

energy scripts

Eine Schriftenreihe des
Instituts für Erneuerbare Energie

Anforderungskatalog

für die Zertifizierung von KWEA im urbanen Raum

Kurt Leonhartsberger (Technikum Wien GmbH)

Kathrin Renz (IG Windkraft)

mit freundlicher Unterstützung von



IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION



Impressum

energy scripts – Eine Schriftenreihe des Instituts für Erneuerbare Energie der FH Technikum Wien
Nummer 1/2010: Kleinwindkraftreport Österreich 2015

AutorInnen

Kurt Leonhartsberger, MSc.

Institut für Erneuerbare Energie, Fachhochschule Technikum Wien

E: kurt.leonhartsberger@technikum-wien.at

Kathrin Renz, MSc.

IG Windkraft

E: kathrin_renz1@gmx.at

Herausgeber und Redaktion:

Institut für Erneuerbare Energie, FH Technikum Wien

Giefinggasse 6

1210 Wien

Cover:

Schürz & Lavicka

Alle veröffentlichten Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Eine vorherige schriftliche Zustimmung der AutorInnen ist für jede vom Urheberrechtsgesetz nicht zugelassene Verwertung einzuholen.

© Institut für Erneuerbare Energie, FH Technikum Wien

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Zusammenfassung | 4 |
| 2 | Einleitung | 5 |
| 2.1 | <i>Motivation, Problemstellung</i> | 5 |
| 3 | Zertifizierungen und Standards | 6 |
| 3.1 | <i>Internationale Normen und Standards</i> | 7 |
| 3.1.1 | Internationale Norm IEC 61400..... | 7 |
| 3.1.2 | AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard..... | 8 |
| 3.1.3 | RenewableUK Small Wind Turbine Standard..... | 8 |
| 3.1.4 | 12. Consumer Label for Small Wind Turbines (IEA TASK 27)..... | 9 |
| 4 | Anforderungskatalog für „urbane“ Zertifizierungen | 10 |
| 4.1 | <i>Zusätzliche Anforderungen</i> | 10 |
| 4.2 | <i>Aufbereitung der Ergebnisse für KonsumentInnen</i> | 13 |
| 4.2.1 | Das Label | 15 |
| 5 | Literaturverzeichnis | 17 |

1 Zusammenfassung

Speziell unter der Prämisse eine versorgungssichere, nachhaltige und resiliente urbane Energieversorgung sicher zu stellen, die nicht ausschließlich auf Energieerzeugung aus dem Umland angewiesen ist, gilt es die vorhandenen Energieressourcen in der Stadt bestmöglich zu nutzen. Neben der Photovoltaik stellt die Kleinwindkraft eine der wenigen Möglichkeiten dar, auch in dicht bebauten Gebieten sowie im städtischen Umfeld umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen und somit die Ziele der neuen EU-Gebäuderichtlinie, mit der Forderung nach „nearly zero energy“ Gebäuden, zu erreichen. Gemeinsam mit dem immer stärker werdenden Wunsch nach privater Energieautonomie führt dieser Umstand dazu, dass Kleinwindenergieanlagen (KWEA) vermehrt auch in den Fokus privater Haushalte rücken und zunehmend auch in dicht besiedelten Gebieten bzw. im Stadtgebiet auf oder in unmittelbarer Nähe zu Ein- und Mehrfamilienhäusern errichtet werden.

Der Betrieb von KWEA in dicht besiedelten Gebieten, in unmittelbarer Nähe von oder auf Gebäuden bringt jedoch zusätzliche Anforderungen mit sich bzw. führt zu einer geänderten Bewertung bereits berücksichtigter Aspekte. Diese sind:

- Überprüfung der Schallemissionen hinsichtlich der Auswirkungen von Turbulenzen
- Vermessung einer „urbanen“ Leistungskurve unter Berücksichtigung erhöhter Turbulenzintensität (> 20 %) als Basis für die Berechnung des möglichen Energieertrages im Stadtgebiet
- Sicherstellung wirksamer Maßnahmen gegen Vereisung, Eiswurf und Eisabfall um eine potenzielle Gefährdung für Personen und Sachgüter auszuschließen
- Überprüfung ausgewählter Umweltwirkungen (Vibrationen, Schwingungen, Körper- und Infraschall) im Hinblick auf eine mögliche Montage an oder auf Gebäuden

Im Hinblick auf die zunehmende Verbreitung von KWEA in besiedelten Gebieten sollten diese Anforderungen zukünftig auch bei der Zertifizierung von KWEA berücksichtigt werden. Nur so haben KonsumentInnen die Möglichkeit KWEA gezielt hinsichtlich deren Eignung für den Betrieb in dicht bebauten Gebieten, in unmittelbarer Nähe bzw. an oder auf Gebäuden auswählen zu können.

Neben einem ausführlichen Testbericht sollten für KonsumentInnen die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchungen kompakt und verständlich in einem Label zusammengefasst werden. Neben grundlegenden Daten wie Hersteller, Modell und Nennleistung wird die Darstellung folgender Informationen vorgeschlagen:

- Jährlicher Energieertrag für einen mittleren und einen guten urbanen Standort, jeweils auf Basis einer gemessenen Leistungskurve nach IEC 61400-12 sowie einer gemessenen „urbanen“ Leistungskurve (TI = 25 %)
- Schallemissionen bei 6 m/s und -immissionen bei 6 m/s und einem Abstand zur KWEA von 15 m
- Eignung für Gebäudemontage hinsichtlich Vibrationen und Schwingungen sowie Körper- und Infraschall
- Eignung für den Betrieb in besiedelten Gebieten hinsichtlich wirksamer Maßnahmen gegen Vereisung, Eiswurf und Eisabfall

2 Einleitung

Sinkende Preise und attraktive Förderungen, in Verbindung mit dem wachsenden Wunsch privater Haushalte und Gewerbebetriebe nach Energieautonomie, aber auch die Klimaziele der EU sowie die neue EU Gebäuderichtlinie treiben eine Entwicklung an, die dezentrale erneuerbare Erzeugungstechnologien zunehmend zu einer Massenanwendung werden lassen. Immer mehr private Haushalte und Gewerbebetriebe nutzen dezentrale Erzeugungstechnologien um ihren eigenen Strom zu erzeugen. Unter der Prämisse eine versorgungssichere, nachhaltige und resiliente urbane Energieversorgung sicher zu stellen, die nicht ausschließlich auf Energieerzeugung aus dem Umland angewiesen ist, gilt es die vorhandenen Energieressourcen auch in der Stadt bestmöglich zu nutzen.

Neben der Photovoltaik stellt die Kleinwindkraft eine der wenigen Möglichkeiten dar, auch in dicht bebauten Gebieten sowie im städtischen Umfeld umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen und kann somit zu den Zielen der Energy Performance of Building Directive (EPBD) der europäischen Union beitragen. Diese fordert zum einen, dass ab dem 31. Dezember 2020 alle neu errichteten Gebäude dem Niedrigstenergiestandard entsprechen müssen und zum anderen, dass auch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei der Berechnung der Energieeffizienz eines Gebäudes berücksichtigt werden muss. Gemeinsam mit dem immer stärker werdenden Wunsch nach privater Energieautonomie führt dieser Umstand dazu, dass KWEA vermehrt auch in den Fokus privater Haushalte rücken und immer häufiger auch in dicht besiedelten Gebieten bzw. im Stadtgebiet auf oder in unmittelbarer Nähe zu Ein- und Mehrfamilienhäusern errichtet werden.

2.1 Motivation, Problemstellung

Im Vergleich zur PV sind beim Einsatz von KWEA auf oder in unmittelbarer Nähe von Gebäuden jedoch zusätzliche Herausforderungen zu berücksichtigen. Vor allem die aufgrund der Bebauung oftmals turbulenten und von anderen Gebäuden beeinflussten Windverhältnisse stellen eine Herausforderung für KWEA dar: Mögliche Ertragseinbußen sowie erhöhte Belastungen für die Anlage und deren Umfeld (Umweltwirkungen z. B. erhöhter Schallpegel, Vibrationen, Schwingungen,...) müssen daher bereits bei der Planung berücksichtigt werden. Darüber hinaus gewinnen aufgrund der Nähe zu bewohnten Gebäuden die Umweltwirkungen von KWEA wie Schall, Schattenwurf, Discoeffekt oder Infraschall sowie sicherheitstechnische Aspekte wie z. B. eine potenzielle Gefährdung für Personen und Sachgüter durch Eisabfall und Eiswurf, immer mehr an Bedeutung. Bei gebäudemontierten Anlagen müssen auch die Auswirkungen auf das Gebäude, dessen Bewohner und die unmittelbare Umgebung hinsichtlich Schall und Körperschall sowie Vibrationen und Schwingungen berücksichtigt werden.

Während leistungs- und sicherheitstechnische Aspekte oftmals bereits im Zuge eines Zertifizierungsverfahrens abgedeckt werden, werden einige der Herausforderungen urbaner Kleinwindkraftanlagen - wenn überhaupt - erst im Genehmigungsverfahren abgedeckt. Die dabei entstehenden Kosten gehen in der Regel zu Lasten der KäuferInnen, auch bei einem negativen Ausgang des Genehmigungsverfahrens.

Im Vergleich dazu müssen die Kosten eines Zertifizierungsverfahrens und damit auch das Risiko vom Hersteller getragen werden. Da die Zertifizierung ein wesentliches Instrument zur Sicherstellung der Qualität, der Betriebssicherheit und Leistungsfähigkeit von KWEA darstellt, kann darüber hinaus bereits im Vorfeld

verhindert werden, dass minderwertige Produkte auf den Markt kommen. Diese Marktberreinigung führt zu einer erhöhten Markttransparenz und erhöht das Vertrauen der KundInnen in der Markt.

Der Vorteil einer Zertifizierung für die Behörden (z. B. im Zuge des Genehmigungsverfahrens) ist, dass die vom Standard abgedeckten Kriterien nicht erneut überprüft werden müssen, sondern deren Erfüllung nachweislich und nachvollziehbar sichergestellt wurde, wodurch Zeit und Kosten gespart werden.

3 Zertifizierungen und Standards

Während in vielen Ländern eine Zertifizierung nach Norm oder einem bestimmten Standard eine Voraussetzung darstellt um eine KWEA am Markt verkaufen zu dürfen bzw. eine Förderung zu erhalten, gibt es in Österreich keine diesbezügliche Verpflichtung. Nachdem der Markt für Kleinwindkraftanlagen in Österreich nach wie vor ein Nischensegment darstellt, wird eine freiwillig, aufwändige und teure Zertifizierung nach internationalem Standard von vielen Kleinwind-Herstellern nicht in Betracht gezogen. Daher wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Kleinwindkraftanlagen“ ein Konzept für die vereinfachte Zertifizierung von KWEA entwickelt, mit dem Ziel eine kostengünstige und dennoch umfassende Überprüfung als Alternative zur internationalen Norm zu bieten.

Gemeinsam mit den Amtssachverständigen (ASV) der Bundesländer für die Fachbereiche Elektro-, Maschinen-, Bau- und Umwelttechnik wurden daher die wesentlichen Anforderungen erarbeitet und in der Folge auf Initiative der Amtssachverständigen ein Anforderungskatalog als Basis für die Genehmigung von KWEA entwickelt (BMWFJ 2012). Dieser Anforderungskatalog deckt primär die Themen Sicherheit, Statik und Dokumentation ab. Leistungsfähigkeit und Qualität (Dauerbetriebssicherheit, technische Verfügbarkeit, Wartungsanfälligkeit,...) werden darin jedoch nicht abgedeckt.

Aufbauend auf dem Anforderungskatalog wurden daher noch folgende zusätzliche Untersuchungen vorgeschlagen:

- Langzeitevaluierung über mindestens 12 Monate unter praxisnahen Bedingungen zur Überprüfung der Qualität und Betriebsfestigkeit
- Vermessung der Leistungskennlinie nach IEC 61400-12 zur Überprüfung der Herstellerangaben hinsichtlich Leistung und Energieertrag

Weder der Anforderungskatalog noch die zusätzlichen Empfehlungen des Projektkonsortiums besitzen bisher Rechtsstatus besitzen, werden jedoch vielfach in Genehmigungsverfahren als Grundlage herangezogen.

Darüber hinaus gibt es in Österreich aktuell keine Einrichtung, die eine vollständige Zertifizierung nach einem anerkannten Standard durchführt. Die Hersteller müssten demzufolge ihre Anlagen z. B. nach Deutschland transportieren um diese vom TÜV SÜD überprüfen zu lassen. Damit fallen neben den Kosten für die Zertifizierung selbst sowie für die zu testende KWEA auch noch erhöhte Transportkosten und ein Mehraufwand an.

3.1 Internationale Normen und Standards

Mit Stand Jänner 2016 existieren unter anderem folgende internationale Normen und Standards für die Zertifizierung von KWEA:

- Internationale Norm IEC 61400
- 12. Consumer Label for Small Wind Turbines
- AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard
- RenewableUK Small Wind Turbine Standard (BWEA)
- Japanische Standard

Zu beachten gilt, dass diese Standards primär für Horizontalachsenanlagen ausgelegt sind. Zum Teil wird diesbezüglich versucht speziell für Vertikalachsenanlagen geeignete Standards zu konzipieren. Die Firma Intertek entwickelte deshalb eine eigene Testreihe in Anlehnung an die bereits existierenden Standards vom BWEA oder vom AWEA. (Jain, Hewitt, Spossey, & Hudon, 2013)

Insgesamt wurden bis April 2015 59 KWEA nach einem anerkannten Standards zertifiziert, davon 38 nach dem britischen Standard (BWEA), 13 nach dem amerikanischen Standard (AWEA), 9 nach dem dänischen Standard (Danish Requirement) und je 7 nach IEC 61400-2 und dem japanischen Standard (JSWTA0001). Einige KWEA sind auch nach mehreren Standards zertifiziert (Summerville 2016).

Im Folgenden erfolgt nun eine kurze Beschreibung ausgewählter Standards.

3.1.1 Internationale Norm IEC 61400

Die IEC 61400 wurde speziell für die Zertifizierung von Großwindkraftanlagen entwickelt. Internationale Normen werden vom technischen Arbeitskreis (IEC TC-88) der International Electrotechnical Commission (IEC) entwickelt. (OVE/ON, 2007a)

Folgende Normen sind für die Zertifizierung für KWEA relevant:

- IEC 61400-2: Konstruktionsanforderungen an kleine Windenergieanlagen
- IEC 61400-12-1: Messung des Leistungsverhaltens einer Windenergieanlage
- IEC 61400-11: Schallmessverfahren

Die IEC 61400-2 dient dazu um die Qualität und Betriebssicherheit von KWEA im Betrieb zu überprüfen. (OVE/ON, 2007a). Dabei werden folgende Untersuchungen vorgenommen: Safety and Function Test, Duration Test und ein Static Blade Test. Für die Zertifizierung nach der IEC 61400-2 wird eine Typen-Zertifizierung vorgenommen. Das bedeutet, dass die Einzel-WEA oder die baugleiche Serie kann geprüft werden. Das Zertifikat ist 5 Jahre gültig. Jede Änderung an der Anlage führt dazu, dass eine neue Prüfung vorgenommen werden muss. Anlagen mit einer Zertifizierung nach IEC 61400-2 sind laut Norm sicherheitstechnisch einwandfrei in Ordnung.

Die IEC 61400-12 beschreibt die Methode bzw. das Verfahren der Leistungsvermessung von Windenergieanlagen sowie deren Netzanbindung an das öffentliche Netz. Im Speziellen wird auf die Leistungsvermessung von netzgekoppelten KWEA aber auch von Inselsystemen eingegangen. Das Verfahren zur Messung der Leistung soll die Vergleichbarkeit von WEA ermöglichen.

Die Norm IEC 61400-11 beschreibt eine einheitliche Methode darzustellen zur Messung und Auswertung der Geräuschemissionen von Windenergieanlagen. (OVE/ON, 2007b)

Bezüglich der exakten Gesamtkosten sind keine genauen Zahlen verfügbar. Laut Auskunft der Prüfinstitute und der Hersteller belaufen sich die Kosten für die Zertifizierung einer KWEA nach IEC 61400 auf zirka 80.000 bis 100.000 EUR (Jendrosch, 2012). Inkl. aller Nebenkosten können für eine Vollzertifizierung somit Kosten in Höhe von 150.000,- bis 300.000,- EUR für den Hersteller anfallen (Warmuth 2014).

3.1.2 AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard

Amerika ist neben China einer der größten Märkte von KWEA (Stanislawski et al., 2012). Der amerikanische Standard zur Zertifizierung von Kleinwindkraftanlagen wurde vom amerikanischen Windenergieverband (kurz AWEA) in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen nationalen Standard Institut (ANSI) mit Herstellern, Technikexperten, öffentlichen Stellen und mit Konsumenten erarbeitet und 2009 veröffentlicht und bezieht sich wie die meisten nationalen Standards auf die Normenreihe IEC 61400.

Der Standard gilt als amerikanischer nationaler Standard (nicht verpflichtend) und berücksichtigt die von ANSI geforderten Mindestanforderungen (z. B. Leistung, Schallemissionen, Betriebssicherheit). Neben der Sicherstellung von Leistungsvermögen, Qualität und Betriebssicherheit werden die wichtigsten Daten (Nennleistung bei 11 m/s, Schallemissionen bei 5 m/s, Energieertrag für definierten Standort) in Form eines Labels aufbereitet und den KonsumentInnen zur Verfügung gestellt. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt das AWEA Label für 2 KWEA als Ergebnis der Zertifizierung, überprüft durch das SWCC. (AWEA, 2009)

Laut AWEA sollte die Zertifizierung von einem unabhängigen Zertifizierungsinstitut oder einem national anerkannten Testlabor (NRTL) durchgeführt werden. In Amerika ist dies unter anderem das Small Wind Certification Council (SWCC). Der finanzielle Aufwand für die Prüfung und anschließender Zertifikatsausstellung beträgt ungefähr 80.000 bis 110.000 USD, wobei für den Test an sich etwa 80.000 USD veranschlagt werden und für die Zertifizierung weitere 20.000 bis 30.000 USD. Laut dem Small Wind Certification Council muss für die Zertifizierung selbst ein Zeitraum von 12 bis 22 Monate eingeplant werden. (SWCC, 2013).

Bis April 2015 wurden 13 KWEA nach dem amerikanischen Standard zertifiziert (Summerville 2016).

3.1.3 RenewableUK Small Wind Turbine Standard

In England wurden seit 2005 über 26.000 KWEA mit einer Nennleistung bis 15 kW installiert, davon über 75 % kleiner als 1,5 kW (RenewableUK 2015). Begünstigt wurde diese Entwicklung vor allem den verfügbaren Einspeisetarif für KWEA. Voraussetzung für die Förderung ist, dass die KWEA durch das Microgeneration Certification Scheme (kurz MCS) geprüft und abgenommen worden ist. Dieser Standard, der von Konsumentengruppen, öffentlichen Stellen, HerstellerInnen und Interessensvertretungen gemeinsam entwickelt wurde, gilt für KWEA mit einer Leistung bis zu 50 kW (Micro- und Small Wind Certification) und einer überstrichenen Rotorfläche von bis zu 200 m². Die durchführenden Institute sind national anerkannte und akkreditierte Zertifizierungsstellen der UKAS (United Kingdom Accreditation Service). (DECC, 2013)

Die MCS006 (Micro- und Small Wind Certification) bezieht sich auf den im Jänner 2014 herausgegebenen „Renewable UK Small Wind Turbine Standard“, kurz RUK. Dieser ersetzt den BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard. Wie beim amerikanischen Standard werden Qualität (Dauertest), Leistung und Schallemissionen überprüft. Turm und Fundament werden nicht geprüft.

Bisher wurden 38 KWEA nach dem britischen Standard getestet (Stand April 2015). Damit ist der britische Standard der mit Abstand erfolgreichste Standard weltweit (Summerville 2016).

3.1.4 12. Consumer Label for Small Wind Turbines (IEA TASK 27)

Um einen international gültigen Standard zu schaffen und damit die Vergleichbarkeit von KWEA zu erhöhen, wurde von der Arbeitsgruppe Wind Task 27 der Internationalen Energieagentur (IEA) ein Consumer Label entwickelt. Ziel des „Consumer Label for Small Wind Turbines“ ist es, die teils unterschiedlichen Anforderungen nationaler Standards in einem einzigen Standard zusammen zu führen.

Auch das Task 27 Label orientiert sich an der internationalen Norm IEC 61400 und beinhaltet folgende Überprüfung:

- Dauerprüfung nach IEC 61400-2
- Leistungstest nach der IEC 61400-12-1
- Schallmessverfahren nach IEC 61400-11

(OVE/ON, 2007a, 2007b, 2009).

Bei der Schallmessung wird ausschließlich der tatsächliche Schalleistungspegel bei einer Windgeschwindigkeit von 8 m/s in Nabenhöhe gemessen. Darauf aufbauend wird die IEC 61400-14 verwendet, um die gemessenen Werte harmonisieren zu können. (IEA Task 27, 2011)

Alle Testorganisationen oder Zertifizierungsstellen, die KWEA nach dem IEA Standard zertifizieren möchten müssen vorab Mitglied bei der „Small Wind Association of Testers“ (SWAT) werden. Auch HerstellerInnen können Mitglied dieser Organisation werden, jedoch ohne Stimmrecht. Neue Mitglieder werden von Mitgliedern empfohlen. (IEA Task 27, 2011)

Das „Consumer Label for Small Wind Turbines“ ist im Vergleich zur Zertifizierung nach IEC 61400-2 nach Auskunft der SWAT kostengünstiger und für jede KWEA anwendbar. Der Standard basiert rein auf Testergebnissen und nicht auf Berechnungen. In der überarbeiteten Version der IEC 61400-2 ed.3 ist auch eine exakte Anleitung für die Prüfung von KWEA im Anhang verfügbar. (Ruin & Jonathan, 2012)

Small Wind Certification Council Certified Small Wind Turbine

Manufacturer/Model
Borgoy Windpower Company
Excel 10 (240 VAC 1-phase, 60 Hz)

Rated Annual Energy
Estimated annual energy production assuming an annual average wind speed of 5 m/s (11.2 mph), a Rayleigh wind speed distribution, sea level air density and 100% availability. Actual production will vary depending on site conditions.
13,800 kWh/year

Rated Sound Level
The sound level that will not be exceeded 95% of the time, assuming an average wind speed of 5 m/s (11.2 mph), a Rayleigh wind speed distribution, sea level air density, 100% availability and an observer location 60 m (~200 ft) from the rotor center.
42.9 dB(A)

Rated Power
The wind turbine power output at 11 m/s (24.6 mph) at standard sea-level conditions.
8.9 kWh

Certified to be in Conformance with:
AWEA Standard 9.1 - 2009

For a summary report and SWCC Certificate visit
www.smallwindcertification.org

Test Results

| | |
|---|-------------------|
| Manufacturer | Manufacturer |
| Model | Model |
| Reference Annual Energy | ### kWh/yr |
| at 5 m/s average wind speed, actual production will vary depending on site conditions | |
| Declared Sound Power Level | ## dB(A) |
| at 8 m/s | |
| Turbine Test Class | II |
| 0-IV or S for Special | |
| Tested by | Test Organisation |
| Published Date (Year-Month-Day) | 2011-03-04 |

For more information, see the Task 27 section
www.ieawind.org

BWEA small wind turbine standard, 2007

Certified by BRE

Reference Annual Energy **6,780 kWh**

Annual average wind speed of 5 m/s (11 mph). Your performance may vary

Approved installer:

UK Microgeneration Certification Scheme
approved by dti

BRE Certification Limited

Abbildung 1 Überblick über die Labels der Standards der AWEA (Links), des IEA Wind Task 27 (Mitte) und der BWEA in Abhängigkeit des Prüfinstituts (Rechts) (SWCC, 2013) (Ruin & Jonathan 2012) (DECC 2013)

Wie bereits erwähnt, bringt der Betrieb einer Kleinwindkraftanlage in dicht besiedelten Gebieten, in unmittelbarer Nähe von oder auf Gebäuden zusätzliche Anforderungen mit sich bzw. führt zu einer geänderten Bewertung bereits berücksichtigter Aspekte. Diese zusätzlichen Anforderungen werden jedoch in keinem anerkannten Standard berücksichtigt.

4 Anforderungskatalog für „urbane“ Zertifizierungen

4.1 Zusätzliche Anforderungen

Folgend eine Auflistung geänderter oder zusätzlicher Anforderungen, die bei der Zertifizierung von KWEA für den Betrieb in dicht besiedelten Gebieten berücksichtigt werden sollten.

Überprüfung der Schallemissionen:

Nahezu jeder anerkannte Standard sieht die Überprüfung der Schallemissionen nach IEC 61400-11 vor. Im Vergleich zum Betrieb einer KWEA in ländlichen, spärlich besiedelten Regionen gewinnen die Schallemissionen in Wohngebieten sowie im Stadtgebiet zunehmend an Bedeutung. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Vorgaben der TA Lärm eingehalten werden (Umweltbundesamt, 2000). Diese Richtlinie gibt die maximal zulässigen Immissionen, welche der Nachbarschaft bzw. den Anrainern durch Umwelteinflüsse (Geräusche) zumutbar sind, an. Wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht**

gefunden werden. ersichtlich, darf der Geräuschpegel in einem reinem Wohngebiet unter Tags nicht über 50 dB ($L_{p,A}$) betragen. In der Nacht liegt der Grenzwert bei 35 dB ($L_{p,A}$).

Tabelle 1: Geräuschemissionsrichtwerte (Umweltbundesamt, 2000)

| Art des Gebietes | Tags (6:00-22:00 Uhr) $L_{p,A}$ in dB | Nachts (22:00-6:00 Uhr) $L_{p,A}$ in dB |
|---|--|--|
| Industriegebiete | 70 | 70 |
| Gewerbegebiete | 65 | 50 |
| Kern-,Dorf-, und Mischgebiete | 60 | 45 |
| Allg. Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete | 55 | 40 |
| Reine Wohngebiete | 50 | 35 |
| Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten | 45 | 35 |

Auch die Auswirkungen der speziellen Windverhältnisse (Turbulenzen, Böen, Schräganströmung,...) in bebauten Gebieten auf die Schallemissionen einer KWEA müssen unter Umständen berücksichtigt werden, da eine steigende Turbulenzintensität zu einer höheren Schallbelastung führen und laut Rogers und Omer (2011) mitunter zur Hauptquelle der Geräuschabstrahlung werden können. Dies kann dazu führen, dass die tatsächlichen Schallemissionen einer KWEA in besiedelten Gebieten höher sind, als jene die bei der Messung nach IEC 61400-11 ermittelt wurden, da Normmessungen häufig in Gebieten mit geringen Turbulenzintensitäten vorgenommen werden. Im Rahmen der Forschungsprojekte „Urbane Windenergie“ und „SmallWindPower@Home“ befasst sich die FH Technikum Wien unter anderem auch mit diesem Thema.

Vermessung einer Leistungskurve unter Berücksichtigung erhöhter Turbulenzintensität (> 20 %)

Auch bei der Leistungskurvenvermessung werden die speziellen Windverhältnisse in der Stadt nur bedingt berücksichtigt. Wie bereits von Lubitz (2014) beschrieben, beeinflusst die Turbulenzintensität die Leistung einer horizontalen KWEA um bis zu 4 %. Bei einer Turbulenzintensität < 14 % steigt die Leistung einer KWEA um etwa 2 % im Vergleich zur durchschnittlichen Leistung bei unterschiedlichen Turbulenzintensitäten. Nimmt die Turbulenzintensität zu ($TI > 14 \%$), sinkt die Leistung jedoch um ca. 2 % ab. Auch Walker (2011) beschäftigte mit dem Einfluss der Turbulenzintensität auf die Leistungsfähigkeit von KWEA und bestätigt im Rahmen seiner Untersuchungen, dass die im freien Strömungsfeld gemessenen Leistungskurven nicht für den turbulenten urbanen Bereich geeignet sind.

Im laufenden Forschungsprojekt „Urbane Windenergie“ werden diesbezüglich die Auswirkungen hoher Turbulenzintensitäten auf einen 3-Blatt Horizontalläufer sowie einen Vertikalläufer (Darrieus-Helix) evaluiert. Dazu wird für beide KWEA die Leistungskurve sowohl im Energieforschungspark Lichtenegg (ländlicher Standort mit geringer Turbulenzintensität) als auch am Dach der ENERGYbase (urbaner Standort mit hoher Turbulenzintensität) ermittelt. Aus dem Vergleich beider Leistungskurven können die Auswirkungen von Turbulenzen auf die jeweilige Bauform abgeleitet werden.

Berechnet man daher den möglichen Ertrag einer KWEA an einem urbanen Standort mit hoher Turbulenzintensität auf Basis einer nach IEC61400-12 gemessenen Leistungskurve müssen mitunter deutliche Abweichungen in Kauf genommen werden. In welcher Größenordnung diese Abweichungen liegen, hängt auch vom Bautyp ab, denn je nach Bauform wirken sich Turbulenzen unterschiedlich auf die

Leistung aus. Um es KonsumentInnen zu ermöglichen, beim Kauf gezielt KWEA für Standorte mit hoher Turbulenzintensität auszuwählen, sollten die Leistungskurve nicht nur nach IEC 61400-12 ermittelt werden, sondern auch unter Berücksichtigung höherer Turbulenzintensitäten.

Wie in Abbildung 2 ersichtlich liegt die Turbulenzintensität in urbanen Gebieten bei etwa 25 %, während diese in ländlichen Regionen unter 15 % beträgt. Dies wird auch durch Messungen der HTW Berlin (2013) sowie aus dem Forschungsprojekt „Urbane Windenergie“ bestätigt (Abbildung 4 und Abbildung 3). Die Vermessung einer „urbanen“ Leistungskurve sollte daher an einem Standort mit einer durchschnittlichen Turbulenzintensität von ca. 25 % durchgeführt werden.

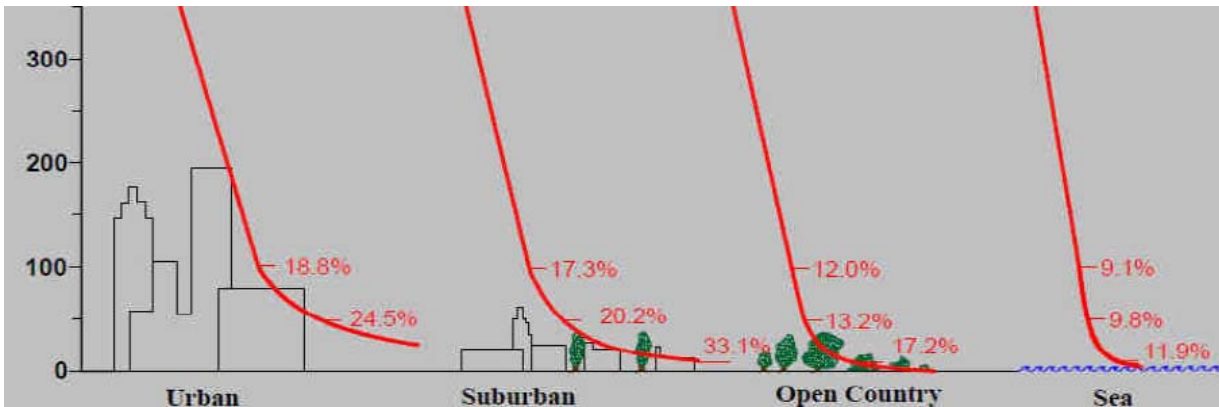


Abbildung 2: Typische Turbulenzintensitäten für Standorte mit unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit (AEE NÖ-Wien)

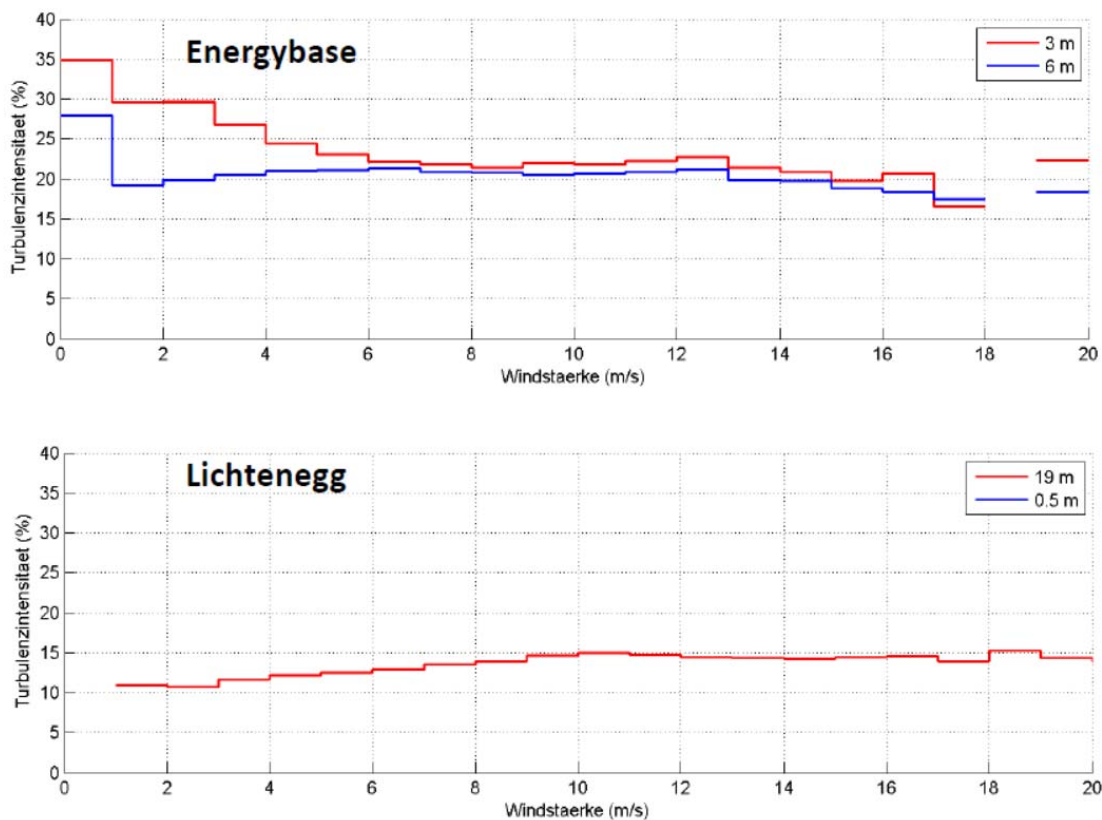


Abbildung 3: Turbulenzintensität am Dach der ENERGYbase in Wien in 3 und 6 m über Dachniveau sowie im Energieforschungspark Lichtenegg

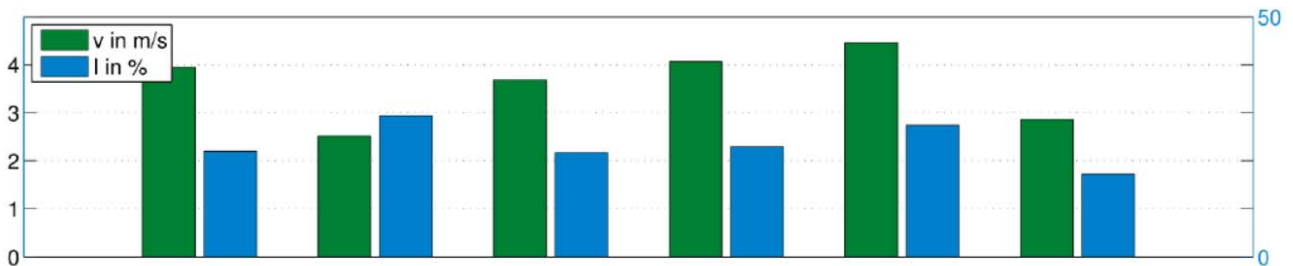


Abbildung 4: Mittlere Jahreswindgeschwindigkeit und Turbulenzintensität ausgewählter Standorte im Stadtgebiet Berlin (Twele 2013)

Maßnahme gegen Vereisung, Eiswurf und Eisabfall

Aufgrund der Nähe zu bewohnten Gebäuden gewinnen sicherheitstechnische Aspekte wie z. B. eine potenzielle Gefährdung für Personen und Sachgüter durch Eisabfall und Eiswurf zunehmend an Bedeutung. Maßnahmen gegen Eisansatz, Eiswurf und Eisabfall müssen bereits im Zuge der Zertifizierung geprüft werden. Verfügen KWEA über keine wirksamen Maßnahmen ist ein Betrieb in besiedelten Gebieten ohne zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen nicht möglich.

Überprüfung ausgewählter Umweltwirkungen von KWEA (bei Gebäudemontage)

Bei gebäudemontierten KWEA müssen darüber hinaus die Auswirkungen der KWEA auf das Gebäude, dessen BewohnerInnen sowie die unmittelbare Umgebung (z. B. Körperschall, Vibrationen und Schwingungen,...) berücksichtigt werden, um eine Schädigung der Gebäudesubstanz bzw. eine Reduktion der Lebensqualität von BewohnerInnen und AnrainerInnen zu vermeiden.

Im Forschungsprojekt „SmallWindPower@Home“ beschäftigt sich die Fachhochschule Technikum Wien gemeinsam mit 5 weiteren ProjektpartnerInnen mit den Umweltwirkungen von gebäudemontierten KWEA. Dabei werden auch die Vibrationen und Schwingungen sowie Körper- und Infraschall von ausgewählten, gebäudemontierten KWEA ermittelt und deren Auswirkungen auf das Umfeld bewertet.

4.2 Aufbereitung der Ergebnisse für KonsumentInnen

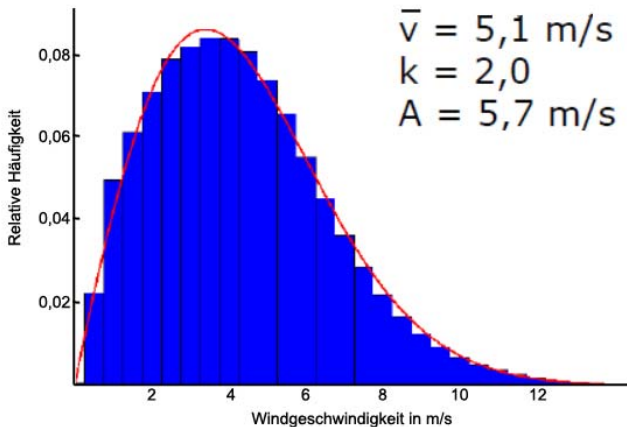

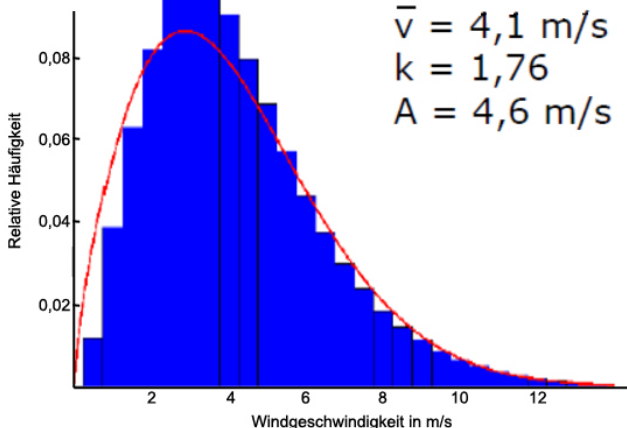

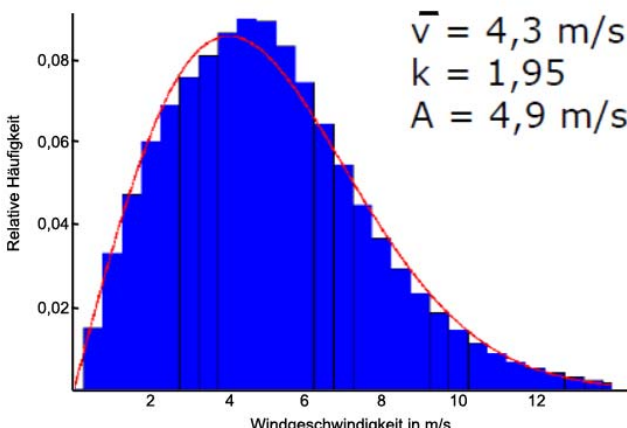

Damit KonsumentInnen die Detailergebnisse der Zertifizierung nutzen können, müssen diese entsprechend aufbereitet werden. Damit soll sichergestellt werden, dass KonsumentInnen einerseits die Informationen auch erfassen können und verschiedene, zertifizierte KWEA hinsichtlich deren Eignung für den Betrieb in dicht bebauten Gebieten vergleichen können. Neben den grundlegenden Daten wie Hersteller, Modell und Nennleistung sind die wesentlichen Informationen in diesem Zusammenhang folgende:

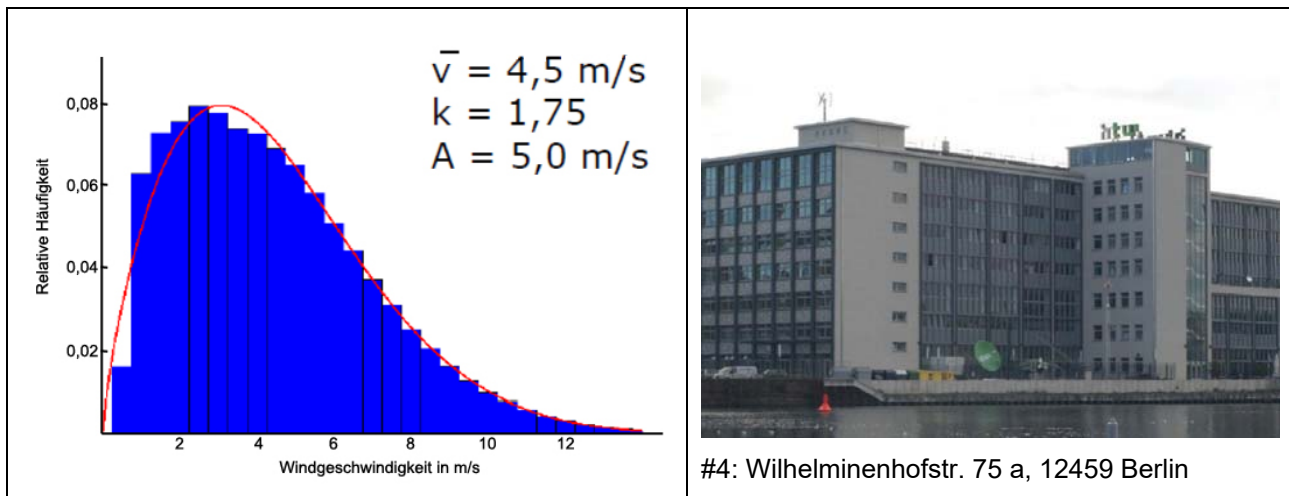
- Jährlicher Energieertrag
- Schallemissionen und -immissionen
- Maßnahmen gegen Vereisung, Eiswurf und Eisabfall
- Eignung für Gebäudemontage unter Berücksichtigung ausgewählter Umweltwirkungen

Da die Leistungskurve nicht für alle KonsumentInnen verständlich ist wird als leicht verständliche Alternative der jährliche Energieertrag für einen guten und einen mittleren urbanen Standort (gemessene Windprofile) errechnet auf Basis einer gemessenen Leistungskurve nach IEC 61400-12 sowie einer Leistungskurve bei höherer Turbulenzintensität ermittelt. Da der Energieertrag für jede getestete KWEA immer auf Basis derselben Windprofile ermittelt wird, ist ein direkter Vergleich möglich.

Im Projekt „Nutzung von kleinen Windkraftanlagen auf Gebäuden in städtischen Gebieten am Beispiel Berlins“ der HTW Berlin wurden bereits einige städtische Standort messtechnisch erfasst und sind in Tabelle 2 dargestellt (Twele 2013). Die dabei gemessenen Windprofile können für die Berechnung des jährlichen Energieertrages verwendet werden z. B. Windprofil #2 für einen mittleren urbanen Standort und Windprofil #4 für einen guten Standort.

Tabelle 2: Windprofile und Abbildungen ausgewählter Standorte im Stadtgebiet Berlin (modifiziert nach Twele 2013)

| | |
|---|---|
|  <p style="text-align: right;"> $\bar{v} = 5,1 \text{ m/s}$ $k = 2,0$ $A = 5,7 \text{ m/s}$ </p> |  <p>#1: Am Spreebord 5, 10589 Berlin</p> |
|  <p style="text-align: right;"> $\bar{v} = 4,1 \text{ m/s}$ $k = 1,76$ $A = 4,6 \text{ m/s}$ </p> |  <p>#2: Puschkinallee 52, 12435 Berlin</p> |
|  <p style="text-align: right;"> $\bar{v} = 4,3 \text{ m/s}$ $k = 1,95$ $A = 4,9 \text{ m/s}$ </p> |  <p>#3: Zum Hechtgraben 1, 13501 Berlin</p> |



Neben den Schallemissionen bei einer Windgeschwindigkeit von 6 m/s werden zusätzlich die Schallimmissionen in einem Abstand von 15 m (ebenfalls bei 6 m/s) angegeben. Da bei der Einhaltung der gesetzlichen Obergrenzen die Schallimmissionen als Bewertungsgrundlage herangezogen werden, ermöglicht dieser Wert den KonsumentInnen eine erste Einschätzung, mit welchem Geräuschpegel in der Umgebung zu rechnen ist.

4.2.1 Das Label

Neben einem ausführlichen Testbericht sollten für KonsumentInnen die wesentlichen Ergebnisse der Zertifizierung in einem Label zusammengefasst werden. Dieses sollte sowohl grundlegende Daten wie Hersteller, Modell und Nennleistung als auch folgende weitere Informationen enthalten:

- Jährlicher Energieertrag für einen mittleren (Bezeichnung: Innenstadt) und einen guten (Bezeichnung: Vorstadt) urbanen Standort, jeweils auf Basis einer gemessenen Leistungskurve nach IEC 61400-12 sowie einer gemessenen „urbanen“ Leistungskurve (TI = 25 %)
- Schallemissionen bei 6 m/s und -immissionen bei 6 m/s und einem Abstand zur KWEA von 15 m
- Eignung für Gebäudemontage hinsichtlich Vibrationen und Schwingungen sowie Körper- und Infraschall
- Eignung für den Betrieb in besiedelten Gebieten hinsichtlich wirksamer Maßnahmen gegen Vereisung, Eiswurf und Eisabfall

Tabelle 3 zeigt wie so ein Label aussehen könnte.

Tabelle 3: Mögliche Darstellung relevanter Detailergebnisse des Zertifizierungsverfahrens für urbane Standorte

| Modell / Hersteller | |
|--|--|
| Modell | Hersteller |
| | |
| Nennleistung | Sonstige Information |
| | |
| Jährlicher Energieertrag Standort Innenstadt (mittlere Windgeschwindigkeit: 4,1 m/s) | |
| bei geringer Turbulenzintensität (< 15 %) | bei hoher Turbulenzintensität (> 20 %) |
| ___ kWh | ___ kWh |
| Jährlicher Energieertrag Standort Vorstadt (mittlere Windgeschwindigkeit: 4,5 m/s) | |
| bei geringer Turbulenzintensität (< 15 %) | bei hoher Turbulenzintensität (> 20 %) |
| ___ kWh | ___ kWh |
| Schallemissionen und -immissionen | |
| Emissionen in dB (bei 6 m/s) | Immissionen (bei 6 m/s, Abstand 15 m) |
| ___ dB | ___ dB |
| Weitere Umweltwirkungen | |
| geeignet für Gebäudemontage | geeignet für bewohnte Gebiete |
| Ja / Nein | Ja / Nein |

5 Literaturverzeichnis

World Wind Energy Association (2016) Small Wind World Market 2016. 17. März 2016, verfügbar unter http://www.wwindea.org/download/small_wind_/SWWR2016-SUMMARYR_2.pdf

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

BMWFJ (2012) Anforderungskatalog für die Beurteilung von kleinen Windenergieanlagen samt Erläuterungen. Verfügbar unter <http://www.bmwf.wg.at/Unternehmen/gewerbetechnik/Documents/Windenergieanlagen.pdf>

Warmuth, H., Leonhartsberger, K., et. al. (2014) Kleinwindkraftanlagen - Qualitätssicherung, Netzeinbindung, Geschäftsmodelle und Information, Publizierbarer Endbericht. Wien.

Summerville, B. (2016) Small Wind Turbine Certification and Labeling. SWCC, Austrian Small Wind Conference, April 15, 2015

Renewable UK (2015) Small and Medium Wind UK Market Report. March 2015, verfügbar unter <http://www.renewableuk.com/download.cfm/docid/3275996D-EB99-40FE-82393EADF95E0496>

Umweltbundesamt. (2000). TA Lärm. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Rogers, T., Omer, S. (2011) The effect of turbulence on noise emissions from a micro-scale horizontal axis wind turbine

Lubitz, W. (2014) Impact of ambient turbulence on performance of a small wind turbine

Walker, S. (2011) Building mounted wind turbines and their suitability for the urban scale—A review of methods of estimating urban wind resource. Energy and Buildings 43, 1852–1862

Twele, J. (2013) Nutzung von kleinen Windkraftanlagen auf Gebäuden in städtischen Gebieten am Beispiel Berlins. BVKW/BWE Seminar Urbane Kleinwindkraft, Handwerkskammer Hamburg, 28.02.2013

OVE/ON. (2007a). ÖVE/ÖNORM EN 61400-2 Windenergieanlagen Teil 2: Sicherheit kleiner Windenergieanlagen. Wien, Österreich: Österreichischer Verband für Elektrotechnik und Österreichisches Normungsinstitut.

OVE/ON. (2007b). ÖVE/ÖNORM EN 61400-11 Windenergieanlagen Teil 11: Schallmessverfahren. Wien, Österreich: Österreichischer Verband für Elektrotechnik und Österreichisches Normungsinstitut.

OVE/ON. (2009). ÖVE/ÖNORM EN 61400-12-1 Windenergieanlagen Teil 12-1: Messung des Leistungsverhaltens einer Windenergieanlage. Wien: Österreichischer Verband für Elektrotechnik und Österreichisches Normungsinstitut.

OVE/ON. (2011). ÖVE/ÖNORM EN 61400-2 Windenergieanlagen Teil 2: Sicherheit kleiner Windenergieanlagen. Wien: Österreichischer Verband für Elektrotechnik und Österreichisches Normungsinstitut.