



Evaluierung der Studie

Erhebung des Potentials für Windenergie in Linz (2021)

Im Auftrag des Magistrats der Stadt Linz, Abteilung Stadtklimatologie und Umwelt

Dr. Wolfgang Loibl

Dezember 2023

Wissenschaftliche Politikberatung

Mag. Dr. Wolfgang Loibl, MSc

www.sustransform.net





Evaluierung der Studie

Erhebung des Potentials für Windenergie in Linz (2021)

Inhalt

0. Hintergrund und Aufgabenstellung.....	2
1. Zusammenfassung der Evaluierung, Handlungsempfehlungen.....	3
2. Evaluierung des Studiendesigns	4
2.1 Aufgabenstellung der Windenergiepotenzialstudie.....	4
2.2 Kurzfassung der Ergebnisse.....	4
2.3 Langfassung.....	5
3. Evaluierung der Ergebnisse mit Stärken-Schwächen-Analyse	5
3.1 Einleitende Informationen „Auftrag“	5
3.2 Kurzfassung der Ergebnisse.....	5
3.3 Langfassung der Ergebnisse	6
4. Betrachtung relevanter Rahmenbedingungen.....	8
4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	8
4.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen	9
4.3 Technische Rahmenbedingungen	9
4.4 Resümee zu den Rahmenbedingungen.....	10
5. Vorschläge zur Optimierung und Aktualisierung der Studie	10
5.1 Einleitung.....	10
5.2 Ergänzende Informationen zur Windenergienutzung.....	11
5.3 Grundlagen und Rahmenbedingungen	12
5.4 Daten- und Messstationsauswahl	14
5.5 Datenanalyse, integrierte Darstellung des Windenergiepotenzials.....	15
5.6 Ertrags- und Kostenanalyse, Eignungsbewertung.....	15



0. Hintergrund und Aufgabenstellung

Ich, Dr. Wolfgang Loibl, wurde vom Magistrat der Stadt Linz, Abteilung Stadtklimatologie und Umwelt, am 13. 11. 2023 eingeladen, ein Offert zur Evaluierung der Studie „Erhebung des Potentials für Windenergie in Linz“ (künftig verkürzt zu „Windenergiepotenzialstudie“) abzugeben. Die Studie wurde 2021 von Herrn DI Wilfried Hager im Auftrag des Magistrats der Landeshauptstadt Linz, Geschäftsbereich Planung, Technik und Umwelt erstellt und in der Grünen Reihe, als Bericht Nr. 1/2021 im Dezember 2021 veröffentlicht.

Die Einladung zur Evaluierung wurde dahingehend konkretisiert, zu prüfen, „inwieweit die Ergebnisse und die Beurteilung der Eignung von Standorten in Linz für Windkraftanlagen unter heutigen oder erwarteten Rahmenbedingungen noch gültig sind/sein werden, bzw. inwieweit die zugrunde liegenden Daten und deren Qualität für die angestrebte Betrachtung ausreichend sind“.

Nach Durchsicht der Studie habe ich ein Offert zur Evaluierung gelegt. Am 21. 11. 2023 wurde ich dann mit der Evaluierung beauftragt, wobei als Liefertermin der 15. 12. 2023 vorgegeben wurde. Somit standen rund drei Wochen für die Erstellung des Gutachtens zur Verfügung.

Dem Offert entsprechend wird beurteilt:

- (1) ob das Studiendesign der Zielsetzung entspricht,
- (2) ob die Daten und die Analyseergebnisse die Situation richtig und vollständig erfassen, und -
- (3) wie die Berücksichtigung von entsprechenden Rahmenbedingungen die Schlussfolgerungen aus den Analysen und damit den Einsatz und die Verbreitung von Kleinwindkraftanlagen beeinflussen würden.
- (4) Die Evaluierung schließt mit Vorschlägen für eine Optimierung und Aktualisierung der Studie.

Die nachfolgenden Kapitel entsprechen den im Offert angeführten Leistungspunkten. Die Unterkapitel bezeichnen weitgehend die Abschnitte der Studie. Sie wurden etwas erweitert, da die Struktur der Studie keine eindeutige hierarchische Gliederung hat.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse und die Handlungsempfehlungen wurden an den Anfang des Berichts gestellt.



1. Zusammenfassung der Evaluierung, Handlungsempfehlungen

Zum Studiendesign generell:

Die Gliederung der Studie, Umfang und Ergebnisse wurden dem Auftrag nur bedingt gerecht: Studienhintergrund, theoretische und praktische Grundlagen sowie die Forschungsfrage wurden teilweise gar nicht oder nur rudimentär dargestellt. Begründungen für Entscheidungen fehlen. Es gibt eigentlich kein Kapitel, welches das Windpotenzial von Linz darstellt! Dazu gibt es nur den Anhang! (Von der Kritik ausgenommen ist die Darstellung der Methodik zur Berechnung der Erträge.)

Zu Messstationsauswahl und Daten:

Es wurden (leicht verfügbare) Winddatensätze von acht (Luftgüte-)Messstationen - v.a. des Landes Oberösterreich - ausgewertet. Es wurden zwar Kriterien zur Standortwahl angeführt, aber die Beschränkung auf acht Messstationen wurde nicht begründet. Zusätzliche Messstationen aus der Stadt und dem Umfeld von Linz hätten ein kompletteres Bild der Windsituation in Linz geben können.

Zur Windenergiepotenzialanalyse:

Eine Darstellung und Interpretation des Windenergiepotenzials finden sich in keinem Abschnitt des Textteils des Berichts. Stattdessen wurde ein langer Anhang beigefügt, in dem die Datenauswertungen je Messstation und Messjahr unkommentiert durch Tabellen und Diagramme dargestellt sind. Das Windpotenzial von Linz wird durch die acht Stationen nur unzureichend repräsentiert.

Zur Auswahl von Windkraftanlagen für die Ertragsberechnungen:

Es wurde auch nur ein Kleinwindkraftanlagentyp (horizontale Rotoren mit ähnlicher Nennleistung) zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ausgewählt. Die Einschränkung der Ertragsberechnung auf Kleinwindkraftanlagen wurde nicht begründet. Eine Marktübersicht und die Diskussion von Restriktionen, sowie eine Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen einzelner Anlagen zur Energiegewinnung im urbanen Raum fehlen völlig.

Zu Ertragsberechnungen und der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit:

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurden Ertragsberechnung für einen Kleinwindkraftanlagentyp dreier Hersteller (mit aus einem anderen Projekt verfügbaren Leistungsdaten) durchgeführt. Die Berechnungen erfolgten mit Winddaten 2017 von nur einen Messstandort.

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit führte durch (zu) hohe Investitionskosten-Annahmen zu einer negativen Empfehlung hinsichtlich der energetischen Nutzung von Windkraft in Linz. Im letzten Absatz der Studie wurde diese Aussage dann dahingehend relativiert, dass Großanlagen (nach Klärung einiger Fragen) an gewissen Standorten möglicherweise wirtschaftlich zu betreiben sind.

Fazit:

Aus Sicht des evaluierenden Gutachters ist der Einsatz von Windkraftanlagen in Linz wegen der negativen Beurteilung keineswegs auszublenden – weder die Errichtung einzelner Großanlagen noch ein möglicher breiter Einsatz von Kleinwindkraftanlagen auf Dächern und Terrassen, sowie auch im öffentlichen Raum.

Handlungsempfehlungen:

Um die dargelegten Defizite der Studie zu kompensieren, um weitere belastbarere Daten und aktuelle technische Entwicklungen zu berücksichtigen, auch um eine breitere Öffentlichkeit für das Thema zu interessieren und die Akzeptanz der Nutzung von Windenergie durch Kleinwindkraftanlagen als eine, die Photovoltaik ergänzende, Quelle für verteilte erneuerbare Energiegewinnung, zu fördern, wird empfohlen, die Studie zu erweitern und die Ergebnisse im Detail zu diskutieren.



2. Evaluierung des Studiendesigns

2.1 Aufgabenstellung der Windenergiepotenzialstudie

In der „Aufgabenstellung“ genannten Einleitung beschreibt der Autor den Zweck der Studie dahingehend, „...die Möglichkeit der Nutzung von Windenergie als erneuerbarer Energieträger zu prüfen“¹.

Zur Windsituation und zu den Messdaten:

Der Autor schreibt einleitend, „...“, dass die seit Jahrzehnten laufenden Messungen an Luftgütemessstationen (des Landes Oberösterreich) zeigen, dass in Linz sehr häufig Schwachwindsituationen vorherrschen.“ Gleich im 3. Absatz nimmt der Autor dann seine späteren Schlussfolgerungen vorweg: „...die Daten der Luftgütemessstationen zeigen klar, dass im Linzer Becken eher schwache Winde vorherrschen und ein hoher Anteil des Jahres überhaupt Windstille gegeben ist.“

Weiters führt der Autor aus, „...dass der Messzweck der Landesmessstellen v.a. die Erfassung der Luftqualität war und meteorologische Parameter wie Temperatur und Windgeschwindigkeit als „Nebenprodukt“ miterfasst wurden...“.

Zu Windkraftanlagen:

Der Autor schreibt dazu: „Die Aufgabe der Studie sei daher zu hinterfragen, ob der Einsatz von Windrädern in Linz an bestimmten Punkten sinnvoll wäre oder nicht. Eine Eingrenzung auf Windkraftanlagen bestimmter Größe und Typs erfolgt nicht! Bei der Beschreibung der Ertragsberechnungen wurde dazu festgehalten „im Übrigen beziehen sich die Überlegungen nicht auf Großwindkraftanlagen, sondern auf das Potenzial von Kleinwindkraftanlagen.“ (...) Zusammenfassend wird angeführt, dass eine Großanlage an einem bestimmten Standort möglicherweise (doch) wirtschaftlich betrieben werden könne.

Zur Bewertung der Zweckmäßigkeit der Errichtung von Windkraftanlagen:

Im letzten Abschnitt wird die Ertragssituation für die Errichtung von Kleinwindkraftanlagen eines Typs bewertet. Bewertungskriterien zur Beurteilung der Zweckmäßigkeit von Windenergiegewinnung in Linz wurde nicht explizit formuliert. Eigentlich steht (eingangs) beim als „Weg zur Potenzialermittlung der Windenergie“, angeführten Punkten nichts zur Kosteneffizienz, diese wurde dann jedoch als Hauptkriterium herangezogen. Die angesprochene Auswertung des jahreszeitlichen Verhaltens des Windes fand nicht statt. Somit liegt der Schwerpunkt, statt bei der Windausbeute, bei der Maximierung von Energiegewinnung und Kosteneffizienz (mit heutigen technischen Mitteln).

2.2 Kurzfassung der Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die für die Analyse herangezogenen acht Messstationen, die Datensätze sowie die Messergebnisse kurz beschrieben und die Ertragsrechnungen (für nur eine Messstation) kurz vorgestellt, wobei aus Sicht des Gutachters zu hohe Investitionskosten angeführt wurden (siehe Abschnitt 2.3). (Offenbar wurde die Energiewerkstatt mit den Ertragsberechnungen beauftragt, scheint aber nicht mit als Autor auf. In dem Studienabschnitt wird nun der Begriff „die Gutachter“ verwendet!) Der Abschnitt endet mit der Bewertung der Ergebnisse auf einer Seite. Der Autor (bzw. die Energiewerkstatt) schlussfolgert mit „Aus den genannten Gründen sind also Kleinwindräder im Linzer Stadtgebiet nicht zu empfehlen“.

Im letzten Absatz wird allerdings ausgeführt, „...“, dass im Industriegebiet-Hafen nach Auffassung der Gutachter möglicherweise ein Windpotenzial für den Betrieb einer Windkraftanlage mit >100m Nabenhöhe und einer Nennleistung von 3 - 4 MW...“ gegeben wäre.

¹ Texte aus der Studie werden **kursiv** gedruckt, um zwischen Inhalten des Studienautors und des evaluierenden Gutachters besser unterscheiden zu können. Auf die Nennung der Seitenzahl in Studie wird weitgehend verzichtet. Innerhalb der kurzen Abschnitte in der Studie lassen sich die zitierten Passagen leicht finden. Es wird nicht wortwörtlich, sondern manchmal verkürzt, aber immer im Sinne des Autors (der Autoren) zitiert.



2.3 Langfassung

Die Langfassung ist in 2 Abschnitte gegliedert. Der erste Teil hat keine Überschrift und besteht aus Unterkapiteln, welche die Windenergiepotenzialanalyse beschreiben, ohne das Potenzial darzustellen. Stattdessen wurde ein Anhang mit Datenauswertungen des Windenergiepotenzials an den acht Messstationen beigefügt. Vor dem Anhang ist der zweite Teil der Studie zu finden, in dem die Berechnung der Eignung eines Standortes für Energiegewinnung durch drei Kleinwindkraftanlagen mit den Ergebnissen dargelegt wird und die Schlussfolgerungen erörtert werden, (Die Kurzfassung ist wortident mit diesem zweiten Teil der „Langfassung“.)

Windenergiepotenzialanalyse

Die Windenergiepotenzialanalyse wurde auf knapp 11 Seiten beschrieben. Es werden zuerst die Auswahlkriterien und dann die Messstationen mit Luftbilderaufnahmen und Fotos vorgestellt. Auf der dann folgenden Seite wird die Messtechnik beschrieben, auf einer weiteren knappen Seite die Messzeiträume aller berücksichtigten Messstationen kurz diskutiert und deren (überraschend geringe) Überlappung mit einem Gantt-Diagramm illustriert. Auf der letzten Seite des Abschnitts wird die Methode der Datenauswertung beschrieben. Es gibt jedoch keine Darstellung und Interpretation von Ergebnissen und auch keinen Verweis auf den Anhang.

Beurteilung der Eignung für Windkraftanlagen

Dieser 9-seitige Abschnitt beginnt mit einem Methodenteil und präsentiert dann die Ertragsberechnungen. Dieser Abschnitt wurde offenbar von der Energiewerkstatt verfasst, die aber nicht als Autor aufscheint – in diesem Textteil kommt öfter der Begriff „die Gutachter“ vor.

Im 4-seitigen Methodenteil wird zuerst die exponentielle Abnahme der erzielbaren energetischen Leistung bei sinkender Windgeschwindigkeit erörtert. Dann wird die Methode zur bestmöglichen Schätzung der Jahresertragssummen vorgestellt.

Die Energieertragsberechnungen wurde für drei Kleinwindkraftanlagen ähnlicher Bauart (horizontale 3- bzw. 4-flügelige Rotoren) im Leistungsbereich <10 kW von 3 Herstellern mit den Winddaten eines Jahres von einem Messstandorts (Freinberg) durchgeführt.

Ausgehend von den ermittelten Jahres-Anteilen der Windgeschwindigkeitsklassen (und damit der Volllaststunden), wurden die möglichen Erträge für die drei Kleinwindkraftanlagen berechnet und in einer Tabelle gegenübergestellt. Davon ausgehend wurde eine zusammenfassende Bewertung der Eignung des einen Standortes (mit diesen drei Anlagen) zur Windenergiegewinnung in Linz verfasst.

Nach dem Textteil folgt der rund 200-seitige Anhang als Teil der Windenergiepotenzialanalyse. Er enthält Windgeschwindigkeitsauswertungen für die acht Messstationen, getrennt je Station und Jahr, als Tabellen und Diagramme.

3. Evaluierung der Ergebnisse mit Stärken-Schwächen-Analyse

3.1 Einleitende Informationen „Auftrag“

Stärken: -

Schwächen:

Die Agenda zur Verfassung der Studie wurden nicht ausreichend vorgestellt. Der Gutachter hat von Aufbau und Inhalt der Studie her den Eindruck, dass es Aufgabe war, mit geringem Aufwand einen knappen Überblick über die Bandbreite des Energieerzeugungspotenzials mit Kleinwindkraftanlagen in Linz zu geben und die Ertragssituation zu überschlagen.

3.2 Kurzfassung der Ergebnisse

Stärken:

Der Kurzfassung ist kurz und übersichtlich gehalten. Der Autor stellt gleich zu Beginn klar, „...dass die Windmessungen an den ausgewählten Standorten ergeben, dass im Linzer Becken normalerweise eher



schwache Winde vorherrschen und über große Zeitspannen überhaupt Windstille herrscht.“ Er dämpft damit vorab zu große Erwartungen.

Schwächen:

Die Kurzfassung enthält keine Ergebnisse der Windenergiepotenzialanalyse (die ja nur aus dem unkommentierten Tabellenanhang besteht). Der Text ist ident mit dem Abschnitt „Beurteilung der Eignung für Windkraftanlagen“. Zu den Investitionskosten wurden Annahmen getroffen, die aus heutiger Sicht deutlich zu hoch sind.

Die Empfehlung *“... auf den Einsatz von Kleinwindkraftanlagen im Linzer Stadtgebiet zu verzichten“*, ist damit wenig belastbar. Weiteres findet sich in der Analyse zur Eignung für Windkraftanlagen im Abschnitts 3.3.(e).

3.3 Langfassung der Ergebnisse

Stärken: -

Schwächen:

Die Strukturierung der Studie irritiert. Es gibt keine explizite Hierarchie der Abschnitte. Nach der „Kurzfassung“ wird eine Langfassung erwartet. Hier fehlen eine diesbezügliche Überschrift und eine Zusammenfassung der Ergebnisse. Eine Windpotenzialanalyse als Textblock mit begleitenden Tabellen und Diagrammen und entsprechender Interpretation ist nicht vorhanden. Der Text beginnt lapidar mit der Überschrift „Messorte“. Die eigentliche Windpotenzialanalyse beschränkt sich auf die Winddatenauswertung je Messstation und verfügbare Messjahre auf Jahresbasis, die im Anhang unkommentiert dokumentiert ist.

(a) „Messorte“:

Stärken:

Der Text beginnt mit den Kriterien der Standortwahl, die (aus Sicht des Autors) gut gewählt und beschrieben wurden. Davon ausgehend wurde die Verteilung der ausgewählten acht Messstationen in einer Karte dargestellt und die Messstandorte wurden detailliert mit den jeweiligen Messzielen beschrieben, meist mit Luftbild und teilweise mit Fotos der Messinstrumente.

Schwächen:

Das für den Autor offenbar implizit vorgegebene Ziel der Stationsauswahl - die bestmögliche lokale Windenergiegewinnung - wurde nicht definiert. Eingangs führt der Autor noch aus, *„dass der Messzweck der Landesmessstellen v.a. die Erfassung der Luftqualität war und meteorologische Parameter wie Temperatur und Windgeschwindigkeit als „Nebenprodukt“ miterfasst wurden...“*

Es wurden nicht alle verfügbaren Wetterstationen einbezogen oder gar temporäre Windmessungen mit Datenlogger speziell für die Studie durchgeführt.

Wenige Messstationen befinden sich auf Anhöhen, einige stehen im Windschatten der Berge westlich vom Stadtzentrum oder im Industriegebiet. Keine im Wohngebiet, wo Kleinwindkraftanlagen vermehrt zum Einsatz kommen könnten. Die Höhe der Messstationen über Grund schwankt deutlich.

Die Stationsauswahl deckt die Bandbreite an Standortcharakteristika von Linz nicht ab und ist deshalb nicht repräsentativ, was für die Beurteilung der Eignung des Windenergiepotenzials für Kleinwindkraftanlagen, die ja über das (dicht bebaute) Stadtgebiet verteilt sein könnten, wichtig wäre.

(b) Messtechnik, Datenerfassung

Stärken: -

Schwächen:

Aus der Beschreibung der Messgeräte und Datenlogger geht hervor, dass die Daten an den Messstationen in unterschiedlichen Intervallen gespeichert wurden, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt.



(c) Messzeiträume

Stärke:

Die Messzeiträume würden mit einem Gantt-Diagramm visualisiert.

Schwächen:

Aus dem Diagramm geht hervor, dass die Messzeiträume bei den meisten Stationen oft nur 1 oder 2 Jahre, bei zwei Stationen 4 bzw. 5 Jahre betragen. Die angeführten 9 Jahre Messzeitraum sind irreführend, ist das doch nur die gesamte Zeitspanne, wo jeweils zumindest eine der Stationen Daten geliefert hat. Die Messzeiträume je Messstation sind kurz und überlappen überraschend wenig.

(d) Daten, Datenanalyse (kein Abschnitt im Bericht, nur Dokumentation im Anhang!)

Stärken:

Im Datenauswertungs-Anhang wurden die Ergebnisse detailliert für jedes Messjahr, für jede Station durch viele Tabellen und Säulendiagramme visualisiert. Die umfangreiche Darstellung der Windanalysen für die Messstationen sichert die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

Schwächen:

Die Auswertung von ein, zwei oder wenigen Jahren je Station hat beschränkte Aussagekraft. Die Analyseergebnisse wurden nur sequenziell dargestellt, wobei die Vielzahl der Tabellen eine Übersicht unmöglich macht. Es gibt keine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse, keine Gegenüberstellung der Windcharakteristika der Messstationen in Tabellen, Diagramme und Karten. Ohne diese kann die Variabilität oder Ähnlichkeit der Windcharakteristika über die Jahre und zwischen den Stationen nicht analysiert werden. Die eingangs erwähnte jahreszeitliche Analyse fehlt.

(e) Beurteilung der Eignung für Windkraftanlagen

Methodik

Stärken:

Die physikalischen Grundlagen und die Auswertungsmethode zur Ertragsberechnung sind detailliert dargestellt. Die Berücksichtigung der physikalischen Grundlagen ist essenziell für die Konzeption der Ertragsberechnung für Windkraftanlagen.

Schwächen:

Bezüglich Technologien von Kleinwindkraftanlagen wurde keine Analyse verfügbarer Anlagentypen durchgeführt, sondern vorhandene Daten dreier verfügbarer Anlagen herangezogen. Die Ertragsberechnungen wurden anhand der Winddaten für nur eine Messstation für ein Jahr mit den Daten der drei Anlagen durchgeführt.

(f) Ertragsberechnung am Beispiel einer Windkraftanlage am Freinberg-Sender

Stärken:

Die Ertragsberechnungen wurden mit den Leistungsdaten dreier Kleinwindkraftanlagen aus dem Energieforschungspark Lichtenegg (NÖ) im Leistungsbereich <10 kW durchgeführt. Damit konnten bereits verfügbare Leistungsdaten von Anlagen verwendet werden, deren Praxistauglichkeit und Leistungsdaten in einem (anderen) Forschungsprojekt evaluiert wurden.

Schwächen:

Es erfolgte keine Eingrenzung auf Windkraftanlagen bestimmter Größe und Typs! Damit sollte die Beurteilung eigentlich gleichermaßen Groß- sowie Kleinwindkraftanlagen, bei kleinen Anlagen etwa auch Horizontal- und Vertikalwindkraftanlagen (gerade Letztere für den urbanen Raum besonders geeignet) berücksichtigen.

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden jedenfalls aus heutiger Sicht zu hohe Investitionskosten angeführt und dann die Schlussfolgerung getroffen, dass „...aus den genannten Gründen Kleinwindräder im Linzer Stadtgebiet nicht zu empfehlen sind“.



4. Betrachtung relevanter Rahmenbedingungen

Rechtliche und sonstige Rahmenbedingungen wurden in der Studie – mit Ausnahme einer Anmerkung zu raumordnungsrechtlichen Barrieren – nicht weiter thematisiert.

4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Im RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes) finden sich wenige Einträge zu Windkraft-Anlagen.

Regelungen des Bundes:

Die österreichischen Bundesgesetze mit Windkraftrelevanz sind im Wesentlichen folgende:

Das **Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)**, BGBl. Nr. 150/2021 idgF²

Im EAG werden meist nur Großanlagen konkret angesprochen. Im § 57 wird der Investitionszuschuss für Anlagen von 20 kW bis zu 1 MW geregelt, wobei 20 kW-Anlagen schon als Kleinwindkraftanlagen gelten können.

Der neue §79 regelt die Errichtung Erneuerbarer-Energie-Gemeinschaften (EEGs) von Bürger:innen, Gemeinden und KMUs, um gemeinsam produzierten, erneuerbaren Strom gemeinsam nutzen zu können.³ EEGs können Förderungen für neue Anlagen – auch Kleinwindkraftanlagen - in Anspruch nehmen. Zusätzlich profitieren sie vom Wegfall des Ökostromförderbeitrags, der Elektrizitätsabgabe, sowie von reduzierten Netznutzungsentgelten.

Das **UVP-Gesetz (UVP-G)**, BGBl. Nr. 697/1993 idgF²

Das UVP-G ist nur für (Groß-)Windkraftanlagen relevant: Anlagen ab 30 MW Gesamtleistung oder 20 Konvertern sind Windkraftanlagen UVP-pflichtig.

Weiters gibt es einen **Anforderungskatalog** für die Beurteilung von kleinen Windkraftanlagen, der 2012 vom Bund und den Amtssachverständigen der Länder entwickelt wurde, der als Leitfaden für die Gemeinden dienen soll. Die aktuelle Fassung stammt aus 2019.⁴

Gesetzliche Regelungen für Kleinwindkraftanlagen in Oberösterreich

Genehmigungsverfahren für Kleinwindkraftanlagen sind länderspezifisch geregelt. In Oberösterreich sind vier Gesetze für die Errichtung einer Kleinwindkraftanlage wesentlich: das OÖ Elektrizitätsrecht 2006, das OÖ Baurecht 1994, das OÖ Raumordnungsrecht 1994, das OÖ Naturschutzrecht 2011, jeweils idgF. Die Bau- und Raumordnungsrecht-spezifischen Restriktionen wurden in der Studie kurz angesprochen: im Bauland dürfen (derzeit) in Oberösterreich keine Windkraftanlagen betrieben werden.

Das Land Oberösterreich fordert bei Anlagen bis 30 kW Leistung vor der Genehmigung den Nachweis einer 1-jährigen Windmessung, sowie die Einhaltung eines 100 m-Abstands zu Gebäuden.

Windkraftanlagen mit einer installierten Engpassleistung bis 5 kW sind elektrizitätsrechtlich bewilligungsfrei, jene über 5 kW sind bewilligungspflichtig. Neben der elektrizitätsrechtlichen Bewilligung gemäß kann sich eine Bewilligungs- oder Anzeigepflicht bei der zuständigen Gemeinde (Raumordnungsrecht, Baurecht, ...) bzw. bei der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde (Naturschutzrecht, Wasserrecht, Forstrecht, ...) ergeben. Falls eine Anlage zur Netzeinspeisung errichtet wird und der Strom über die Ökostromabwicklungsstelle abgenommen und zum Einspeisetarif vergütet werden soll, benötigt man die Anerkennung der Anlage als Ökostromanlage nach dem Ökostromgesetz per Bescheid des Landes!

² <https://www.ris.bka.gv.at/>

³ <https://www.energiesparverband.at/energie-gemeinschaften>

⁴ <https://www.bmaw.gv.at/dam/jcr:765857e3-6128-4930-809f-02ddd>



4.2 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Windkraft ist verglichen mit Photovoltaik in Österreich verspätet, aber doch, in der Gesellschaft angekommen. Im Rahmen der Studienreihe „Erneuerbare Energien in Österreich“ finden seit 2015 jährliche Befragungen der österreichischen Bevölkerung mit einem Sample von 1000 Personen statt. Sie zeigen die Einstellung der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien und verwandten Themen. Wie die folgende Abbildung zeigt, wächst die Zustimmung nach dem Corona-Einbruch wieder stetig. Wind liegt an letzter Stelle was auf die Großanlagen zurückzuführen ist – aber trotzdem bei rund 70%.

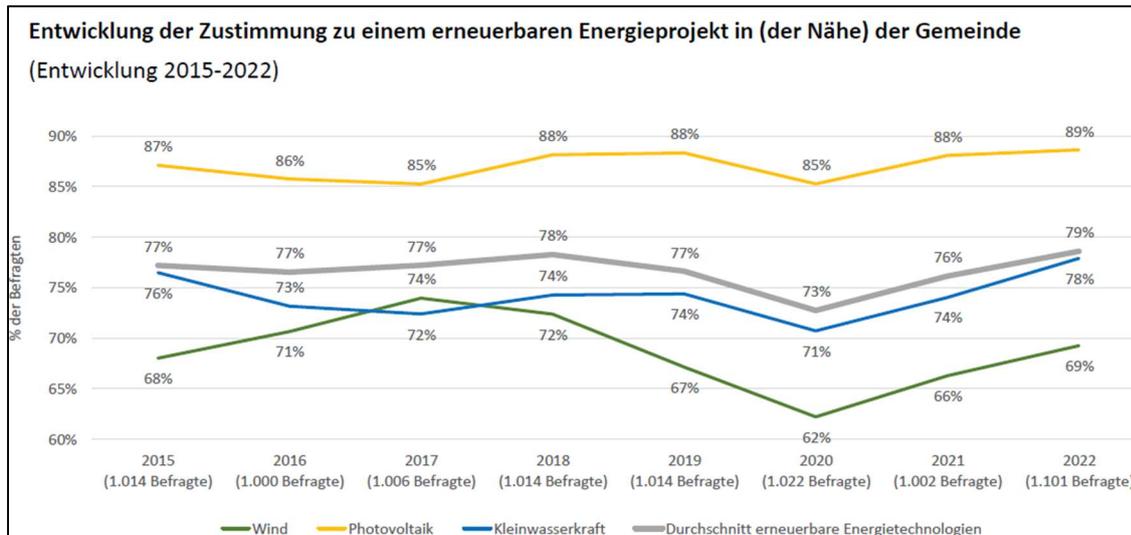


Abb. 1: Entwicklung der Zustimmung der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien (Quelle: WU Wien/Deloitte Österreich, Wien Energie, 2023)⁵

Bereits 2015 wurden 327 Kleinwindkraftanlagen in Österreich gezählt, wobei nur Anlagen >1 kW Nennleistung erfasst wurden. 95% waren damals horizontal laufende Anlagen.⁶ (Aktuellere Daten gibt leider für Österreich nicht; in Deutschland sind es inzwischen nur mehr 88%)

Kleinwindkraftanlagen werden in Deutschland, wie „PV-Balkonkraftwerke“, auch in Baumärkten vertrieben. Hornbach bietet eine Anlage „Skywind“ mit 1.5 m Durchmesser und 600 W Nennleistung um rund 2800 Euro an. Bei Hornbach Österreich sind sie derzeit nicht verfügbar.

4.3 Technisch-Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Aktuelle technische Entwicklungen gehen in Richtung verbesserter Sicherheit und Verlässlichkeit, in Richtung kleinere Anlagen und größere Effizienz (geringere Startgeschwindigkeit, mehr Nennleistung). Bei den Anlagentypen fallen Innovationen vor allem bei den vertikalen Windturbinen auf, die nicht nur eine größere Akzeptanz bei den Behörden aufweisen, sondern von der Bevölkerung als attraktiv und „cool“ wahrgenommen werden.⁷ Auch sind sie kleiner und platzsparender und beeinträchtigen akustisch und visuell kaum. (Siehe dazu 5.3 (e)).

Zertifizierung ist ein wichtiges Thema, das von österreichischen Anbietern aus Kostengründen kaum verfolgt wird.

⁵ Inst f. Strateg. Mmt. d. WU Wien/Deloitte Österreich/Wien Energie (Hrsg.), 2023, Erneuerbare Energien in Österreich 2023 - Jährlicher Stimmungsbarometer d. ö. Bevölkerung zu erneuerbaren Energien.

⁶ https://www.kleinwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY%5b0%5d=1289

⁷ <https://www.klein-windkraftanlagen.com/news/vertikale-windkraftanlagen-im-vergleich-mit-horizontalen-anlagen/>



Der in 4.1 angesprochene Anforderungskatalog ersetzt keine Zertifizierung und deckt primär die Themen Sicherheit, Statik und Dokumentation ab. Leistungsfähigkeit und Qualität (Betriebssicherheit, Verfügbarkeit, Wartungsbedarf, etc.) wurden nicht einbezogen.⁸

2017 wurde die internationalen Normen zur Zertifizierung von Kleinwindkraftanlagen veröffentlicht: IEC 61400-2⁵

4.4 Resümee zu den Rahmenbedingungen

Die Ergebnisse der Recherchen lassen den Schluss zu, dass viele der vorgestellten Rahmenbedingungen sich meist zum Vorteil für den Einsatz von Kleinwindkraftanlagen auswirken, bzw. auswirken werden. Insofern werden sie positiven Einfluss auf aktualisierte Schlussfolgerungen einer erweiterten Studie haben.

5. Vorschläge zur Optimierung und Aktualisierung der Studie

5.1 Einleitung

Ein umfangreicheres einleitendes Kapitel wäre sinnvoll. Folgende Unterkapitel sollten verständlich und allgemein informieren:

Hintergrund und Zielsetzung des Einsatzes urbaner Windkraftanlagen

- Anführen der Notwendigkeit der Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie mit allen verfügbaren Energiequellen und Technologien in den nächsten Jahren und wenigen Jahrzehnten. Ansprechen von Wind als Ergänzung zur Photovoltaik während der Nachtstunden, bei Schlechtwetter und während der Winterzeit, wo kein bzw. weniger PV-Ertrag erzielt wird.
- Die Akzeptanz von Windkraftanlagen – aus der Sicht der „Betroffenen“ und der Nutzer:innen privater Kleinwindkraftanlagen sollte thematisiert werden, wobei zwischen Groß- und Kleinanlagen und da zwischen Horizontal- und Vertikal-Achsig Kleinwindkraftanlagen zu unterscheiden ist (siehe Abschnitt 5.2(e)). Gerade im Hinblick auf die Nutzung von Kleinwindkraftanlagen im urbanen Raum sollte die Bevölkerung in die Diskussion einbezogen werden.

Im Hinblick auf die Akzeptanz neuer Technologien kann mit der Darstellung von:

- Hintergrundinformation (Klimawandel, Treibhausgasminderung, breitere Nutzung erneuerbarer Energie über PV- und Großwindkraftanlagen hinausgehend, Ergänzung zur Photovoltaik),
- verfügbaren Studien und Daten zum Thema Windsituation in Österreich, in Linz (und eventuell zum Vergleich) in anderen Regionen),
- theoretischen Grundlagen (Einflüsse auf die Windgeschwindigkeit z.B. in Bezug zu Oberflächenrauigkeit und Messhöhe, Prinzip der Energiegewinnung aus Windkraftanlagen, Anforderungen an Windkraftanlagen im städtischen Umfeld, und
- der Bandbreite der Kosten und Erträge von Kleinwindkraftanlagen

eine breitere Öffentlichkeit mit Information, sowie politische Entscheidungsträger mit entsprechenden Entscheidungsgrundlagen versorgt werden.

⁸ <https://www.bmaw.gv.at/dam/jcr:765857e3-6128-4930-809f-02ddd>



5.2 Ergänzende Informationen zur Windenergienutzung

Dazu sollten die wesentlichen in Österreich verfügbaren Studien und Daten zum Thema vorgestellt werden.

Windpotenzialatlas für Österreich

So gibt es für Österreich eine **Windpotenzialstudie 2011** mit einem **Update 2014**.⁹ Dazu wurde ein interaktiver „Windatlas“ als interaktives WebGIS-Werkzeug erstellt. (www.windatlas.at). Die Karte daraus (Abb.2) zeigt das theoretische Maximum des realisierbaren Potenzials. Der Linzer Raum fällt auch hier trotz des in Hauptwindrichtung verlaufenden Donaubeckens - als Schwachwindgebiet auf.

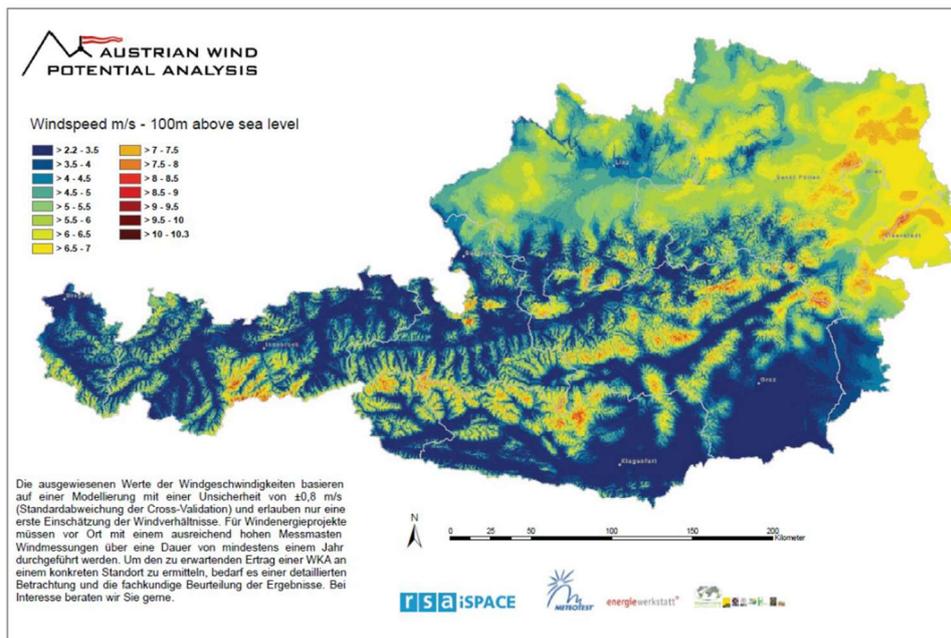


Abb. 2 Windpotenzialatlas für Österreich (Quelle: Winkelmeier et al., 2014)

Vor wenigen Wochen wurde von der Energiewerkstatt eine neue **Windpotenzialstudie 2023** für Österreich veröffentlicht¹⁰, wo wieder der Einsatz von Großwindkraftanlagen - diesmal in Bezug zur Flächennutzung - bewertet wird, deren restriktive Abgrenzungskriterien bereits Kritik ausgelöst hat.

Auch der **Windpotenzialkataster** von Wien sei erwähnt. Der Kataster beruht auf einer umfassenden Erhebung und Bewertung der Potenziale zur energetischen Nutzung von Wind zehn Meter über der mittleren Gebäudehöhe im Wiener Stadtraum. Der Windpotenzialkataster wurde in die Umweltdatensätze der Stadt Wien eingebunden.¹¹ Dieser Windpotenzialkataster könnte ein Ansporn für Linz sein, hier weitere Schritte zu setzen.

⁹ Winkelmeier H., Krenn, A., Zimmer F. (2014) Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030, Energiewerkstatt, Friedburg.

https://www.windatlas.at/downloads/Follow_Up_Bericht_2014.pdf

¹⁰ <https://www.igwindkraft.at/mmedia/download/2023.11.14/1699953368483635.pdf>

¹¹ Windpotenzial in Wien, Quelle: Umweltgut – WebGis-Karten der Stadt Wien

<https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?bookmark=nN3NxfQsrERn9S9HYSauRIAVJQPWgN2eGp3dsckNsUhqDA-b-b>



Die **aktuelle Stadtklimaanalyse Linz 2021**¹² muss genannt werden und der Wind-Abschnitt umfangreich zitiert werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Windenergiepotenzialstudie war die Stadtklimaanalyse schon verfügbar. Insofern ist nicht verständlich, dass darauf nicht Bezug genommen wurde. Bei einer Aktualisierung der Studie Linz kann man jedenfalls darauf zurückgreifen.

Aus 2011 gibt es ein Haus-der-Zukunft-Projekt „**Kleinwindkraftanlagen für Einfamilienhäuser und Kleinbetriebe**“.¹³ Die Studie ist, im Hinblick auf die getesteten Anlagen, zwar schon etwas überholt, enthält jedoch eine Fülle von Informationen zum Thema.

Aus 2009 stammt ein Klimafondsprojekt mit dem sperrigen Titel „**Entwicklung einer innovativen und rentablen Kleinwindkraftanlage zur Energiegewinnung für Haushalte und Kleingewerbe**“, dessen Bericht eine ausführliche Beschreibung von technischen Lösungen für vertikale Kleinwindkraftanlagen enthält, die immer noch Gültigkeit haben.¹⁴

5.3 Grundlagen und Rahmenbedingungen

(a) Grundlagen der Windenergieerzeugung

An den Anfang eines solchen Kapitels müssen die physikalischen Grundlagen zur Stromerzeugung aus Windenergie gestellt werden und die technischen Prinzipien des Betriebs von Kleinwindkraftanlagen grob beschrieben werden, um die Fragen zu beantworten, wie Strom durch (Klein)-Windkraftanlagen erzeugt werden kann, welche technischen Lösungen aktuell zur Verfügung stehen und welche Lösungen künftig mit welchen Konsequenzen erwartet werden.

(b) Topographische Rahmenbedingungen (in Linz)

Die topographischen Rahmenbedingungen für die Nutzung von Windenergie in Linz sollten vorgestellt und diskutiert werden. Hier kann sehr gut auf die aktuelle Stadtklimaanalyse für Linz 2021 verwiesen werden und die für Windenergiegewinnung relevanten Inhalte zitiert werden. Relevant sind dazu die gegebenen Windgeschwindigkeiten und die Einflüsse von Terrain und Gebäudehöhen der Nachbargebäude, sowie baukörperspezifische Einflüsse auf die Windenergieausbeute.

(c) Gesetzliche Rahmenbedingungen

Darüber hinaus sollten alle gesetzlichen Richtlinien (Bundes- und Landesgesetze, EU-Vorgaben), soweit für Windkraftanlagen relevant, sorgfältig recherchiert und diskutiert werden.

Bezüglich der angesprochenen raumordnungsrechtlichen Restriktionen in OÖ, geht der Gutachter davon aus, dass der Gesetzgeber beim Windkraftanlagenverbot im Bauland die großen Windkraftanlagen im Sinn hatte, jedoch nicht die Kleinwindkraftanlagen. Hier sollte die Zweckmäßigkeit einer derartigen Regulierung diskutiert werden, bzw. angeregt werden, dass kleinere Anlagen, die etwa für die Montage auf Hausdächern geeignet sind, etwa z.B. bis 15 kW, vom Verbot der Errichtung im Bauland ausgenommen werden sollten.

(d) Gesellschaftliche Rahmenbedingungen - Steigerung der Akzeptanz der Technologieanwendung

Windkraft ist in der Öffentlichkeit ein ambivalentes Thema. Besonders bei den großen Windkraftanlagen und Windparks gibt es aus unterschiedlichen Gründen Misstrauen: visuelle Beeinträchtigung

¹² Tschannet, S. et al., (2021) Stadtklimaanalyse Linz, Weatherpark.

¹³

https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/berichte/endbericht_1230_kleinwindkraftanlagen.pdf?m=1646386464&

¹⁴ [https://www.klimafonds.gv.at/wp-](https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/KLIENBGR42009KB08NE0F40498EESmartWind.pdf)

[content/uploads/sites/16/KLIENBGR42009KB08NE0F40498EESmartWind.pdf](https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/KLIENBGR42009KB08NE0F40498EESmartWind.pdf)



durch Schattenwurf und „Flickern“, Rotor- und Flügellärm, Gefährdung durch Eiswurf, sowie Naturschutz-Bedenken sind einige Aspekte, die es hier zu beachten gilt.

Bei kleinen Anlagen gelten diese Vorbehalte in geringerem Ausmaß. Aber auch da muss Überzeugungsarbeit, etwa durch Errichtung von temporären Referenzanlagen in der Nachbarschaft, geleistet und Lösungen gesucht werden – der Einsatz vertikaler Kleinwindkraftanlagen wäre eine.

(e) Technische Lösungen

Dahingehend sollten die technischen Systeme mit Fokus auf den Einsatz im urbanen Raum dargestellt werden. Vorab sind die unterschiedlichen technischen Prinzipien der Windenergiegewinnung mit Schwerpunkt auf Anlagen einander gegenüberzustellen. (vor allem):

- Horizontale Achsenwindturbinen (HAWT), die eine größere Windausbeute bringen, aber auf weniger Akzeptanz bei der Bevölkerung stoßen.
- Vertikale Achsenwindturbinen (VAWT), die kompakter und stabiler in Bezug auf Windrichtungsänderungen und Turbulenzen sind, aber etwas weniger Ertrag bringen. Hier sind die unterschiedlichen Prinzipien von Darrieus-Rotor und Savonius-Rotor vorzustellen.

Vertikale Windturbinen mit geringeren Startgeschwindigkeiten, weniger Platzbedarf, geringerer Lautstärke und besser Akzeptanz wurden in der Studie gar nicht in Betracht gezogen. Diese sollten bei einer Erweiterung der Studie jedenfalls mitberücksichtigt werden.¹⁵

Diesbezüglich sollten attraktive, aktuelle sowie erwartete Neuentwicklungen angesprochen werden, die auf Effizienz und Akzeptanz abzielen. Ein interessantes Konzept verfolgt zum Beispiel Flower Turbines, eine US-Firma mit niederländischer Zweigniederlassung, wo mehrere - tulpenförmige – Turbinen (die ab 1,5 m/s Energie liefern!) als Ensemble platziert werden können, wodurch ein „Bouquet-Effekt“ eintritt, bei dem der gemeinsame Ertrag mehrerer benachbarter Turbinen gegenüber dem Ertrag mehrerer einzelner Turbinen, exponentiell steigt!¹⁶



Abb. 3. „Tulpen-Turbinen“-Ensemble von Flower Turbines Inc. (Quelle: The Guardian)¹⁷

Mit der Darstellung der technischen Lösungen sollten die Frage beantwortet werden, welche (Klein)-Windkraftanlagen gut geeignet sind, welche Anlage-Größen für welche Standorte geeignet sind, welche Vor- und Nachteile zu erwarten sind und wie die Nachteile abgemildert werden können.

¹⁵ <https://www.tesup.at/products/tesup-vertikale-windkraftanlagen-fur-hauser>

¹⁶ <https://www.flowerturbines.com/benefits>

¹⁷ <https://www.theguardian.com/environment/2021/jun/02/flower-power-how-one-company-is-beautifying-the-wind-turbine>



(f) Marktübersicht und marktkonforme Auswahl von Referenzanlagen

Gegenüber den in der Studie angeführten Kosten zeigen viele Anlagen weit geringere Preise. Im Internet findet man tausende Anbieter – vor allem aus China, aber auch aus Indien, Kanada, USA, BRD, Holland, Dänemark, Italien, Ungarn, gelegentlich auch aus Österreich), wo Kleinst- bis Kleinanlagen ab einigen 100 W Nennleistung um wenige 100 (!) Euro (also billiger als „PV-Balkonkraftwerke“) online bestellt werden können und sich die Preise für Anlagen von <10 kW derzeit oft um 1000 Euro bewegen. Europäische Vertriebspartner von Überseefirmen – vor allem in Deutschland - werden immer mehr – und damit steigt auch das Sicherheitsempfinden bei Beratung, Kauf- und Service derartiger Anlagen.



Abb. 4: Screenshot einer aktuellen Internetabfrage nach <10 KW Anlagen (Abfrage 7.12.2023)

Um hier eine bessere Übersicht zu erreichen, wäre eine grobe Marktübersicht sinnvoll, mit Nennung des Anlagentyps, der technischen Spezifikationen wie Dimensionen, Nennleistung, Nenngeschwindigkeit und auch Startgeschwindigkeit, Preis je Einheit, sowie je kW. Anhand bereits publizierter Übersichten kann die Frage nach Eignung, sowie die Kosten- und Ertragsituation für die jeweiligen Anlagentypen und -Größen gut beantwortet werden.¹⁸

Wie bereits ausgeführt, ist die Auswahl der Anlagen und die Kostenannahmen in der Studie nicht wirklich repräsentativ und damit sind die Schlussfolgerungen und Empfehlungen nicht belastbar. Aktuelle Referenzen zeigen, dass bei unterschiedlichen technischen Lösungen und spezifischen Standortgegebenheiten eine wirtschaftliche Nutzung von Kleinwindkraftanlagen jedenfalls möglich ist.

5.4 Daten- und Messstationsauswahl

Aus der Stadtklimaanalyse Linz 2021 sollten eine oder mehrere Windrosen von exemplarischen Messstandorten vorgestellt und diskutiert werden, um über die Bandbreite der lokalen Windverhältnisse in Linz zu informieren.

Weitere Winddaten – von Geosphere Austria, vom Land OÖ und dem Umweltbundesamt - vor allem für den Süden von Linz, aber im Osten und Norden (Hörsching, Traun, Kleinmünchen, Asten, Steyregg, Linz 24er Turm, Magdalensberg) sollten - analog zur Stadtklimaanalyse in eine erweiterte Windpotenzialanalyse einbezogen werden. Auch zusätzliche temporäre Windmessungen durch portable Messstationen mit Datenlogger sollten an unterschiedlichen auch dicht verbauten Stellen der Stadt zumindest für die windreichen Monate installiert werden.

¹⁸ Z.B: <https://www.klein-windkraftanlagen.com/allgemein/made-in-germany-die-besten-anbieter-kleiner-windkraftanlagen-aus-deutschland/>



5.5 Datenanalyse, integrierte Darstellung des Windenergiepotenzials

Die Winddaten wurden je Messjahr der Zeitreihen und für jede Messstation getrennt dargestellt. Die Analyseergebnisse für die Linzer Messstationen sollten jedoch, zumindest für ein Jahr, einander gegenübergestellt werden.

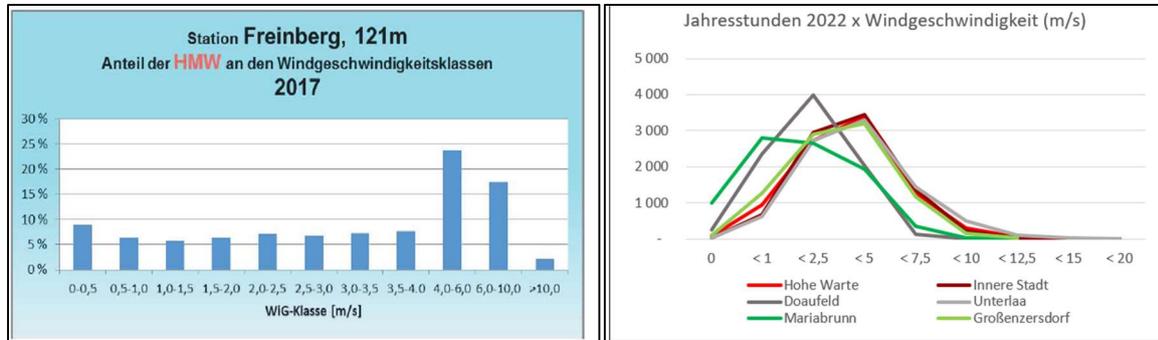


Abb.5: Vergleich Auswertung einer Einzelstation versus Vergleich mehrerer Messstationen: links: Windgeschwindigkeiten 2017, Station Freinberg); (Quelle: Windenergiepotenzialstudie Linz), rechts: Vergleich der Windgeschwindigkeiten 2022 an Wr. Messstationen (Quelle: Loibl W., 2023)¹⁹

Das Diagramm in Abb. 5 links zeigt eine der vielen Darstellungen der Windsituation von einem der Linzer Messstandorte. Das Diagramm rechts, aus einer vergleichenden Analyse der Windgeschwindigkeiten für Wien zeigt deutlich, wie eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mehrerer Messstationen aussehen kann und wie einfach damit ein Vergleich der Windcharakteristik an unterschiedlichen Messstationen ermöglicht wird.

Bei der Windstatistik der Station Freinberg (Seite 28) wird auf große Differenzen der ausgewiesenen Geschwindigkeitsklassen durch Verwendung unterschiedlicher Ausgangsdaten bzw. Mittelwerte zur Bildung dieser Klassen hingewiesen. Wie bereits in der Studie empfohlen, sollte die Mittelwertbildung, die Berechnung der Geschwindigkeitsklassen und das Aufsummieren der Windstunden nach Klassen noch einmal überprüft werden.

5.6 Ertrags- und Kostenanalyse, Eignungsbewertung

Im letzten Abschnitt zur Beurteilung der Eignung für kleine Windkraftanlagen wurden aus einem anderen Projekt der Energiewerkstatt unter anderem Leistungsdaten für die Easywind-Anlage herangezogen, um damit den Ertrag und dann die Wirtschaftlichkeit zu berechnen. Aus Sicht des Gutachters sind die angenommenen Investitionskosten von 30.000 bis 45.000 Euro für eine Anlage zu hoch. Eine kurze Internetrecherche zeigt, dass ähnliche Anlagen von 1 bis 10 kW – jedenfalls heute – je nach Ausführung und Ausstattung ab 1000 bis wenige 1000 Euro angeboten werden (vgl. Abb. 4)

Die 7 kW Anlage H7 von Tesup²⁰ (die erste links in der Abb. 4) ist der in der Studie verwendeten 6 kW Easywind-Anlage, deren Leistungsdaten für die Ertragsberechnungen herangezogen wurde, recht ähnlich. Sie kostet heute um € 1.100! Natürlich kommen Aufbau und Installationskosten noch hinzu. Aber selbst unter der Annahme, dass dies nochmals einige 1000 Euro für die Errichtung erfordert, bleiben die Investitionskosten für eine derartige Anlage deutlich unter € 5.000, – also maximal 10 - 20% der genannten Beträge von 30.000 bis 45.000 Euro. Insofern sollte dazu genau recherchiert werden.

Die Schlussfolgerungen der Evaluierung wurden mit der Zusammenfassung an den Anfang des Berichtes gestellt.

¹⁹ Loibl W., 2023, Kleinwindkraftanlagen für Wien, Grobanalyse und Machbarkeit, vertrauliche Studie 9/2023

²⁰ <https://www.tesup.at/products/tesup-horizontale-windkraftanlagen-fur-hauser>

Aktenvermerk

Geschäftszeichen
0043694/2024 PTU SKU

Datum
26.07.2024

bearbeitet von
Mag. Johannes Horak PhD

Zimmer / Telefon
5043 / +43 (732) 7070-3970

elektronisch erreichbar
johannes.horak@mag.linz.at

Evaluierung der Windpotenzialstudie

Herr Dr. Wolfgang Loibl wurde von der Abteilung Stadtklimatologie und Umwelt mit der wissenschaftlichen Evaluierung der Studie „Erhebung des Potentials für Windenergie in Linz“ beauftragt. Die Kosten dafür beliefen sich auf € 2.150,-- exklusive Mehrwertsteuer.

Freundliche Grüße

Mag. Horak Johannes, PhD
(Abteilungsleiter Stadtklimatologie und Umwelt)
elektronisch beurkundet

Sachgebiet : TU-Sachverständigenwesen Sonstiges
Akt : 0043694/2024 PTU SKU - Evaluierung der Windpotenzialstudie
Bearbeiter: Johannes Horak
EE-Name :
4-0043694/2024

Magistrat der
Landeshauptstadt Linz
Sekretariat

Hauptstraße 1-5
4041 Linz
ptu@mag.linz.at
+43 732 7070 3001

linz.at