

NEUE ENERGIEN 2020

Publizierbarer Endbericht – INDEX

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

1. Projektdaten

Kurztitel	STEP-A	
Langtitel	Untersuchung des technologischen und ökonomischen Potenzials von Kleinwindenergieanlagen in bewohnten Gebieten in Österreich (S mall wind power T echnological and E conomic P otential – A ssessment)	
Programm / Programmlinie	Neue Energien 2020 3. Ausschreibung	
Antragsteller	AIT Austrian Institute of Technology – Energy Department	
Projektpartner	Denkstatt GmbH AEE - Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ Wien	
Projektstart u. - Dauer	Projektstart: 01.05.2010	Dauer: 12 Monate
Synopsis: Mit dem Ziel, die nachhaltige Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zu steigern und die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen, beschäftigt sich dieses Projekt mit Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in urbanen Gebieten. Das Ziel dieses Projekts ist es, das Potenzial von KWEA als ökologisch, ökonomisch und technologisch nachhaltige Energiequelle zu untersuchen. Dies soll durch eine detaillierte Analyse der rechtlichen, technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, die bisher die weitere Verbreitung von KWEA in urbanen Gebieten verhindern, bewerkstelligt werden. Das Überwinden dieser Hindernisse wäre ein wichtiger Beitrag zur Verbreitung von KWEA in urbanen Gebieten als dezentrale Energiequelle.		

2. Einleitung

Um die nachhaltige Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zu steigern und die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen, beschäftigt sich dieses Projekt mit Kleinwindenergieanlagen (KWEA) in urbanen Gebieten. Die direkten Vorteile der Energieproduktion von KWEA im urbanen Gebiet sind unzählige. Hier ist beispielhaft in erster Linie zu nennen, dass diese ‚saubere‘ Energie (d.h. ohne Emission von Schadstoffen) am Ort ihrer Produktion genutzt wird. Dadurch wird das Energieeinsparungspotenzial eines Gebäudes wesentlich gesteigert, da einerseits die Energieversorgung gesteigert als auch Energieverluste minimiert werden. Weiters kann durch die erhöhte Sichtbarkeit dieser Technologie im urbanen Raum die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit für diese saubere Energieform gesteigert und dadurch die Akzeptanz der KWEA wesentlich erhöht werden. Diese Marktchance wurde bereits von der österreichischen Industrie erkannt, wie auch in der Unterstützung dieses Projekts durch österreichische Unternehmen abzulesen ist.

Jedoch müssen zu diesem Zweck mehrere Themen adressiert werden, die bisher die weitere Verbreitung von KWEA in urbanen Gebieten verhinderten. In diesem Projekt wird eine schrittweise Untersuchung („STEP-by-STEP-approach“) dieser Themen verfolgt. Diese können in rechtliche, technische und ökonomische Fragen eingeteilt werden: Welche sind die anzuwendenden rechtlichen Rahmenbedingungen? Welche Richtlinien zum Anschluss von KWEA an das elektrische Netz gibt es? Wie kann eine Methode zur Berechnung des Windenergiepotenzials in urbanen Gebieten entwickelt werden? und Wie kann man eine aussagekräftige Kosten-Nutzen-Rechnung für KWEA durchführen?

Daher zielt dieses Projekt genau auf die Beantwortung dieser Fragen und die Bearbeitung dieser Themen, um einen Beitrag zur weiteren Verbreitung der KWEA in urbanen Gebieten zu leisten. Dies soll in folgenden Arbeitspaketen (AP) umgesetzt werden: Untersuchung der nationalen und internationalen rechtlichen Rahmenbedingungen für KWEA, Untersuchung des Anschlusses von KWEA an das elektrische Netz (AP2); Entwicklung einer analytischen Methode zur Berechnung des Windenergiepotenzials in urbanen Gebieten (AP3); die Entwicklung eines Berechnungstools zur Kosten-Nutzen-Analyse (AP4); und die Analyse der Auswirkung auf die österreichische Industrie und Wirtschaft (AP5).

Dieses langfristige Ziel des Projekts kommt aus dem Bedarf nach kontinuierlicher Verbesserung der KWEA-Technologie in urbanen Gebieten, da auf diesem Gebiet – wie oben besprochen – noch einige offene Fragen bestehen. Die Beantwortung dieser Fragen könnte ein wichtiger Beitrag zur Steigerung der Akzeptanz von KWEA in urbanen Gebieten sein. Der verstärkte Einsatz von KWEA in urbanen Gebieten wäre ein wichtiger Faktor bei der dezentralen nachhaltigen Energieproduktion.

Auf Basis der Ergebnisse der numerischen Strömungssimulationen des Windgeschwindigkeitsfeldes in einem bestimmten städtischen Bereich kann das Potential extrahierbarer Windenergie in diesem städtischen Bereich abgeschätzt werden. Die im Rahmen dieses Projektes entwickelte analytische Berechnungsmethode hierfür fußt auf der Annahme eines verallgemeinerten/vereinfachten Windgeschwindigkeitsfeldes im städtischen Bereich, über das Annahmen getroffen werden müssen, und das nur die Abhängigkeit von bestimmten Parametern der städtischen Morphologie wie Gebäudehöhen und Gebäudeabstand berücksichtigen kann. Dadurch wird aber die Schwankungsbreite der Aussagen über das mögliche Windenergiepotential erhöht.

Für eine schnelle Abschätzung der extrahierbaren Windenergie in der ersten Planungsphase eines Stadtteils, zu einem Zeitpunkt an dem nicht mehr als grundlegende Informationen über die grundsätzlichen Witterungsbedingungen und die erwähnten morphologischen Parameter der Stadtteilgeometrie vorliegen, ist eben genau der Einsatz einer solchen analytischen Methode unter Inkaufnahme einer höheren Fehlerbreite gerechtfertigt. Die Fehlerbreite hängt bei jeder Anwendung der analytischen Methode am individuellen Stadtteil von der Abweichung des realen Windgeschwindigkeitsfeldes über das gesamte Jahr vom angenommenen verallgemeinerten Windgeschwindigkeitsfeld ab.

Im Rahmen des Projekts wurden intensive Gespräche mit nationalen und internationalen Windenergieverbänden geführt, als an der Kleinwindtagung in Hannover teilgenommen. So konnten Informationen aus erster Hand gewonnen werden. Zusätzlich wurde auch eine fundierte Marktanalyse durchgeführt und eine Stärken-Schwächenbewertung von insbesondere den beiden Technologien (vertikale- und horizontale Windkraft)

3. Inhaltliche Darstellung

Weltweite Entwicklung im Bereich KWEA

Laut Meldungen der EWEA (European Wind Energy Association) wurden im Jahr 2009 weltweit 21.000 Kleinwindkraftanlagen (Nennleistung unter 100 kW) mit einer Gesamtleistung von 42,5 MW errichtet, wovon rund die Hälfte auf Installation in den US entfällt. Die Branche erzielte einen geschätzten Umsatz von 189 Mio. US-\$, was im Vergleich zum Geschäft mit großen Windkraftanlagen zwar ein geringer Betrag ist, allerdings von Jahr zu Jahr beachtliche Wachstumsraten vorweist. So soll gemäß den Prognosen der EWEA die installierte Leistung von KWEA innerhalb der nächsten 5 Jahre auf 1 GW ansteigen.¹

KWEA in Österreich

In Österreich gibt es noch relativ wenig Erfahrung im Bereich von KWEA im urbanen Umfeld inkl. Gebäudeintegration. Darüber hinaus gab es in der Vergangenheit viele Probleme mit solchen Anlagen, wodurch das Vertrauen potentieller Anwender noch nicht gewonnen werden konnte. Auch werden am Markt viele Produkte angeboten, die nicht den Qualitätsansprüchen entsprechen (häufig in China produziert und in Österreich zusammengebaut) und technisch sehr fehleranfällig sind und Ersatzteile nur sehr zeitverzögert geliefert werden können.²

Trotz vieler Barrieren und Hindernisse besteht jedoch größeres Interesse von betrieblicher Seite. So beobachten Energieversorger (EVU) den Markt genauer, da man auch in der KWEA-Technologie ein mögliches Betätigungsfeld für sich sieht, wie dies derzeit bereits im PV-Bereich passiert, wo die EVUs als Anbieter am Markt positionieren. Gerade das Engagement der EVN bei Forschungsprojekten zu KWEA (siehe unten) zeigt, dass man sehr wohl hier ein Betätigungsfeld sieht und an den Markt glaubt. Ein weiterer großer potentieller zukünftiger Betreiber einer größeren Anzahl von KWEA könnte die A1 Telekom werden. Hier testet man schon seit Jahren KWEA für den Einsatz auf Funksendemasten. Die erste Generation, die man testete kam noch aus China – wurde allerdings schnell verworfen, da sowohl Qualität als auch Ersatzteilverfügbarkeit ein großes Problem darstellten. Mittlerweile arbeitet man sehr eng mit einem bekannten österreichischen KWEA-Entwickler zusammen und kann bereits gute Entwicklungsfortschritte vorweisen – auch wenn man noch einige technologische Hürden

¹ www.ewea.org

² Interview Wener Sargmeister, A1 Telekom, 2010

(Schwingen beim Masten, Eisfreihaltung etc.) zu nehmen hat, um hier eine breitere Implementierung voranzutreiben.

In Niederösterreich gibt es einige Projektinitiativen, die versuchen neben den technischen auch die genehmigungsrechtlichen Barrieren zu überwinden und gezielte Aufklärungs- und Informationsarbeit bei Behörden, Gemeinden und Anrainern leisten.³

Im Juli 2011 wurde auch am Standort Lichtenegg in Niederösterreich der erste Windpark mit 10 KWEA im Rahmen eines Forschungsprojektes aufgestellt mit dem Ziel die Leistungsfähigkeit und den Ertrag von am Markt erhältlichen Kleinwindkraftanlagen praxisnah zu testen. Bei dem Projekt sind auch 3 österreichische Hersteller von KWEA (Schachner Energietechnik, Mischtechnik Hoffmann & Partner KG, Silentfuturetec GmbH) beteiligt.⁴

Netzanschlussbedingungen KWEA

Charakteristisch für den Einsatz netzgekoppelter Windenergieanlagen zur Erzeugung elektrischer Energie ist eine schwankende Leistungsabgabe. Die Folge können die Netzgüte beeinträchtigende Spannungsschwankungen am Einspeisepunkt sein. Je nach Typ der einspeisenden Anlagen ergibt sich daraus ein kritisches Verhältnis von Netzkurzschlussleistung zu Anlagenleistung bzw. Windparkleistung.

In Bezug auf Inselanlagen oder Netzkoppelung von KWEA können fünf maßgebliche Kategorien dargestellt werden:⁵

A Einspeisung in batteriegestütztes Inselsystem

- Elektrische Energie wird als Gleichspannung genutzt
- Anpassung des Verbrauchs an Erzeugung geschieht durch Batteriepuffer
- Anwendungen z. B.: Camping, Kleingarten, Segelboote

B Einspeisung in dezentralen Anwendungen oder Stadtgebiet

- Elektrische Energie wird über Wechselrichter gespeist
- Nicht direkt verbrauchte Energie wird einphasig in das Niederspannungsnetz eingespeist (230 V/AC)
- Dachintegration oder dezentrale Anwendungen, z. B. als Kleingartenanlagen
- Meist sehr kleine Anlagen, Statik muss nicht gesondert geprüft werden

C Einspeisung in Energieversorgungsnetz in Wohngebieten

- Elektrische Energie wird als Wechselspannung genutzt
- Nicht direkt verbrauchte Energie wird in das Niederspannungsnetz eingespeist, eventuell nur einphasig
- Strenge Vorgaben an Schallemission und Bauhöhe

³ Interview Daniel Reiterer ARGE Erneuerbare Energie, 2011

⁴⁴ http://www.bww.cc/download/news_76_praesentation.pdf

⁵ Qualitätssicherung im Sektor der Kleinwindenergieanlagen, BWE, 2011

- Anwendungen z. B.: Anlage in Wohngebieten, Installation im Garten oder gebäudeintegriert

D Einspeisung in Energieversorgungsnetz außerhalb städtischer Bebauung

- Elektrische Energie wird als Wechselspannung genutzt
- Nicht direkt verbrauchte Energie wird in das Niederspannungsnetz eingespeist,
- ein- oder dreiphasig (230 V oder 400 V/AC)
- Anlagengröße für Gebäudeintegration ungeeignet
- Anwendungen z. B.: Anlage in Nichtwohngebieten, Installation im landwirtschaftlichen Bereich

E Einspeisung in Energieversorgungsnetz

- Elektrische Energie wird als Wechselspannung genutzt
- Einspeisung auf Mittelspannungsebene (20 kV) oder dreiphasig im Niederspannungsnetz
- Weiterreichende Genehmigungs- und Anschlussanforderungen, z. B. Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen im Mittelspannungsnetz

Für den Anwendungsbereich A sind meist Batteriesysteme bis zu einer Spannung von 48 V Gleichstrom (DC) eingesetzt. Höhere Batteriespannungen finden in der Praxis kaum Anwendung, wodurch das Leistungsspektrum durch sehr hohe Ladeströme und damit überproportional ansteigende Verluste nach oben begrenzt wird.

Innerhalb der Anwendung der netzgebundenen KWEA gibt es verschiedene Leistungsstufen, die bzgl. des Netzanschlusses zu einem unterschiedlichen Umgang führen. So können Anlagen im Bereich des Niederspannungsnetzes (230 V/400 V) als Eigenerzeugungsanlagen mit einer elektrischen Nennscheinleistung bis 4,6 kVA einphasig (230 V) angeschlossen werden. Ab einer Leistung von 4,6 kVA müssen Anlagen im Niederspannungsnetz dreiphasig (400 V), also in Form von Drehstrom, einspeisen. Speziell für Photovoltaikanlagen wird dieser Wert von 4,6 kVA genauer auf 5 kWp spezifiziert.

Kurzzeitig werden auch Einspeiseleistungen knapp über dem Wert der Nennscheinleistung akzeptiert. Da Nennleistung des Generators und Anschlussleistung nicht zwingend genau übereinstimmen, kann die maximale Nennleistung nicht exakt bestimmt werden. Im Folgenden soll somit von einer einphasig anschlussfähigen Nennleistung von maximal 5 kW ausgegangen werden.

Elektrische Eigenerzeugungsanlagen über 30 kVA können meist nicht mehr über einen üblichen Grundstücksanschluss angeschlossen werden, sondern es sollten auch sonstige Optionen für den Netzanschluss untersucht werden. Das deutsche Erneuerbare Energiegesetz (EEG) beispielsweise nennt den Haus- bzw. Grundstücksanschluss nur bis zu einer Leistung von 30 kW als wirtschaftlichste Variante⁶.

⁶ Siehe deutsches EEG09, 2008

Es ergeben sich somit drei Leistungskategorien innerhalb der für den Netzanschluss zu betrachtenden KWEA:

- 1,5 kW – 5 kW, zum einphasigen Anschluss an das Niederspannungsnetz (230 V)
- 5 kW – 30 kW, zum dreiphasigen Anschluss an das Niederspannungsnetz (400 V)
- Über 30 kW, zum dreiphasigen Anschluss an das Niederspannungsnetz (400 V) oder zum Anschluss an das Mittelspannungsnetz (20 kV)

Somit bestehen zwar jeweils wesentliche technische Änderungen bei der Ausführung des Netzanschlusses, für den privaten Anwender ist aber der Unterschied zwischen ein- und dreiphasigem Anschluss marginal. Da der Netzanschluss auch im einphasigen Fall nur von entsprechend befugtem Fachpersonal vorgenommen werden darf, stellt sich der Unterschied vor allem in der Art des einspeisenden Stromrichters dar. Angesichts des weiten Spektrums zwischen 1,5 und 30 kW und den damit verbundenen verschiedenen Anforderungen an z. B. Befestigung und Lärmschutz erscheint eine Teilung in zwei Kategorien aber dennoch sinnvoll. Um sich insgesamt an bestehenden Grenzen zu orientieren und wegen der Möglichkeit zur Dachintegration erscheint eine Abgrenzung bei 5 kW als sinnvoll. Es ergibt sich somit eine Verbindung zum Netzanschluss, der nur bis 5 kW einphasig erfolgen kann.

Innerhalb dieses Leistungssegments bis 5 kW sind jedoch insbesondere in Bezug auf die Installation deutliche Unterschiede wahrzunehmen. Es sollte vor allem zwischen Aufstellung im freien Gelände und gebäudeintegrierter Installation unterschieden werden. Da beide Bereiche in Bezug auf die Leistung der installierten Anlagen nicht voneinander zu trennen sind, ist das einheitliche Leistungssegment vorteilhaft. Bei Betrachtung von genehmigungsrechtlichen Fragen und Anforderungen an die technischen Daten vonseiten der Hersteller sind diese Anwendungen jedoch deutlich zu unterscheiden.

Die nächste Abstufung bei Betrachtung des Netzanschlusses ergibt sich bei 30 kW. Ab 30 kW beziehungsweise 30 kVA sind beim Anschluss an das Versorgungsnetz deutlich erweiterte Kriterien, zum Beispiel eine jederzeit zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion, zu beachten. Durch den Anschluss an das Mittelspannungsnetz kommen dabei ganz wesentliche Unterschiede bei den Netzanschlussbedingungen zum Tragen. Unter anderem werden deutlich verschärfte Anforderungen an die Netzverträglichkeit und das Fehlverhalten gestellt. Neben dem Mehraufwand für den Netzanschluss selbst, ist auch für den Hersteller durch die Forderung der Typenzertifizierung eine deutliche Einstiegshürde geschaffen worden.

In vielen Fällen kann die Leistung, die maximal in das Niederspannungsnetz eingespeist werden kann, je nach lokaler Netzsituation und Erzeugereigenschaften auch deutlich über 30 kW liegen. Auch dann müssen weitergehende Bedingungen bezüglich Absicherung und Zugang erfüllt werden. Damit bildet der unterschiedliche Umgang beim Netzanschluss bereits ein Kriterium für eine Unterscheidung der Leistungsklassen kleiner und größer 30 kW.

Der Übergang von den in das Mittelspannungsnetz einspeisenden KWEA und normalen Windenergieanlagen ist aus technischer Sicht fließend, sollte allerdings im Sinne klarer Definitionen deutlich abgegrenzt werden.

Alle betrachteten Quellen, insbesondere der AWEA, der BWEA sowie der EWEA, ziehen die obere Grenze für KWEA bei 100 kW elektrischer Leistung (AWEA, 2010; BWEA, 2010; EWEA, 2009). Es finden sich dafür wenig direkte Begründungen. Der EWEA führt unter anderem an, dass 100 kW in den meisten Ländern die maximal in das Niederspannungsnetz einzuspeisende Leistung ist. Dies ist auch in Österreich der Fall, dabei ist aber von einem Netzanschlusspunkt

direkt an der Transformatorstation und möglichst wenig anderen Eigenerzeugungsanlagen in diesem Niederspannungsnetz auszugehen.

Von technischer Seite findet sich in der IEC 61400-2,2007 eine etwas niedrigere Grenze. In der Norm werden maximal 200 m² überstrichene Rotorfläche als Kriterium für die Einteilung als KWEA verwendet. Dies entspricht ungefähr einer installierten Leistung von 50 bis 70 kW (KWEA Informationsbroschüre, 2009). Außerdem zieht die IEC 61400-2 auch eine Grenze bei den Systemspannungen. Demnach werden nur die Anlagen mit maximalen Spannungen von 1.000 V (Wechselspannung) bzw. 1.500 V (Gleichspannung) überhaupt von der Norm abgedeckt und gelten somit als KWEA.

Rechtliche Rahmenbedingungen - KWEA im Vergleich⁷

KWEA – vertikale wie horizontale – stellen einen relativ jungen Anlagentyp der dezentralen, privaten Energieversorgung dar. Bei den Genehmigungsverfahren gibt es Rechtsunsicherheiten, weil Vorschriften nicht auf diese Anlagenform abgestimmt sind und es keine entsprechenden Regelungen in den Windenergieerlassen der Länder gibt.

Ein österreichweit einheitliches Genehmigungsschema für Kleinwindkraftanlagen gibt es aufgrund der landesrechtlichen Kompetenz in den relevanten Rechtsbereichen nicht. Somit sind die einschlägigen Vorschriften der Bauordnung, Bautechnikgesetz, Raumordnung, Naturschutz und Ortsbildgesetz in den einzelnen Bundesländern sowie die jeweiligen Landeselektrizitätsgesetze zu beachten.

Firmen und Kunden im Bereich der KWA klagen über viel Bürokratie und lange Behördenwege. Das Ökostromgesetz kennt keine Unterscheidung zwischen KWEA und großen Windenergieanlagen im Megawattbereich. Auch in den Bereichen der Raumordnung und den elektrizitätswirtschaftlichen Genehmigungen werden KWEA häufig mit den Megawatt-Anlagen gleichgestellt.

Für die Aufstellung einer KWEA sind in Österreichs Bundesländern vorrangig drei Gesetze relevant: Die Bauordnungs-, Raumordnungs- und Elektrizitätswesensgesetze. Außerhalb des Ortsgebietes haben weiters Gesetze zum Naturschutz Bedeutung. Jedes Bundesland hat unterschiedliche Auslegungen. Eine zentrale Rolle kommt häufig dem Bürgermeister zu. Er ist die erste Instanz in der Bau- und Raumordnung. Um im Rahmen des Ökostromgesetzes Tarifförderung für Windkraftanlagen in Anspruch nehmen zu können, ist ein eigener Bescheid zur Anerkennung als Ökostromanlage von der Landesregierung notwendig.⁸

Diese unterschiedlichen Regelungen und Auslegungspraktiken führen dazu, dass schon vergleichsweise kleine Anlagen einen erheblichen administrativen Aufwand mit sich bringen. Zentraler Punkt aller landesgesetzlichen Bauordnungen ist die Frage, ob das Projekt als bewilligungspflichtig oder lediglich anzeigepflichtig einzustufen ist. Das Anzeigepflichtverfahren zeichnet sich dabei im Gegensatz zum Bewilligungsverfahren durch einen schnelleren Verfahrensablauf aus, der keine Parteistellung für Nachbarn vorsieht; zudem wird von einer öffentlichen Bauverhandlung abgesehen.

⁷ IG Windkraft- rechtliche Aspekte Kleinwindkraft

⁸ C. Kirchweger, Kleinwindkraft in der Praxis DA, 2009, S.53

Tabella 1-1: Übersicht Bundesländer Genehmigungsunterschiede KWEA⁹

Bundesland	Baurecht	Energierecht	Raumordnung	Naturschutz	Stadt- und Ortsbild
Burgenland	Verfahren: Baubewilligung (Bürgermeister)	§ 5 Abs. 1 Bgld. EIWG: Genehmigung ab 20 kW benötigt	§ 16 Bgld. Raumplanungsgesetz : entsprechende Flächenwidmung	-	-
Kärnten	Verfahren: Baubewilligung (Bürgermeister) nach §§ 6 - 10 K-BO	§ 6 Abs. 1 K-EIWOG: Genehmigung im vereinfachten Verfahren ab 5 kW, darunter genehmigungsfrei	Sonderwidmung erforderlich: § 5 K- GplG	-	§ 1 Abs. 1 K-OBG: Pflege des erhaltenswerten Ortsbildes
Niederösterreich	§ 15 Abs. 1 BauO NÖ: anzeigepflichtig, wenn unter 20 kW (Bürgermeister)	§ 5 NÖ EIWG: Genehmigung ab 20 kW, darunter genehmigungsfrei	Im Bauland: keine Sonderwidmung, sondern nach § 16 Abs. 1 NÖ RaumOG; Im Gründland: Sonderwidmung ab 10 kW (§ 19 Abs. 3a)	Außerhalb von Ortschaften ist eine Bewilligung nach § 7 Abs. 1 NÖ NaturschutzG nötig	-
Oberösterreich	§ 25 Abs. 1: Anzeigepflicht bei mehr als 10 Meter Höhe (Bürgermeister)	§ 6 EIWOG OÖ: Bewilligungspflicht ab 30 kW, darunter genehmigungsfrei	§ 22 Abs. 6, 7 RaumOG: Errichtung im Betriebsbaugebiet und Industriegebiet möglich; Im Grünland gesonderte Ausweisung nötig, §	-	Keine Störung von Orts- und Landschaftsbild nach § 3 OÖ BauTG
Salzburg	§ 2 Abs. 1 Z. 8 BauPolG: Bewilligung benötigt.	§§ 45, 46 LEG: unter 10 kW: keine Anforderung, 10 - 200 kW: Anzeigepflicht, > 200	Sonderflächenwidm ung gemäß § 30 Abs. 1 Z. 12 ROG	§ 25 Abs. 1 NatSchG: Bewilligung nötig	§ 3 Abs. 1 OrtsbildschutzG: keine Beeinträchtigung des Ortsbilds
Steiermark	Bewilligung gem. § 22 Stmk. BauG	§ 5 Abs. 1 Stmk: EIWOG: Bewilligung ab 200 kW	Sonderwidmung gemäß Stmk. ROG	-	Einfügung ins Ortsbild, § 43 Stmk. BauG
Tirol	-	§ 6 Tiroler Elektrizitäts-G: Bewilligung über 100 kW, Anzeige ab 5 kW, darunter keine Verpflichtung	Sonderwidmung nach §§ 39 Abs. 2, 43 Tir. ROG	-	§ 9 Stadt- und OrtbildschutzG: keine Beeinträchtigung von charakteristischen
Vorarlberg	Bewilligung benötigt (Bürgermeister)	§ 5 EIWG: Bewilligung ab 25 kW, darunter frei	Sonderwidmung nach § 18 Abs. 2 Raumplanungsg	-	-
Wien	Bewilligung nach § 4 BauO	Vereinfachtes Verfahren gem. §§ 5 Abs. 1, 7 Wiener EWG bis 250 kW	-	-	-

Grundsätzlich ist in allen Bundesländern auch bei Kleinwindkraftwerken das normale Bewilligungsverfahren anzuwenden; lediglich in Nieder- und Oberösterreich sind beim Vorliegen bestimmter Voraussetzungen (Anlagengröße, Standortwidmung etc.) Ausnahmen möglich. Zentrale Ansprechperson für den Projektbetreiber im Bauverfahren ist der Bürgermeister der jeweiligen Gemeinde. Der Betreiber hat zum Teil umfangreiche Dokumentation vorzulegen. Ist bei anzeigepflichtigen Vorhaben innerhalb von 8 Wochen nicht festzustellen, ob z.B. eine

⁹ Eigene Darstellung – denkstatt GmbH

Beeinträchtigung für das Landschaftsbild oder die Sicherheit der Bevölkerung vorliegt, so wird das normale Baubewilligungsverfahren eingeleitet.

Bezüglich der Landeselektrizitätsgesetze sind verschiedene Schwellenwerte (Leistung der Anlage in kW) für die Anwendung des vereinfachten oder normalen Verfahrens maßgeblich. Diese unterscheiden sich zwischen den einzelnen Bundesländern z.T. deutlich. Aus Sicht der Raumordnung sind teilweise Sonderwidmungen notwendig. Teilweise sind zudem Bewilligungen nach dem Naturschutzrecht erforderlich.

Die geringe Verbreitung der Kleinwindkraft – Technologie macht sich in der Genehmigungspraxis bemerkbar. In den zuständigen Stellen der Landesregierungen wird wiederholt darauf hingewiesen, dass die Letztentscheidung für die Genehmigung bei der Gemeinde liegt und Erfahrungen auf diesem Gebiet fast vollkommen fehlen. Eine einheitliche Bewertung und eine ebensolche Genehmigungspraxis bei Kleinwindkraftwerksprojekte sind aufgrund der fehlenden Erfahrung nicht implementiert. Zudem setzt jedes genehmigte oder abgelehnte Vorhaben Präzedenzfälle in den jeweiligen Bundesländern. Auf eine sorgsame Abwicklung vor allem in der Anfangsphase wird von Seiten der Verantwortlichen in den Landesregierungen größter Wert gelegt.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Unterschiede zwischen den Bundesländern bzgl. der Genehmigung von KWEA.

KWEA im urbanen Umfeld

Viele unterschiedliche Initiativen wie Smart Grids, Smart Home oder Ereignisse wie die Atomkatastrophe in Japan führen zu einem eindeutigen Trend in Richtung dezentraler bzw. unabhängiger Stromerzeugung mit direkter Verbrauchernähe und neben den derzeit häufigsten Einsatzgebieten im ländlichen Raum vermehren sich die Bauanträge im urbanen Umfeld, wo die Anlagen auf Gebäuden oder in unmittelbarer Nähe errichtet werden sollen. So bieten sich augenscheinlich häufig hohe Gebäude an.

Über hohen Dächern in vielen Städten besteht häufig gute Windverhältnisse, wie Messungen z.B. in Wien entlang der Donau gezeigt haben, welche potentiell gute Standorte für KWEA darstellen. Genauere Zahlen zu KWEA, welche auf Gebäuden installiert sind, gibt es aus Großbritannien. Dort sind seit 2011 bereits über 2770 KWEA auf Gebäuden montiert.

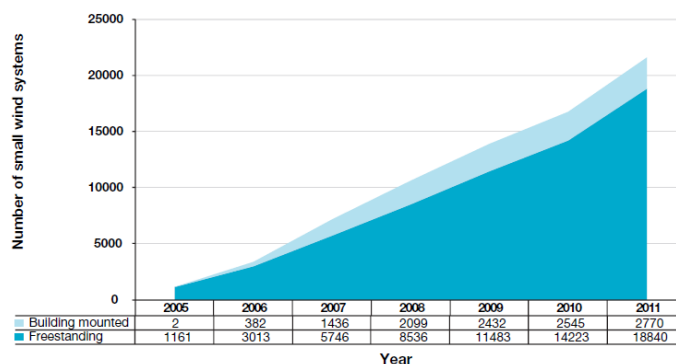


Abbildung 1: Anteil KWEA freistehend versus Gebäudemontage GB (Small Wind Systems UK Markt Report, April 2011, S.5)

Dabei müssen jedoch Besonderheiten beachtet werden, wie die durch bestehende Verbauung ausgelösten Turbulenzen, wodurch der Energieertrag stark beeinträchtigt werden kann. Umgekehrt gibt es aber in solchen Umgebungsrahmenbedingungen auch Standorte, die gezielt für die Nutzung als Aufstellungsort von KWEA besonders geeignet sind, wie Straßenschluchten,

die den Wind konzentrieren und somit den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit einer Anlage erhöhen können.

Eine besondere Herausforderung stellen gebäudeintegrierte KWEA. Dabei müssen insbesondere Lärm und Vibrationen minimiert werden. Lösungen dazu wurden in doppelt elastischen Lagerungen gefunden. Der Schattenwurf, welcher insbesondere im urbanen Bereich ein potentiell großes Problem darstellt, versucht man mittels Einhausung der Anlagen zu beseitigen. Auch alle bekannten Sicherheitseinrichtungen können hier angewendet werden. Einen besonderen Vorteil für den Ertrag kann man durch die Optimierung des Windturbinengehäuses im Zusammenwirken mit der Umströmung des Gebäudes erreichen und somit können Erträge deutlich über jenen liegen, wie sie freistehende Anlagen liefern. Eine wichtige Voraussetzung, damit diese Effekte auch wirklich genutzt werden können sind eine windexponierte Lage mit einer vorrangigen Hauptwindrichtung [1].



Abbildung 2: strömungsoptimierte Form der Gebäude unterstützt die Windausbeute der gebäudeintegrierten Windturbinen (<http://www.ea-gmbh.de>)

Vergleich KWEA zu PV

Die KWEA Anwendung war bis vor kurzem an sehr guten windreichen Standorten bezogen auf die Erzeugungskosten häufig wirtschaftlicher als Photovoltaik. Dies hat sich allerdings in den letzten 1-2 Jahren zu gunsten der Photovoltaik geändert, da es in dieser Technologie zu einem deutlichen Preisrückgang gekommen ist und somit die Gestehungskosten deutlich reduziert werden konnten. Diesen Preisverfall hat die KWEA Technologie noch nicht geschafft, da es keine Massenproduktion gibt.

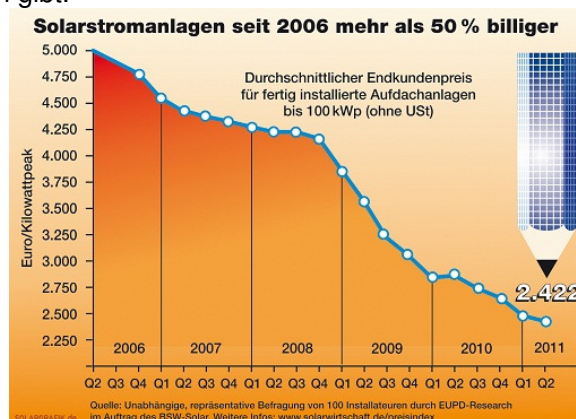


Abbildung 3: Preisrückgang PV-Anlagen Beispiel Deutschland

Auch an die KWEA den Nachteil, dass die Energieerzeugung starken Schwankungen unterliegt, da gerade in jenen Höhen, wo die Technologie eingesetzt wird, es zu starken Turbulenzen

kommt und somit die Erzeugung stark fluktuiert. Um diese Schwankungen ausgleichen zu können, können Energiespeicher eingesetzt werden, welche die Leistungsschwankungen aufnehmen. Hierbei stellt eine direkte eigene Nutzung für mechanische Systeme wie beispielsweise Wasserpumpen (Bewässerung, Wasserspeicher etc.) eine günstige Möglichkeit dar.

Kurzzeitspeicher für einige Stunden in Form von Batterien können zum Tagesausgleich dienen, wobei dies aktuell aufgrund des Fehlens von schwankenden Tarifen im Bereich von Kleinabnehmern nicht den finanziellen Anreiz bietet. Hier könnte sich allerdings in Zukunft eine Änderung in den Rahmenbedingungen ergeben, womit eine solche kurzfristige Speicherung attraktiver darstellt, weil beispielsweise die Energie in der Nacht gespeichert werden kann und tagsüber zum Klimatisieren des Gebäudes oder sonstiger Anlagen, wenn der Strom zu höheren Preisen bezogen werden müsste, wieder von den Batterien abgerufen werden kann. Eine interessante Möglichkeit bieten hier zukünftig bestimmt Elektro-Fahrzeuge, welche somit in der Nacht geladen werden können und als Speicher dienen, der ohne zusätzliche Investitionskosten ohnehin vorhanden ist.

Langzeitspeicher, welche die Energie für mehrere Tage und länger speichern können sind derzeit noch deutlich zu teuer bzw. günstigere Modelle erst in der Entwicklung. Eine häufig diskutierte Einsatzmöglichkeit als Speicher ist die Nutzung einer Wärmepumpe, welche die Warmwasser- und Heizungsversorgung sicherstellt. Der große Vorteil einer Wärmepumpe gegenüber konventionellen Heizungsanlagen, liegt - bei einem optimalen Betrieb der Wärmepumpe - bei ihrem guten Wirkungsgrad. Die KWEA hat hier z.B. gegenüber einer PV den Vorteil, dass im Winter die Windverhältnisse eine höhere Energieproduktion erwarten lassen, da im Winter ein höheres Windaufkommen.

4. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Windenergie ist heute ein bedeutender Faktor im Bereich der erneuerbaren Energieerzeugung und auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Allein in Österreich gibt es ca. 120 Zulieferbetriebe für die Endfertigung von Windkraftanlagen [2]. Neben der großen Bedeutung der Großwindenergie in Österreich, ist auch ein bedeutendes Interesse an der Kleinwindenergie zu beobachten. So ist die IG Windkraft und andere Einrichtungen, die dieses Thema behandeln, seit einiger Zeit mit starker Nachfrage an Informationen konfrontiert. So wird seit einiger Zeit auch eine eigene Informationsplattform zum Thema Kleinwind betrieben, um hier Aufklärungsarbeit und Transparenz zu schaffen.

Aber auch vor dem Hintergrund steigender Strompreise und dem zunehmenden öffentlichen Bewusstsein globaler Herausforderungen wie Ressourcenverknappung und Klimawandel, gewinnen Kleinwindkraftenergieanlagen (KWEA) in Österreich und auch international deutlich an Aufmerksamkeit. Dabei steht bei vielen bestehenden und potenzielle Betreiber häufig der Wunsch, einen Teil des eigenen Strombedarfs mit einer KWEA umweltfreundlich, wirtschaftlich und verbrauchsnahe im Sinne der Versorgungssicherheit erzeugen zu können, im Vordergrund.

Es entsteht der Eindruck, dass die Entwicklung der Kleinwindanlagen von den „klassischen“ großen Windanlagen praktisch komplett abgekoppelt ist. Derzeit ist fast keine der bekannten großen Windenergietechnologie-Firmen im Bereich der KWEA-Entwicklung tätig. Die Europäische Technologieplattform Wind (European Technology Plattform for Wind Energy), ein Zusammenschluss der wichtigsten Industriebetriebe Europas in diesem Bereich, erwähnt Kleinwindanlagen nicht einmal in ihrer „strategischen Forschungsagenda“ [3].

Jedenfalls schaffte es die Technologie immer wieder in den Medien zu erscheinen. So stand 2008 der Fokus auf den Energieversorger RWE, der sich über ein Tochterunternehmen Innogy, bei einem bekannten Vertikalwindkraftanlagenhersteller „Quiet Revolution“, die einen 6kW Darrieus-Rotor entwickelte, beteiligte. RWE investierte 7,5Mio EUR an Risikokapital in das Unternehmen, welches die KWEA speziell für den Einsatz in bebauten Gebiet entwickelt [4].

Zur ungefähren selben Zeit kündigte Michael Bloomberg, Bürgermeister von New York an, dass er die Stadt ergrünen lassen wolle mit unter anderem Windkraftanlagen auf den Dächern von Hochhäusern und Brücken [5]. Neben Deutschland gibt es auch insbesondere in Großbritannien und den USA große Bestrebungen, diese Technologie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien zu etablieren. In diesen Ländern vertreten die nationalen Verbände bereits seit vielen Jahren die Interesse der KWEA-Hersteller [6]. Hier ist der deutsche BWE relativ spät aktiv geworden und die österreichische IG Windkraft hat erst im Jahr 2010 eine eigene Informationsplattform ins Leben gerufen.

Die im Rahmen dieses Projektes entwickelte analytische Berechnungsmethode zur Vorhersage des Windenergiepotenzials an ausgewählten, urbanen Standorten soll der Wirtschaftlichkeitsanalyse einer Integration von KWEA im städtischen Bereich dienen. Bei der entwickelten, analytischen Berechnungsmethode wird ein angenommenes, lokales, städtisches Windströmungsfeld für die Abschätzung des Windenergiepotentials zugrundegelegt. Daher muss der Nutzer dieser Berechnungsmethode bei jeder Anwendung die Vorhersagegenauigkeit der Berechnungsergebnisse (u. a. aufgrund der Abweichung reales Windströmungsfeld zu angenommenem Windströmungsfeld im Jahresmittel) selbst und für jeden Standort separat abschätzen. Die Parameter des angenommenen, lokalen, städtischen Windströmungsfeldes sind die urbane Morphologie (verschiedene Gebäudehöhen und Gebäudeabstände) und die mittleren Windbedingungen an einem ausgewählten Standort. Aufgrund ihrer Einfachheit ist die entwickelte analytische Berechnungsmethode sehr gut geeignet um Bestandteil eines Softwaretools zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Integration von KWEA an urbanen Standorten zu sein.

Ein wichtiger Faktor damit KWEA an passenden Standorten wirtschaftlich betrieben werden können wäre, dass es durch eine Massenproduktion zu einer deutlichen Kostendegression kommt und dann die Technologie an bestimmten Orten als einzige Technologie oder eben in Kombination mit anderen Energieformen wie z.B. PV zum Einsatz kommen.

Wenn es eine Förderung von KWEA in Österreich geben soll, dann sollte dies wie bei der PV nur über eine Tarifförderung gehen und nicht über einen Zuschuss zu den Anschaffungs- bzw. Installationskosten, da hier wie in anderen Beispielen beobachtbar war, nur die Anlagenpreise in die Höhe getrieben und häufig Anlagen mit schlechter Qualität und Ertrag installiert wurden. Ein Einspeisetarif bietet degenüber einen Anreiz jene Anlagen zu installieren die eine gute Qualität und Leistungsfähigkeit bieten.

Aus der oben dargestellten Formel für das Windgeschwindigkeitsprofil lässt sich direkt aus der Windgeschwindigkeit am potentiellen Standort auf das Windenergiepotential schließen. Diese Berechnungsmethode ist im unten dargestellten Excel-Berechnungssheet implementiert. Durch sukzessives Ausfüllen der angeforderten Daten wird der Nutzer direkt zur Vorhersage des möglichen Energieoutputs am betrachteten Standort geführt. Es sind dabei die Daten anzugeben bzw. die Default-Werte anzunehmen, die in der ersten Spalte der Tabelle angegeben sind: D.h. Daten über die Windsituation am Standort, Daten über das betrachtete (Haupt-)Gebäude selbst und dessen städtischer Umgebung und schließlich technische Daten zur geplanten Windturbine.

Einige der Daten müssen vom Nutzer individuell für den Standort eingegeben werden. Diese Daten sind durch das fettgedruckte Wort „Insert“ in der rechten Spalte gekennzeichnet, zum Beispiel die Höhe des für die Installation einer KWEA zu untersuchenden Gebäudes. Bei anderen Daten sind Default-Werte angenommen. Sie sind empirische Werte oder Formeln, die in der rechten Spalte der Tabelle angegeben sind, zum Beispiel die urbane Rauigkeit.

Die einflussreichsten Parameter sind auf jeden Fall die zur Spezifikation der Windbedingungen am Standort und diese sollten daher entweder vor Ort gemessen werden oder aus der Literatur (Windatlas, ZAMG Daten, ...) genommen werden.

Marktpotential KWEA in Österreich

Die Analysen haben gezeigt, dass unter sehr guten Bedingungen und einer deutlichen Kostenreduktion der Anlagen, die Installation und der Betrieb von KWEA in Österreich durchaus wirtschaftlich sein können. Allerdings scheint das Marktpotential begrenzt, da wie aufgezeigt derzeit keine wirkliche Konkurrenzfähigkeit der KWEA- Technologie gegenüber anderen erneuerbaren Kleinenergieerzeugungsanlagen gegeben ist. Außerdem gibt es nur begrenzte Gebiete, die sich von vornherein als KWEA-Standorte eignen und ohne aufwändige und kostenintensive Messungen evaluiert werden können.

Für KWEA gibt es eine Vielzahl von theoretisch nutzbaren Standorten in Österreich, sowohl im ländlichen, als auch im urbanen Bereich. Außerhalb von Siedlungen können KWEA an Standorten installiert werden, die von Großwindanlagen nicht genutzt werden können. Diese Nischennutzung muss sich jedoch nicht nur auf Freiflächen beziehen. Im Außenbereich können KWEA z. B. auch auf Autobahnbrücken, Masten o. a. installiert werden. Ein wichtiges Potential gibt es bei den vorhandenen Funksendemasten der Mobilfunkbetreiber. Die vier österreichischen Mobilfunkbetreiber, A1 Telekom Austria, Hutchison 3G Austria, Orange Austria und T-Mobile Austria betreiben 19.922 Mobilfunkstationen in Österreich, wobei sich fast die Hälfte davon, nämlich 9.636, einen Standort teilen. Das bedeutet, dass ein Standort von zumindest zwei oder mehreren Mobilfunkbetreibern gleichzeitig genutzt wird.¹⁰ Die A1 Telekom Austria, welche auch inhaltlich zu diesem Projekt beigetragen hat, führt seit ca. 4 Jahren Versuche durch, vertikale KWEA bei ihren Sendemasten zu integrieren unter dem Projekt „Erneuerbare Energie-Windturbine“. Seit 2010 ist die erste in Österreich entwickelte KWEA der Firma WWPM Energy Systems als Prototyp auf der Mobilfunkstation von A1 Telekom Austria in Eibesthal (NÖ) im Einsatz.¹¹ Der Energiebedarf der Mobilfunkbasisstation soll in der Endphase bis zu 80 Prozent über die CVT-V50 - 5 kW Windturbine aufgebracht werden. Ein möglicher Roll-out der KWEA-Technologie beim Unternehmen hängt Großteils von der weiteren Technologieentwicklung und verbesserten Rahmenbedingungen ab. So hatte man bisher vor allem mit genehmigungsrechtlichen Hürden zu kämpfen. Diese verhindern derzeit einen möglichen weiteren Ausbau.

Potential Integration bei Hochhäusern

Ein Problem an Hochhausdächern ist die Ablösung der Strömung an der vorderen Dachkante. Diese entsteht, wenn diese auf die vordere Hauswand trifft. Im oberen Drittel weicht die Strömung nach oben aus und drückt die weiter oben ankommenden Stromlinien ebenfalls nach oben weg. Dadurch entsteht an der luvseitigen Hausfront eine aufwärts gerichtete Strömung, welche dem eigentlichen horizontalen Dachverlauf nicht folgen kann. Die Höhe dieser Ablösung nimmt bei hohen Windgeschwindigkeiten zwar wieder ab, nur werden die Anlagen auf relativ

¹⁰ <http://www.fmk.at/Handymasten/News/2011/Alle-Mobilfunkstationen-Osterreichs-auf-einen-Klick>

¹¹ <http://80.75.46.174/final/de/Media/PDFs/umweltbericht09.pdf>

schwachen Wind ausgelegt. Es wird davon ausgegangen, dass die Ablösung auf dem Dach eine Höhe von etwa 1/5 der Bauhöhe erreichen kann. Bei 70 m hohen Dächern bedeutet dies eine effektive Höhe der Ablösung von bis zu 14 m im mittleren Bereich des Daches. Das wird von den vorhandenen beiden Konzepten bereits berücksichtigt und teilweise kompensiert durch die Ausrichtung der Anlagen an der vorderen Dachkante. Dort hat die Ablöseblase noch nicht die volle Höhe erreicht, sodass die Anlagen dort mit einer etwas geringen Bauhöhe auskommen.¹²

Das Potential von KWEA auf Hochhäusern sehen wir als beschränkt an, da es in Österreich keine hohe Dichte von Hochhäusern gibt. So gibt es in Wien nur ca. 90 Gebäude bzw. Bauwerke mit mehr als zwölf Stockwerken oder höher als 40 m; inkl. Kirchen und Türme.¹³ Österreichweit dürfte sich daher das technische und theoretische Potential mit maximal 500 Standorten begrenzen. Wenn man zusätzliche Faktoren wie Statik, Windverfügbarkeit und Genehmigungsfähigkeit miteinbezieht, dürfte sich die realistische Anzahl auf ca. 100 Standorte reduzieren.

5. Ausblick und Empfehlungen

Die Kleinwind-Branche steht noch ziemlich am Anfang, wenn man Vergleiche mit der Photovoltaik-Branche anstellt, die schon vor Jahren in die Massenproduktion gegangen ist. Der niedrigere Wirkungsgrad vertikaler Anlagen bedeutet nicht, dass sich das Konzept langfristig nicht behaupten kann. In der Photovoltaik-Branche hat sich eine Technologie mit relativ niedrigen Wirkungsgraden lange Zeit durchsetzen können. Der Hersteller von Solarstrommodulen First Solar hat eine führende Marktstellung behaupten können, obwohl der Wirkungsgrad seiner Dünnschichtmodule erheblich niedriger war, als bei herkömmlichen Modulen mit Siliziumsolarzellen. Der Grund für die starke Marktposition waren erhebliche Produktionskostenvorteile, so dass die spezifischen Investitionskosten und resultierende Stromgestehungskosten entsprechend niedrig waren.

Aktuell werden die meisten Kleinwind-Projekte allerdings mit horizontalen Anlagen umgesetzt, da die höheren Wirkungsgrade eine positive Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit haben. Vertikale Anlagen können ihre Stärken bei spezifischen Standortanforderungen zur Geltung bringen, wie z.B. eine geringe Geräuschentwicklung.

Ergebnis der Arbeit in AP3 dieses Projektes ist eine analytische Berechnungsmethode zur Vorhersage des Windenergiepotentials an urbanen Standorten. Da die extrahierbare Windenergie wesentlicher Inputparameter bei einer Wirtschaftlichkeitsanalyse der Gebäudeintegration von KWEA ist, kann die entwickelte, analytische Berechnungsmethode zur Vorhersage der Windenergie am Standort direkt einbezogen werden. Weiters sollte eine Integration in GIS Anwendungen möglich sein, sodass eine Nutzung im Rahmen städtischer Planungsprozesse denkbar ist. Dies ist aber Gegenstand zukünftiger Arbeiten, die auch eine Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit für die extrahierbare Windenergie enthalten sollten.

Erfolgsfaktoren Implementierung KWEA

Neben der Unterstützung von KWEA durch den Staat oder durch den Stromverbraucher hat mittel- bis längerfristig der Strompreis an der EEX in Leipzig (Produzentenpreis) und der

¹² http://www.wind-energie.de/sites/default/files/download/publication/wirtschaftlichkeit-und-vergutung-von-kleinwindenergieanlagen/bwe_kwea_studie_liersch_final_2.pdf

¹³ <http://www.emporis.de/city/vienna-austria/high-rise-buildings>

Strompreis für Österreichischer Endverbraucher (Haushalte und Gewerbekunden bzw. Industriekunden) inklusive aller Abgaben, Durchleitungstarifen, Steuern etc. einen großen Einfluss. Für jene Kleinwindanlagen, deren Stromproduktion vorwiegend oder ausschließlich zur Eigenbedarfsabdeckung verwendet wird, ist die Erreichung der Netzparität¹⁴ entscheidend. Wenn vorwiegend oder gänzlich ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird, sind die Einspeisetarife absolut entscheidend und je höher der Strompreis ist, desto geringer ist der Förderbedarf über Einspeisetarife.

Tabelle 1-2: Einflussfaktoren KWEA kurz-, mittel-, langfristig

Einflussgröße	Zeitraum	Kurzfristig bis 5 Jahre	Mittelfristig 5-10 Jahre	Langfristig 10-40 Jahre
Knappheit der Standorte				
Fortschritte bei Standortwahl				
Technischer Fortschritt				
Skaleneffekte/Massenproduktion				
Einspeisetarife/Investitionsförderung				
EEX-Strompreis für Volleinspeisung				
Strompreis für Endverbraucher				

Legende: rot = hoher Einfluss; gelb = mittlerer Einfluss; blau = geringer Einfluss

Vergleich zwischen horizontalen Windkraftanlagen mit vertikalen Anlagen¹⁵

Bei großen Windkraftanlagen der Megawattklasse hat sich im Laufe der Jahrzehnte ein Konstruktionstyp durchgesetzt, der das heute Erscheinungsbild prägt: Anlagen mit horizontaler Achse und drei Rotorblättern, die durch eine Windnachführung gegen den Wind zeigen.

Bei Kleinwindkraftanlagen herrscht ein viel breiteres Spektrum an Bauformen. Ein komplett anderer Konstruktionstyp wird durch die sogenannten vertikalen Windkraftanlagen vertreten, deren Rotorachse vertikal zum Boden aufgestellt ist und von denen es am Markt bereits eine Vielzahl von unterschiedlichen Typen gibt, die laut Aussagen der Hersteller speziell für die Anwendung in Bodennähe und für die hier herrschenden turbulenten Windverhältnisse ausgerichtet sind.

Ein weithin bekannter wichtiger Nachteil der vertikalen Windkraftanlagen ist deren geringerer Wirkungsgrad. Doch Anlagen mit vertikaler Achse weisen auch Vorteile auf, die zunächst erläutert werden. Nach einer Studie der Universität Kassel und des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES sind auch bei den KWEA die herkömmlichen Bauarten mit horizontaler Achse und drei Rotorblättern zurzeit am weitesten verbreitet. Von insgesamt 118 untersuchten Anlagentypen hatten 88 % eine horizontale Achse und 12 % eine vertikale Achse.

14 Netzparität ist erreicht, wenn die Stromproduktionskosten des Konsumenten (Prosumers) unter den Bezugskosten für Strom vom Stromlieferanten (EVU) liegen.

15 <http://www.klein-windkraftanlagen.com>

Möglicher Ausblick Entwicklung vertikale KWEA

Die Kleinwind-Branche steht noch ziemlich am Anfang, wenn man Vergleiche mit der Photovoltaik-Branche anstellt, die schon vor Jahren in die Massenproduktion gegangen ist. Der niedrigere Wirkungsgrad vertikaler Anlagen bedeutet nicht, dass sich das Konzept langfristig nicht behaupten kann. In der Photovoltaik-Branche hat sich eine Technologie mit relativ niedrigen Wirkungsgraden lange Zeit durchsetzen können. Der Hersteller von Solarstrommodulen First Solar hat eine führende Marktstellung behaupten können, obwohl der Wirkungsgrad seiner Dünnschichtmodule erheblich niedriger war, als bei herkömmlichen Modulen mit Siliziumsolarzellen. Der Grund für die starke Marktposition waren erhebliche Produktionskostenvorteile, so dass die spezifischen Investitionskosten und resultierende Stromgestehungskosten entsprechend niedrig waren.

Aktuell werden die meisten Kleinwind-Projekte allerdings mit horizontalen Anlagen umgesetzt, da die höheren Wirkungsgrade eine positive Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit haben. Vertikale Anlagen können ihre Stärken bei spezifischen Standortanforderungen zur Geltung bringen, wie z.B. eine geringe Geräuschentwicklung.

Aufgrund der aktuellen Entwicklungen in der weltweiten Energie- und Umweltpolitik gibt es ein stetig wachsendes Interesse an Wind als Energiequelle. Dies spiegelt sich auch in der steigenden Nachfrage nach Projekten, die sich mit dem Einsatz von KWEA im städtischen Bereich beschäftigen, wieder. Genau für solche Projekte kann das entwickelte Berechnungstool eingesetzt werden. Beispielsweise wurde es seitens AIT bereits bei der wissenschaftlichen Unterstützung der Erarbeitung eines Energie-Masterplans für die chinesische Stadt Nanchang eingesetzt.

Um die Steigerung der Anzahl von KWEA, die in urbanen Gebieten errichtet werden auch tatsächlich in volkswirtschaftlich bedeutendem Umfang und unter Nutzung von Skalenerträgen zu erreichen wäre eine Verbesserung der Förderung von KWEA notwendig:

- Gleichstellung von Kleinwind mit PV im Ökostromgesetz als ersten Schritt:
Differenzierte Einspeisetarife nach Anlagengröße und evtl. auch nach Standorten und bei Mikroanlagen Investförderungen.

- Abschaffung des Ökostromdeckels
Sollte der Deckel im Ökostromgesetz bleiben und die Förderung der Kleinwindanlagen somit auf Kosten anderer Ökostromanlagen (Großwindanlagen, Biomasse/gas-Verstromung, PV, Geothermie) gehen, werden die positiven volkswirtschaftlichen Effekte kleiner oder gar negativ sein, weil dann die geringere Beschäftigung in anderen Branchen mit jenen der Kleinwindhersteller und Händler/Servicebetriebe gegenzurechnen ist.

Sollte der Deckel fallen und zum Beispiel in Österreich mittelfristig (in 5 Jahren) das deutsche Förderniveau im österreichischen Ökostromgesetz erreicht werden und britische¹⁶ oder italienische Einspeisetarifhöhen gewährt werden, dann würden einerseits die Strompreise für den Endkunden (Industrie, Gewerbe und Haushalte) steigen (von 0,5 auf 2-4 Eurocent/kWh), andererseits die positiven Effekte bei der Förderung von Kleinwindanlagen zusätzlich zu jenen anderer Ökostromquellen eintreten. Den höheren Kosten für die Stromkunden durch höhere Strompreise sind die Effizienzgewinne bei der Stromverwendung (sparsamere Haushaltsgeräte, effizientere Industrieanlagen) gegenüber zu stellen. Höhere Strompreise bewirken einen

16 Ab dem 1. April gibt es auf der britischen Insel für kleine Windanlagen erstmals feste Einspeisetarife nach Vorbild des deutschen EEG. Für die Mikroklasse bis 1,5 kW gibt es 20 Jahre lang 38,5 Ct/kWh, in der Größenordnung bis zu 15 kW gut 30 Ct/kWh (<https://www.energycareer.net/unternehmen/news/nachricht/6461>)

flacheren Anstieg des Stromverbrauchs, ermöglichen damit eine schnellere und günstigere Erreichung von EU-Ausbauzielen für erneuerbare Energien in Österreich, speziell wenn diese Ziele durch ein Anheben des 20/20/20 Pakets auf EU-Ebene auf -30% THG bis 2020 noch erhöht werden.

Ohne ausreichende Unterstützung der Kleinwindanlagen durch Investförderungen und/oder kostendeckende Einspeisetarife werden die Kleinwindanlagen sich in Österreich nicht durchsetzen können und punkto Marktdurchdringung auf dem Niveau der PV in Österreich bleiben. Das Erreichen der „grid parity“ wird außer in einigen wenigen Ausnahmefällen nicht möglich sein und damit der Kleinwindmarkt sich nicht entwickeln können. Volkswirtschaftliche Auswirkungen sind deswegen überhaupt nur im Falle der ausreichenden Unterstützung von Kleinwindanlagen zu beobachten. Auswirkungen von dezentraler Stromerzeugung „Prosumer“ auf die Energieeffizienz.

Einerseits erhöht die Beschäftigung mit Stromproduktionstechnologien und die damit verbundene Kenntnis der Stromgestehungskosten die Rationalität des Stromkonsumenten und wirtschaftlich rentable Einsparpotentiale werden verstärkt genutzt werden. Andererseits führt „billige“ oder Überschussenergie (im Verhältnis zum bisherigen Stromverbrauch) zu zusätzlichen Anwendungen und Konsummöglichkeiten, die den Stromverbrauch über das alte Niveau erhöhen können.

- Technologiepolitik:

Es in der ökonomischen Theorie wie auch unter den Anbietern von Kleinwindanlagen umstritten, ob der Staat aus Steuermitteln finanziert die technologiepolitischen Schwerpunkte vorgeben soll und differenzierend fördert oder ob für alle erneuerbaren Technologien zumindest im Strombereich annähernd gleiche Rahmenbedingungen geschaffen werden sollen und technologische Fortschritte von den Unternehmen finanziert werden, die ausreichend Umsatz und Gewinn durch ein EEG ähnliches Umfeld erwirtschaften können. Eine gewisse vorübergehende Besserstellung neuer Technologien gegenüber etablierten Technologien wird dabei weiterhin notwendig sein. Die Anreize, die der Markt, die Käufer von Kleinwindanlagen setzen, sind für die Entwicklung von neuen Technologien, eben auch der Kleinwindanlagen entscheidend. Erfahrungen der Technologieentwicklung bei Großwindanlagen und Photovoltaik legen nahe, daß eine „marktreife“ Entwicklung in Labors, kleinen begrenzten Roll-out Programmen und Leuchtturmprojekten nicht zu erwarten ist. Erst der massenhafte Absatz von diesen neuen Technologien, die unter hohem finanziellen Aufwand des Stromkonsumenten oder des Steuerzahlers am Markt durch Einspeisetarifsysteme v.a. in Dänemark, Deutschland und Spanien und durch Steuernachlässe in den USA unterstützt wurden, hat jene negative Neigung bei den Lernkurven bewirkt, die notwendig ist um die „grid parity“ in Bälde und die „Wettbewerbsfähigkeit“ auch bei den Stromproduktionskosten mittelfristig zu erreichen.

KWEA in Bezug auf Erreichung der Österreichischen Ziele des EU 20/20/20 Pakets.

Die mit diesem Paket verbundenen Ziele wurden im Jahr 2011 auf ein ambitioniertes Klimaschutzziel von -30% Treibhausgase bis 2020 angehoben werden. Die für Österreich geltenden Vorgaben für den Anteil an Erneuerbarer Energie und Energieeffizienz können sich dadurch ebenfalls erhöhen.¹⁷ Das Reduktionsziel für den EU-ETS- Bereich inklusive der großen Kraftwerke mit fossilen Energieträgern (Kohle, Erdgas, Öl) könnte dadurch auf -34% angehoben werden und die Preise für CO₂ EU-Allowances (EUA) von derzeit ca. 8 Euro pro Tonne CO₂ auf 30-60 Euro pro Tonne CO₂ bis 2020 ansteigen. Damit würde fossiler Strom im Vergleich zu Strom aus erneuerbaren Energiequellen deutlich teurer. Da derzeit in Europa noch über 50%

¹⁷ <http://e-control.at/de/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele>

der Stromproduktion fossil ist, würde durch einen höheren CO₂-Preis auch der Strompreis an den europäischen Strombörsen (z.B. EEX Leipzig) deutlich ansteigen. Damit würde auch Strom aus KWEA konkurrenzfähig und der Förderbedarf über Investitionsförderung bzw. über Einspeisetarife würde sinken. Zusätzlich wird dadurch die Eigenproduktion zur Abdeckung des Eigenverbrauchs die KWEA schneller wirtschaftlicher. Der Verzicht auf nationale, österreichische Unterstützungsmodelle wie ein Ökostromgesetz ohne Deckel würde bei steigenden CO₂-Preisen auch der Rentabilität von Atomkraftwerken¹⁸ in Europa helfen und damit Atomstromimporte nach Österreich wettbewerbsfähiger machen. Steigende CO₂-Preise helfen damit nicht automatisch und uneingeschränkt der rascheren Zielerreichung zum Ausbau der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen in Österreich.

Bei optimalen Rahmenbedingungen von hohen CO₂-Preisen im EU-ETS¹⁹ und einem Ökostromgesetz nach deutschem Vorbild (EEG) könnte v.a. im Großraum Wien inklusive Weinviertel und Nordburgenland langfristig über 10% des Stromverbrauchs nach 2030 aus KWEA gedeckt werden. Die zugrunde liegende Annahme: Ein- und Zweifamilienhäuser sowie KMUs an günstigen Standorten können über 100% des jährlichen Stromverbrauchs durch KWEA abdecken. Bei geringeren Potentialen im Rest von Österreich – kaum eine Landeshauptstadt (außer St. Pölten) ist so windig wie Wien – könnten somit 2-4% des Stromverbrauchs Österreichs abgedeckt werden.²⁰

Wirtschaftlichkeit

Die Motivation Kleinwindkraftanlagen zu realisieren beschränkt sich derzeit auf meist idealistische Motive. Ein wirtschaftlicher Betrieb ist unter den derzeitigen Bedingungen kaum möglich. Es wurden verschiedene Szenarien durchgerechnet unter denen die Kleinwindkraft wirtschaftlich werden würde. Die wesentlichen Parameter dabei sind:

- Standortqualität
- Vergütung für eingespeiste Energie.
- Strompreis
- Anschaffungspreis

Wie sich schon in verschiedenen Vorprojekten abgezeichnet hat liegt das um und auf in der Wahl von Standorten mit ausreichend Winddargebot. Dies sollte jedenfalls berücksichtigt werden. Doch selbst wenn sehr gute Standorte gewählt werden (>1000 Vollaststunden/a) ist ein rentabler Betrieb nur bei hohem Eigenverbrauchsanteil möglich. Nur bei Standorten an denen >1500 Vollaststunden möglich sind kommt man an einen Punkt an dem die Anschaffungskosten wieder eingespielt werden. Solche Standorte sind allerdings kaum zu finden. Bedenkt man dass große Windkraftanalgen es üblicherweise auf 2000 Vollaststunden bringen so zeigt sich dass die 1500 in Bodennähe wirklich sehr ambitioniert und kaum erreichbar sind.

Beispiel eines „guten“ Standortes

Unter einem guten Standort kann ein Standort verstanden werden an dem rund 1000 Vollaststunden erreicht werden. Um solche Standorte zu identifizieren bedarf es einer genauen

¹⁸ Der EU-Emissionshandel erfasst nur die Stromproduktion und dabei sind AKW CO₂-frei. Der Transport der Brennstäbe und v.a. die CO₂-intensive Urangewinnung und Aufbereitung der Brennstäbe wird nicht eingerechnet.

¹⁹ Alternativ zu einer CO₂-Bepreisung über den Emissionshandel ist in der EU ab 2020 auch eine CO₂-Steuer für alle Verursachergruppen, Technologien, Energiequellen und Sektoren denkbar.

²⁰ Interview Erwin Mayer Juli 2011

Analyse der Umgebung, Referenzmessdaten oder am Besten einer Messung vor Ort. Im folgenden Beispiel wurde eine 5kW Anlage betrachtet und hinsichtlich ihrer Rentabilität analysiert. Als Vergleich wurde sie einer 5kW Photovoltaikanlage gegenübergestellt.

Aufgrund der niedrigen Einspeisevergütung von Windstrom bilanziert die Einspeisevariante negativ. Bei Eigenverbrauch werden die getätigten Investitionen gerade amortisiert.

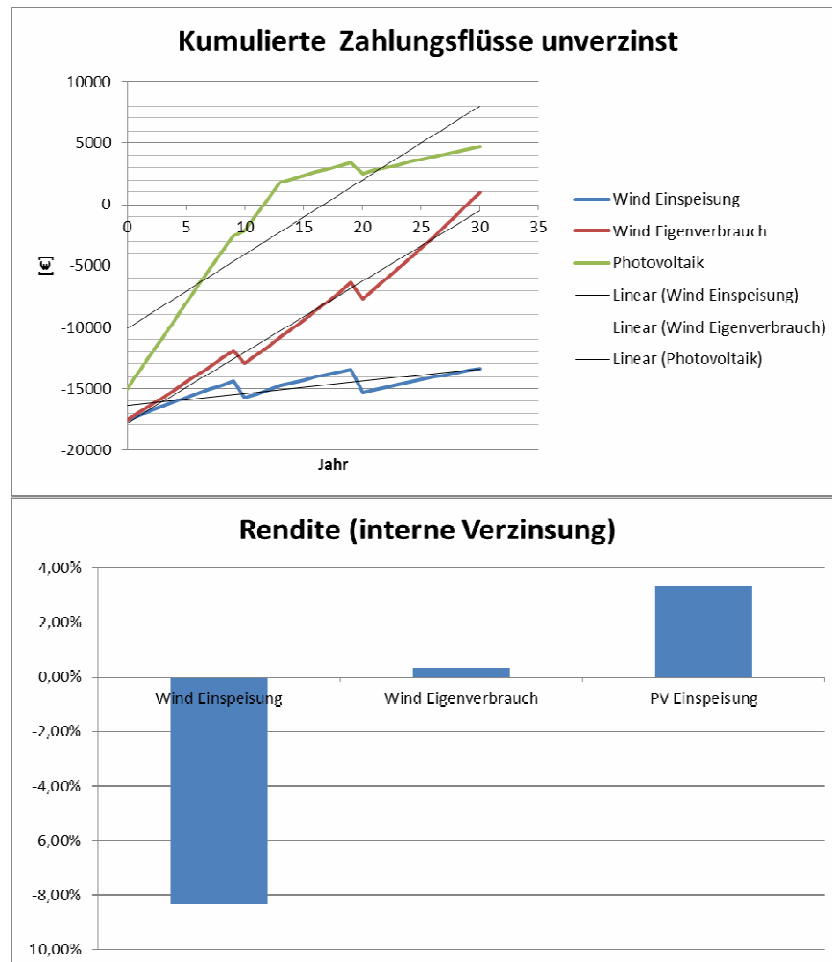


Abbildung 4: Zahlungsflüsse und Rendite an einem gutem Standort

Hinweis: Der ortsspezifische Ertrag und die daraus resultierenden finanziellen Erträge sollte unbedingt von einem unabhängigen Experten beurteilt werden. Literatur zum Thema Kleinwindkraft im Allgemeinen und deren Wirtschaftlichkeit im speziellen sowie ein Berechnungstool für die erste Standortabschätzung sind unter www.aee-now.at im Downloadbereich zu finden.

Derzeit liegt der Anschaffungspreis zwischen 2500 – 5000€/kWp. Hier ist zwar noch etwas Potential nach unten möglich, ein rasanter Preisverfall in den nächsten Jahren aber nicht absehbar. Die Kosten sind also mit jenen von Fotovoltaik zu vergleichen. Um nun ähnliche Bedingungen wie bei Fotovoltaik, v.a. im Bezug auf die Rentabilität herstellen zu können wäre

eine Novelle des Ökostromgesetzes notwendig. Eine Vergütung von 30c/kWh wäre eine Möglichkeit um der Kleinwindkraft Aufwind zu geben.

In anderen Ländern (wie Portugal, Spanien, Dänemark oder Großbritannien) ist eine Förderung in diesem Umfang bereits umgesetzt worden. Mit dem Resultat dass die Verbreitung von Kleinwindkraftanlagen dort wesentlich höher ist.

Die Förderung über den Einspeisetarif würde zudem dazu anreizen, bevorzugt an ertragreichen Standorten Anlagen aufzustellen. Direkte Barzuschüsse würden dies nicht gewährleisten. Wie auch andere Technologien, wird die Kleinwindkraft mit zunehmenden Energiekosten rentabler. Bei einer jährl. Strompreissteigerung von 5% würde sich eine heute errichtete Anlage binnen 30 Jahren ohne jegliche Förderung rentieren.

Wichtig wäre in der aktuellen Situation eine Stärkung der österreichischen Produzenten und Installateure von Kleinwindanlagen durch Initiativprogramme (Schaffung von Normen, einheitlichen Rahmenbedingungen sowie Förderbedingungen), um eine langfristige kostengünstige, und international wettbewerbsfähige Produktion.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Kleinwindanlagen – BWE Marktübersicht spezial, 2011, S.22f
- [2] Wirtschaftsfaktor Windenergie - Wirtschaftsfaktor Windenergie, S.Moidl, Hintergrundpapier 27.4.2011
- [3] Strategic Research Agenda - Market Deployment Strategy, FROM 2008 TO 2030, European Technology Platform for Wind Energy (Juli 2008)
- [4] Kleinwindanlagen – BWE Marktübersicht spezial, 2011, S.9
- [5] Energie&Management Ausgabe 1.März 2009, Seite 9
- [6] Pilotstudie zur Akzeptanz vertikaler Windenergieanlagen - Kurzfassung des Abschlussberichts zum BMU-EE-Querschnitts-Forschungsvorhaben, 2009, S.25

7. Anhang