

# Umweltbilanz gebäudemontierter Kleinwindkraftanlagen

Themenbereich 10 – Lebenszyklusanalysen

Alexander HIRSCHL<sup>(1)</sup>, Sebastian STORTECKY<sup>(1)</sup>, Susanne SCHIDLER<sup>(1)</sup>, Kurt LEONHARTSBERGER<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>FH Technikum Wien

## Motivation und zentrale Fragestellung

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 stellen Kleinwindenergieanlagen, (KWEA) die vermehrt in den Fokus privater Haushalte rücken, eine der wenigen Möglichkeiten dar auch in dicht bebauten Gebieten sowie im städtischen Umfeld auf oder im Umkreis von Gebäuden umweltfreundlich elektrische Energie zu erzeugen [1]. Um den Beitrag einer Energieversorgung zu nachhaltiger Entwicklung sicherzustellen ist es wichtig, dass sich Erzeugungsanlagen innerhalb ihrer Lebensdauer energetisch sowie in Bezug auf die entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den Herstellungprozessen und durch Transporte entstandenen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen amortisieren. Daten zur energetischen Amortisation und der Umweltwirkung von am österreichischen Markt verfügbaren Anlagen konnten in eingehenden Recherchen nicht gefunden werden.

Um die Umweltwirkungen von Abbau von Rohstoffen, Fertigung und Montage für zwei gebäudemontierte Kleinwindkraftanlagen zu ermitteln, wurden im Zuge des Forschungsprojekts „SmallWindPower@Home“ neben Fragestellungen die das Leistungsverhalten behandeln eine Wirkungsabschätzung in Form einer Lebenszyklusanalyse (LCA) durchgeführt.

## Methodische Vorgangsweise

Für das Forschungsprojekt „SmallWindPower@Home“ wurde eine neue Infrastruktur im Energieforschungspark Lichtenegg installiert, welche typische Anwendungsfälle in besiedeltem Gebiet repräsentiert. Bei den untersuchten KWEA handelte es sich um zwei horizontalachsige KWEA mit 1,2 kW (SuperWind 1250) und mit 1,4 kW (Anerdry B60 Doppelrotor) Nennleistung. Die Untersuchungen an den KWEA wurden für jeweils drei verschiedene Fälle durchgeführt, bei welchen die KWEA in unterschiedlichen Konfigurationen im Energieforschungspark installiert wurden.

Im ersten Untersuchungsfall wird die Installation der KWEA auf einer Flachdachgarage betrachtet. Der zweite Anwendungsfall untersucht die Installation auf einem Gebäude mit Giebeldach und im dritten Fall werden die Umweltauswirkungen für eine an einem freistehenden Mast montierte Anlage berechnet. In allen drei Fällen wurden die KWEA, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, jeweils in einer Höhe von 7 m installiert.

Die Umweltauswirkungen von KWEA werden anhand ausgewählter Parameter wie Klimapotenzial, Rohstoffeinsatz und kumulierter Energieaufwand bewertet. Der für die LCA zu definierende Nutzen der Kleinwindkraftanlagen liegt in der während des Betriebs erzeugten elektrischen Energie. Daher wurde die erzeugte elektrische Energie in kWh als funktionelle Einheit gewählt, auf welche sich die Umweltwirkung bezieht.

In den Lebenszyklusanalysen wurde ein Mittelweg zwischen zwei Bilanzierungen gewählt. Bei cradle to gate (Wiege bis zum Werkstor) werden die Umweltwirkungen für die Produktion eines Gutes, (Rohstoffgewinnung, Herstellung von Zwischen- und Endprodukt) bis zur Bereitstellung des fertigen Produktes am Werkstor berücksichtigt. Der gesamte Bilanzierungsrahmen umfasst cradle to grave (Wiege bis Bahre) oder bei recyclingfähigen Produkten cradle to cradle (alle Produktphasen: Entsorgung, Recycling). Im Falle dieser Untersuchung wurde die Bilanzierungsgrenze von der Rohstoffgewinnung bis zum Ende der Betriebsdauer der KWEA gezogen. In einem zweiten Schritt wird der Abbau mitberücksichtigt werden. Recyclingverfahren oder auch Zahlen zu Anteilen von recycelten Materialien sind noch nicht etabliert.

Die Datengrundlagen bildeten eigene Messungen an Anlagenteilen nach Zerlegen einer Anlage, Auskünfte des Herstellers [2], und fundierte Schätzungen. Mit Hilfe des Bewertungsprogramms „openLCA“ konnten grundsätzliche Aussagen zu den Umweltwirkungen der KWEA in den verschiedenen Konfigurationen getroffen werden. Das Treibhauspotential, welches bei der Produktion und Installation entsteht, wurde in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben und mit denen des über die

<sup>1</sup> (Jungautor) Giefinggasse 6 A-1210 Wien, +43 1 333 40 77-584, hirschl@technikum-wien, www.technikum-wien.at

Betriebsdauer von 20 Jahren eingesparten Netzstroms gegengerechnet. Für die Berechnung der energetischen Amortisationsdauer, wurde der kumulierte Energieaufwand (Herstellung und Installation) der im Rahmen der Lebensdauer produzierten Energie gegenübergestellt. Rohstoffverbräuche werden anhand ihrer aktuellen Kritikalität beschrieben und bewertet. [3]

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die folgenden Ergebnisse zeigen die energetische und CO<sub>2</sub> bezogene Amortisationsdauer für die KWEA SuperWind 1250, die Daten der KWEA Anergy B60 befinden sich noch in Bearbeitung, werden jedoch mit Ende des Jahres zur Verfügung stehen. Am Standort Lichtenegg mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5 m/s ergibt sich für die KWEA SuperWind 1250 ein jährlicher Ertrag von 1.033 kWh. Bei der Annahme einer 100%-igen Nutzung der von der KWEA erzeugten Energie wurden die Emissionen die bei Netzbezug entstehen würden (210 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/kWh – Stand 2016) [4] den Emissionen für die Herstellung gegenübergestellt. Die Datengrundlage für die Ermittlung der energetischen Aufwände sowie CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen der KWEA SuperWind 1250 und des Masts beinhaltet die Anschaffung der nötigen Materialien, die Herstellung, den Transport sowie den Energieaufwand und die Emissionen für die Aufstellung mit Hilfe eines Krans.

Im ersten Berechnungsfall wurden Daten für Herstellung und Transport der Anlage mit elektronischen Komponenten und dem Mast für eine Installation auf einem Flachdach berücksichtigt. Mit Kranarbeiten ergibt sich eine energetische Amortisation von 9,59 Jahren bzw. eine Amortisationsdauer der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen von 10,8 Jahren (siehe Abbildung 1). Im Falle der Installation auf einem Giebeldach mit adaptierter Mastkonstruktion ergibt sich eine energetische Amortisation von 10,04 Jahren bzw. eine CO<sub>2</sub>-Amortisationsdauer von 11,33 Jahren. Der letzte Fall betrachtet die Installation der Anlage auf einem freistehenden Mast wobei die energetische Amortisationszeit mit 11,53 Jahren und die der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen mit 14,6 Jahren, aufgrund des materialintensiven Fundaments des Masts am größten ausfallen. Es konnte dadurch für die erste Anlage gezeigt werden, dass sich an Standorten mit guten Windbedingungen (mittlere Jahreswindgeschwindigkeit 5 m/s) die KWEA SuperWind 1250 nach wenigen Jahren energetisch und auch in Bezug auf die CO<sub>2</sub> Emissionen amortisiert. Installationen auf Dächern ergeben einen zeitlichen Vorteil und geringere Emissionen aufgrund des fehlenden Mastfundaments.

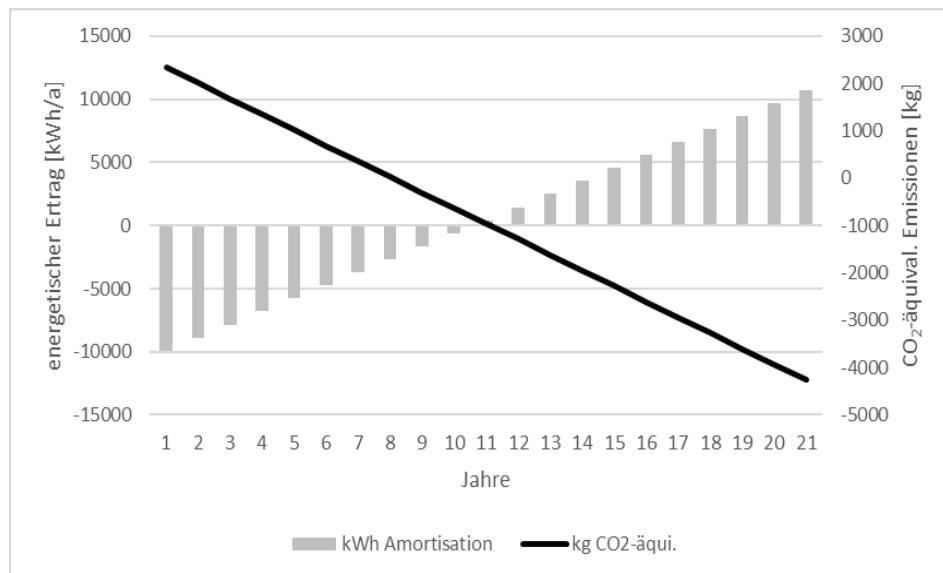


Abbildung 1: Energetische und CO<sub>2</sub> Amortisationsdauer – Fall1: Anlage auf Flachdach

## Literatur

- [1] Experteninterview: Leeb K., 2016, Solvento energy consulting GmbH, Interesse an Kleinwindkraft in Österreich. Wien
- [2] Herstellerauskunft: SuperWind GmbH, Am Rankenwerk 2-4 D-50321 Brühl/Deutschland
- [3] European Commission, 2017, Study on the review of the list of Critical Raw Materials Final Report. European Commission, Brussels
- [4] Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW), 2016, Energiestatus 2016. [https://www.bmdw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/Energiestatus\\_2016\\_barrierefrei\\_Impressum%20korr.pdf](https://www.bmdw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/Energiestatus_2016_barrierefrei_Impressum%20korr.pdf), (09.02.2018)