Ertragsverlusten infolge Vereisung
- Erprobung und Verifizierung der Performanz von Speziälsensoren zur Standortbeurteilung (beheizbare Windmesssensoren, Eisdetektoren,...)
- Klassifizierung der Vereisungsbedingungen eines Standortes (auch in Hinblick auf die Langjährigkeit)

10. Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- [1 T. Wallenius und et al, „IEA Task 19: Global cold climate wind energy market potential,“ in
] *Winterwind* 2014 (<http://www.winterwind.se/sundsvall-2014/presentations-2014/?edmc=2795>), Schweden, 2014.
- [2 V. Lehtomäki, „Overview of IEA Wind Task 19 results from 2013-2015,“ in *Winterwind*
] 2016 (http://winterwind.se/wp-content/uploads/2016/02/3_3_1_Lehtomaki_Overview_of_IEA_Wind_Task_19_results_from_2013-2015.pdf), Schweden, 2016.
- [3 R. Cattin, „Validation of the IEA Task 19 Ice Classification,“ in *Winterwind* 2016
] (http://winterwind.se/wp-content/uploads/2016/02/3_3_3_Cattin_Validation_of_the_IEA_Task_19_ice_site_classification.pdf), Schweden, 2016.
- [4 R. Klintsröm, „Site ice classification - Case studies and recommendations,“ in *Winterwind*
] 2014 (<http://www.winterwind.se/sundsvall-2014/presentations-2014/?edmc=2804>), Schweden, 2014.
- [5 M. Wadham-Gagnon, „Ice Throw Guidelines,“ in *Winterwind* 2015
] (http://windren.se/MW2015/MW2015_00_62.zip), Schweden, 2015.
- [6 V. Lehtomäki, „Standardized method to evaluate production losses,“ in *Winterwind* 2015
] (http://windren.se/MW2015/MW2015_00_62.zip), Schweden, 2015.
- [7 A. Krenn, „Risk of Icefall in the international context,“ in *Winterwind* 2014
] (<http://www.winterwind.se/sundsvall-2014/presentations-2014/?edmc=2849>), Schweden, 2014.
- [8 A. Krenn, „MORE - Mobile Remote Energy for heated wind measurement systems,“ in
] *Winterwind* 2014 (<http://www.winterwind.se/sundsvall-2014/presentations-2014/?edmc=2798>), Schweden, 2014.
- [9 A. Krenn, „Standardised methodology for the elaboration of ice throw risk assessments,“
] in *Winterwind* 2016 (http://winterwind.se/wp-content/uploads/2016/02/3_3_2_Krenn_IEA_Task_19_-_Standardised_methodology_for_the_elaboration_of_ice_throw_risk_assessments.pdf), Schweden, 2016.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Windenergiekapazität in ‚Cold Climate Regions‘ [1] 14
- Abbildung 2: Bewertung von Ertragsverlusten anhand des Task-19-Tools [2] 15
- Abbildung 3: Energiebereitstellung und- bedarf der MORE am Standort No.1 [8] 16