

# IUNR

N<sup>o</sup>  
0222

## magazin

Floating Solar im  
Hochgebirge

Seite 12

Outdoorsport und  
Wildtiere in den Bergen

Seite 20

Umwelthotspots  
eines Pflegezentrums

Seite 30



# Floating Solar im Hochgebirge: die Solartechnologie der Zukunft?

## Ökobilanz einer schwimmenden Solaranlage in den Schweizer Alpen

An Einzigartigkeit mangelt es dieser Anlage nicht: Zum weltweit ersten Mal wurde eine schwimmende Solaranlage auf einem Gewässer im Hochgebirge realisiert. Die Vorteile einer solchen Anlage gegenüber konventionellen Solaranlagen sind vielseitig und das Interesse entsprechend gross. Doch wie schneiden schwimmende Solaranlagen aus ökologischer Sicht ab? Und können sie aus einer Lebenszyklusperspektive mit den konventionellen Solartechnologien mithalten? In Zusammenarbeit mit Romande Energie hatte ich die Möglichkeit, diesen Fragen in meiner Masterarbeit, betreut von Matthias Stucki und René Itten aus der Forschungsgruppe Ökobilanzierung, auf den Grund zu gehen.



**Alena Frehner**  
Absolventin MSc ENR20  
mit Schwerpunkt  
Ökotechnologien und  
Erneuerbare Energien

Die schwimmende Solaranlage auf dem Lac des Toules auf 1810m ü. M. im Wallis.

Bild: ©Romande Energie

### Die Vorteile der Lage

Schwimmende Solaranlagen sorgen vermehrt für Aufsehen in der Solarenergie-Welt. Grund dafür sind vielzählige Vorteile, die diese Technologie gegenüber konventionellen Solaranlagen an den Tag legt. So sparen schwimmende Solaranlagen wertvolle Landflächen, die zunehmend knapper werden. Ausserdem ist die Effizienz der Solarmodule dank der kühlenden Wirkung des Wassers höher. Ein weiterer ökologischer Vorteil von schwimmenden Solaranlagen ist die Reduktion der Wasserverdunstung, da die Anlage die Wasseroberfläche vor direkter Sonneneinstrahlung schützt.

Neben schwimmenden Solaranlagen wächst auch das Interesse an alpinen Solaranlagen. Die hohe Lage im Gebirge führt zu einem höheren Ertrag, da die Sonneneinstrahlung in der Höhe aufgrund der dünneren atmosphärischen Schicht intensiver ist und hochgelegene Gebiete gegenüber dem Mittelland weitgehend nebelfrei sind. Wenn Schnee liegt, wird ausserdem deutlich mehr Sonnenlicht reflektiert (Albedo-Effekt), was den Ertrag zusätzlich erhöht.

### Die Pionier-Anlage im Hochgebirge

Auf einer Höhe von 1810m ü. M. auf dem Lac des Toules in der Walliser Gemeinde Bourg-Saint-Pierre

treibt sie, die weltweit erste schwimmende Solaranlage im Hochgebirge. Die im Jahr 2019 von Romande Energie in Betrieb genommene Anlage misst eine Fläche von 2240m<sup>2</sup> und versorgt jährlich rund 220 Haushalte mit Strom. Neben den positiven Auswirkungen der alpinen Umgebung auf den Ertrag ist die Lage auch mit gewissen Herausforderungen verbunden. Aufgrund starker Winde, Schnee, Eis und kalten Temperaturen musste die Struktur besonders solide konstruiert werden, mit einem Aufständersystem aus Aluminium und einem ausgeklügelten Verankerungssystem aus Beton und Stahl. Dank der Zusammenarbeit mit Romande Energie stand für meine Masterarbeit eine detaillierte Datengrundlage zur Verfügung, die den gesamten Lebenszyklus der Anlage abdeckt.

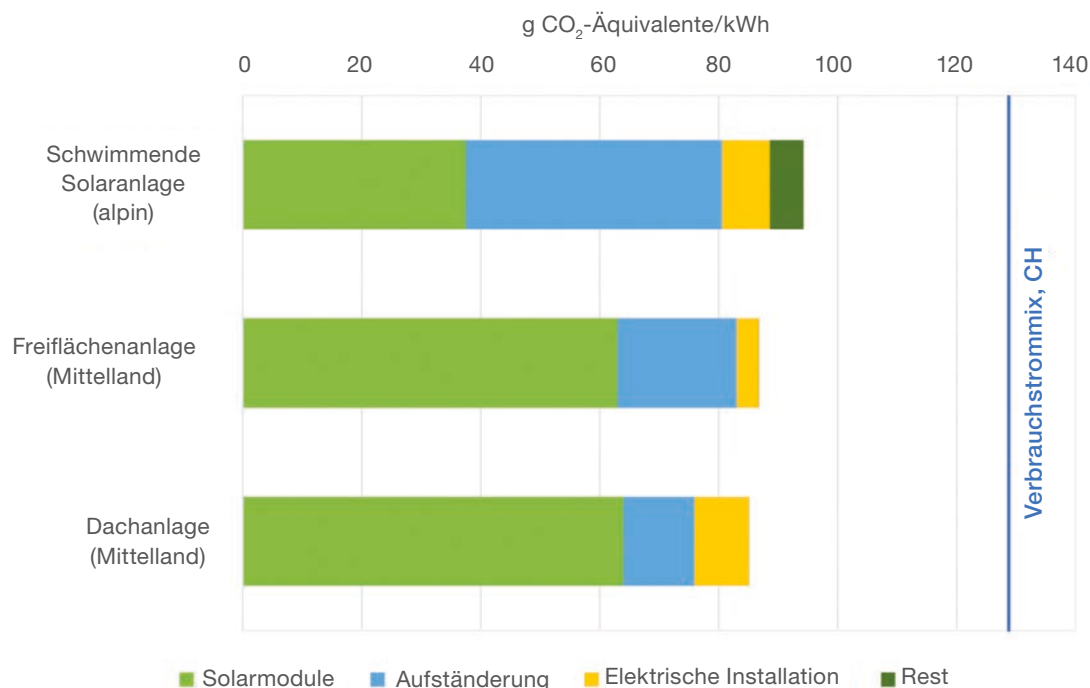
### Umweltauswirkungen der Anlage

Meine Ökobilanz der schwimmenden Solaranlage identifizierte die Produktion der Solarmodule und das Aufständersystem als Hauptverursacher der Umweltauswirkungen. Die Produktion der Solarmodule trägt dabei 30–53% zu den Umweltauswirkungen bei, hauptsächlich verursacht durch die energieintensive Produktion der Grundelemente für die Solarzellen (die sogenannten Wafer). Das Aufständersystem inklusive Verankerung macht mit 26–46% einen fast ebenso grossen Anteil aus wie die Solarmodule. Diese Emissionen fallen primär innerhalb der Lieferkette der Aluminiumproduktion an; Aluminium ist die Hauptkomponente des Aufständersystems. Insgesamt emittiert die schwimmende Solaranlage Treibhausgasemissionen von 94g CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Kilowattstunde (kWh) produziertem Strom.

### Vergleich zu konventionellen Solartechnologien

Der Vergleich zu Solaranlagen auf Dächern und Freiflächenanlagen im Mittelland zeigt, dass die schwimmende Solaranlage im Hochgebirge mit diesen Technologien mithalten kann (siehe Abb. S. 13). Abhängig von der analysierten Umweltkategorie zeigt





Vergleich des Treibhauspotenzials der schwimmenden Solaranlage mit einer Freiflächen- und Dachanlage im Mittelland im Kontext des Schweizer Verbraucherstrommix.

Grafik: Alena Frehner

die schwimmende Solaranlage jeweils leicht höhere oder tiefere Auswirkungen als deren Konkurrenten im Mittelland. Dabei zeigt sich ein Trade-off: Während die schwimmende Solaranlage durch ihre Lage im Hochgebirge deutlich höhere Erträge im Vergleich zum Mittelland verzeichnet, ist dessen Aufständerungssystem zusammen mit dem Verankerungssystem deutlich umweltintensiver als die Alternativen im Mittelland. Pro kWh produziertem Strom sind die Umweltauswirkungen daher in einer ähnlichen Grössenordnung.

### Einsparpotenzial der Aufständerung

Das Aufständerungssystem der schwimmenden Anlage stellt gegenüber konventionellen Solaranlagen den Schwachpunkt der Technologie dar. Grund für die höheren Umweltauswirkungen dieser Komponente ist die Menge an Aluminium, die für das Aufständerungssystem erforderlich ist. Diese ist pro Quadratmeter 5- bis 7-mal grösser im Vergleich zu Dach- und Freiflächenanlagen. Eine Reduktion der Aluminiummenge im Falle der schwimmenden Anlage würde daher zu einer deutlichen Reduktion der Umweltauswirkungen führen. Auch die Verwendung von recyceltem Aluminium an Stelle von Primäraluminium hat ein hohes Einsparpotenzial. So könnten die Treibhausgasemissionen durch Verwendung von recyceltem Aluminium für die Aufständerung um 24 % reduziert werden. Pro kWh produziertem Strom ergäbe das Treibhausgasemissionen von 71 g CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, womit die Umweltauswirkungen der schwimmenden Anlage im Vergleich zu

Anlagen im Mittelland wesentlich tiefer ausfallen würden.

### Fazit und Ausblick

Aufgrund ihrer Neuheit besteht bei der Technologie der schwimmenden Solaranlagen aus ökologischer Sicht noch Verbesserungspotenzial. Meine Masterarbeit zeigt jedoch, dass dank der vergleichsweise hohen Erträge im Hochgebirge die Anlage schon jetzt mit konventionellen Solaranlagen im Mittelland mithalten kann. Mit Massnahmen wie der Reduktion des Primäraluminiumverbrauchs und dem Umstieg auf erneuerbare Energien in den Lieferketten könnten schwimmende Solaranlagen im Hochgebirge deutlich umweltfreundlicheren Strom produzieren als konventionelle Solaranlagen. Insgesamt birgt die Technologie damit grosses Potenzial, um zur Deckung des wachsenden Bedarfs an erneuerbaren Energiequellen beizutragen und die dringend erforderliche Dekarbonisierung der Schweizer Stromversorgung voranzutreiben.

alena.frehner@zhaw.ch