

# Ökobilanz für Schwachwindkraftanlagen im Raum Schaffhausen

## Ziel und Umfang

In den letzten Jahren wurde der Ausbau von erneuerbarer Energie weltweit stark gefördert. In der Schweiz liegt der Fokus insbesondere bei Wasserkraft, Wind-, und Solarenergie. Im Gegensatz zu fossiler Energiegewinnung, ist die Standortwahl für erneuerbare Energiequellen entscheidend für deren Effizienz und Rentabilität. Gemäss mehreren Studien gibt es im Kanton Schaffhausen Standorte, die für Windenergie günstig sind.<sup>1</sup> Eine davon liegt am Chroobach. Dort ist der Bau eines 17 MW Windparks mit vier Anlagen zu je 4.26 MW Leistung vorgesehen.<sup>2</sup> Pro Jahr wird der Windpark etwa 28.5 Mio. kWh Strom produzieren.<sup>3</sup> Das Ziel dieses Posters ist es die Umweltbelastungen des geplanten Windparks bzw. der erzeugten Energie zu berechnen und einen Vergleich zu anderen Schweizer Kraftwerken zu erarbeiten.

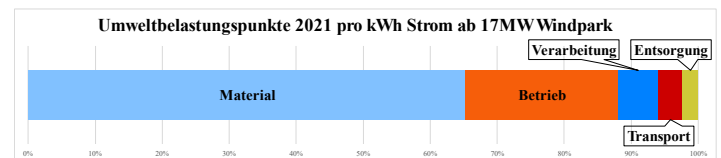
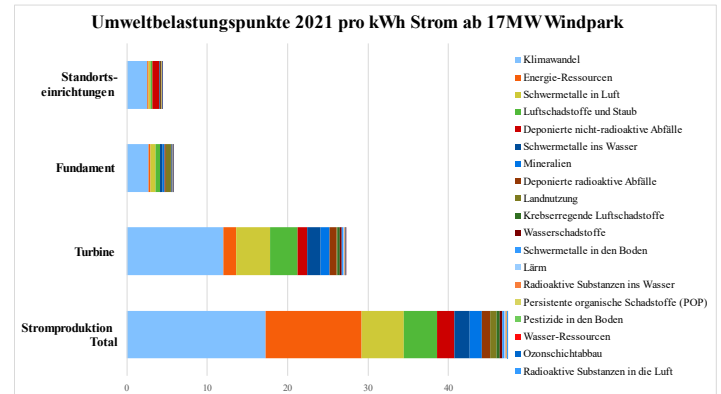
## Vorgehen und Annahmen

Die Ökobilanz für einen geplanten 17 MW Windpark, bestehend aus vier Schwachwindkraftanlagen mit je 4.2 MW Leistung, wurde im Rahmen eines Praktikums erstellt. Die Daten für das Material und den Energieaufwand für den Bau wurden aus einem Bericht von Vestas entnommen, welcher zwei Dutzend 4.2 MW Turbinen im Rahmen eines 100MW Windparks bilanziert.<sup>4</sup> Die Verarbeitung und Entsorgung der Materialien, Landnutzung und Umwandlung, sowie Transportmittel und -distanzen zur Produktionsstätte hin bis zum Chroobach wurden berücksichtigt.<sup>5</sup> Dabei ist die Annahme, dass die Produktion der einzelnen Teile in Europa stattfindet und per Schiff, Zug und/oder LKW transportiert werden. Recycling von Baumaterialien wird nicht berücksichtigt, da ein *cut-off* Ansatz angewendet wurde. Für das Fundament und die Turbine wurden die entsprechenden Prozesse pro 4.2MW Anlage modelliert. Die restlichen Einrichtungen (Kabel zwischen den Turbinen, zentrale Schaltanlage und Transformator) sind für den gesamten Windpark modelliert worden. Die Modellierung dieser individuellen Teile beinhaltet deren Lebenswegs, von Materialbeschaffung, Transport, bis zur Entsorgung. Diese drei Anlagenkomponenten wurden in ein Elektrizitätsdatensatz zusammengeführt, welcher die Umweltbelastungen pro kWh Strom ab Windpark quantifiziert. Die Daten für die Stromproduktion in anderen Kraftwerken stammen aus der ESU-Datenbank. Die Umweltbelastung wird mittels der Methode der ökologischen Knappheit 2021 bewertet und zu Umweltbelastungspunkten (UBP) zusammengefasst.

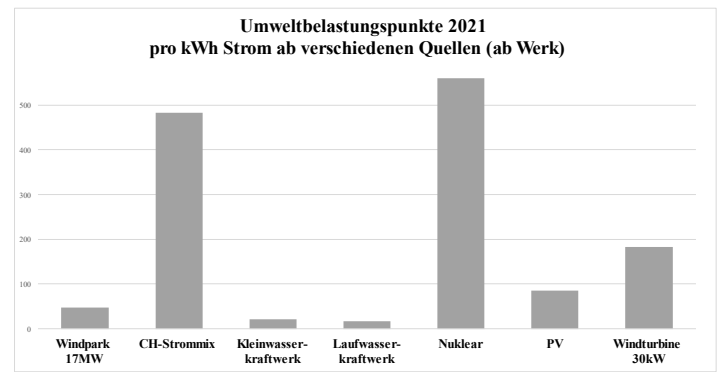
## Umweltbelastungen

Die ersten beiden Abbildungen zeigen die Umweltwirkungen bei der Erzeugung von 1 kWh Strom aus dem 17 MW Windpark. Die Gesamtbelastungen wurden in der oberen Grafik nach Wirkungskategorien und den zuvor beschriebenen Anlagenkomponenten aufgeschlüsselt. Die Umweltpunkte mit den gesamthaft höchsten Werten (unterste Säule) sind *Klimawandel*, *Energie-Ressourcen*, *Schwermetalle in Luft* und *Luftschadstoffe und Staub*. Deren Wichtigkeit kann je nach Bauteil sehr unterschiedlich sein. Beispielsweise ist die Kategorie *deponierte nicht radioaktive Abfälle* bei den Standorteinrichtungen relevant, während beim Fundament die Landnutzung stärker ins Gewicht fällt. Beim Betrieb des Kraftwerks wird der erneuerbare *Energie-Ressource* verbucht und macht etwa 20% der Gesamtbelastung aus. Der Bau der Turbinenteile (inkl. Transport bis zum Standort) ist für die höchsten UBP verantwortlich. Die nächste Grafik stellt die Umweltbelastungen nach verschiedenen Bereichen dar. Der Materialbedarf für den Bau des Windparks macht mehr als die Hälfte aus. Das ist grösstenteils auf die Herstellung von Produkten aus Roheisen (Chrom-/Stahl und Gusseisen) zurückzuführen. Der Betrieb inkl. Schmieröl leistet einen wesentlichen Beitrag aufgrund des Inputs an

erneuerbarem Energiebedarf. Die restlichen Lebensphasen sind hingegen weniger bedeutend für die Gesamtumweltbelastungen.



Die folgende Grafik vergleicht die UBP der Windenergie mit dem Schweizer Strommix und Elektrizität aus Schweizer Kraftwerken. Nur die Wasserkraftwerke weisen bessere Werte auf als die Windenergie. Der von den übrigen Kraftwerken erzeugte Strom schneidet schlechter ab als der des modellierten Windparks. Die Umweltwirkungen des Strommixes und der Atomenergie liegen sogar um über das Zehnfache höher. Letzteres liegt unter anderem an den hohen Belastungen in der *deponierte radioaktive Abfälle* Wirkungskategorie. Im Vergleich zu einer kleineren Schweizer Windkraftanlage (30kW) verursacht die Stromerzeugung des 17 MW Windpark deutlich weniger Umweltbelastungen.



## Zusammenfassung

Am Chroobach im Kanton Schaffhausen sind vier Schwachwindkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 17 MW geplant. Bei den Umweltauswirkungen schneidet diese Windenergie etwas besser ab als die Solarenergie und Strom aus kleinen Windturbinen. Sie ist deutlich besser als der Schweizer Strommix und die Kernenergie. Der entscheidende Faktor der Belastungen ist die Materialbeschaffung. Nur Wasserkraftwerke (für deren Zubau es kaum Potential gibt) verursachen weniger UBP. Um die Umweltziele zu erreichen, ist es sinnvoll, das vorhandene Windpotenzial im Kanton Schaffhausen möglichst bald zu nutzen. Sie kann zusammen mit PV und Wasserkraft einen wichtigen Beitrag zur Energiewende liefern.

## Quellenangaben

- <https://sh.ch/CMS/Website/Kanton-Schaffhausen/Beh-rde/Verwaltung/Baudepartement/Departementsekretariat-Baudepartement/Energiefachstelle/Erneuerbare-Energien/Windenergie-21664-DE.html> (2023, 14. August);
- <https://chroobach.ch/projektueberblick/zahlen-und-fakten> (2023, 14. August);
- <https://chroobach.ch/projektueberblick/zahlen-und-fakten#die-anlagen> (2023, 14. August);
- [https://www.vestas.com/content/dam/vestas-com/global/en/sustainability/reports-and-ratings/lcas/LCA%20of%20Electricity%20Production%20from%20onshore%20V136-4.2MW%20Wind%20Plant\\_Final.pdf.coredownload.inline.pdf](https://www.vestas.com/content/dam/vestas-com/global/en/sustainability/reports-and-ratings/lcas/LCA%20of%20Electricity%20Production%20from%20onshore%20V136-4.2MW%20Wind%20Plant_Final.pdf.coredownload.inline.pdf) (2023, 17. Juli);
- <https://www.zhaw.ch/storage/fsfm/institute-zentren/iunr/oekobilanzierung/cymann-2015-lca-windenergie-bfe.pdf> (2023, 17. Juli)