

# Publizierbarer Zwischenbericht/Endbericht

Gilt für das Programm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“

## A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
<b>Projekttitel:</b>	Integriertes Photovoltaik-Dach mit bifazialen monokristallinen Solarmodulen
<b>Adresse:</b>	4600 Wels, Marcusstraße 4
<b>Programm:</b>	Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik
<b>Projektdauer:</b>	Mai 2024 bis März 2025
<b>FörderwerberIn:</b>	Sabtours Holding GmbH
<b>Geschäftszahl:</b>	KC430105
<b>Kontaktperson Name:</b>	Ing. Wolfgang Stöttinger BSc.
<b>Kontaktperson Adresse:</b>	Marcusstraße 4 4600 Wels
<b>Kontaktperson Telefon:</b>	+43-664-8149290
<b>Kontaktperson E-Mail:</b>	wolfgang.stoettinger@sabtours.at
<b>Projekt- Umsetzungspartner (inkl. Bundesland):</b>	Lassota + Partner Architektur GmbH (Wien / Oberösterreich)
<b>Projektwebseite:</b>	<a href="http://www.lassota.eu/projekte">www.lassota.eu/projekte</a>
<b>Schlagwörter:</b>	Muster- und Leuchtturmprojekt Photovoltaik
<b>Projektgesamtkosten:</b>	242.199,59 € davon eingereicht: 191.422,15 €
<b>Fördersumme:</b>	72.306,00 €
<b>Anlagenleistung:</b>	41,44 kW <sub>p</sub>
<b>Erstellt am:</b>	29.05.2025

## B) Projektübersicht

### 1 Kurzzusammenfassung

Die sabtours Holding GmbH, der führende private Linien- und Reisebusanbieter Oberösterreichs will mittelfristig das Grundstück des Hauptstandortes in einen Ladepark für Elektrobusse entwickeln. Dazu sollten für den Busbetrieb geeignete Ladestationen entwickelt werden, die über eine zugehörige Solardach-Überdachung verfügen. Als erster und schwierigster Schritt galt es einen Prototyp eines Solardaches zu entwickeln, der spezifisch für den Busbetrieb geeignet ist:

Durch die speziellen betrieblichen Anforderungen des Linien- und Reisebusbetriebes und mangels direkt dafür geeigneter Lösungen am Markt wurde für das Solardach ein Prototyp entwickelt: Eine freitragende Stahlkonstruktion mit Solardach, das über eine für Busse geeignete Höhe und rangiertauglicher Stützenstellung verfügt und durch die von bifazialen monokristallinen Solarmodulen, die trotz Semitransparenz über eine hohe Ausbeute verfügen.



(©Lassota + Partner Architektur GmbH)

Der Muster- und Leuchtturmcharakter des Projektes besteht darin, einen Prototypen zu entwickeln, der geeignet ist, eine Solardachstruktur zur Gesamtumstellung des Betriebshofes eines privaten Busbetreibers des öffentlichen Personennahverkehrs, der auch im Reisebusbetrieb tätig ist, zu bewerkstelligen.

## 2 Hintergrund und Zielsetzung

**Ausgangslage:** Die sabtours Holding GmbH musste als Vorbereitung der Elektrifizierung des öffentlichen Linienverkehrs in Wels die bestehende Betriebstankstelle modernisieren, um im Rahmen einer Neuplanung des gesamten Betriebshofes, Platz für Ladeinfrastruktur und Netzanbindung zu schaffen.

Da auch in mittlerer Zukunft parallel zum Betrieb von batterieelektrischen Linienbussen noch länger zu erwarten ist, dass dieselbetriebene Fahrzeuge getankt und betrieben werden müssen, ist nicht nur die Modernisierung der Tankstelle nötig, sondern es war dieser Standort am Betriebsgelände auch am besten dafür geeignet, die Prototypenanlage für das Solardach zu positionieren, da die Rangierfähigkeit des Projektes durch die laufende Nutzung der verschiedenen Buslängen und -gelenkstypen stattfindet.

**Aufgabenstellung:** Schaffung einer Prototypenanlage eines Solardachtypen, der für folgenden Einsatz geeignet ist: Gesamtumstellung auf E-Mobilität eines privaten Busbetreibers der im städtischen und regionalen öffentlichen Personennahverkehrs und im Reisebusbetrieb tätig ist.



(©Lassota + Partner Architektur GmbH)

**Zielsetzung:** Das gesamte Betriebsareal soll möglichst nachhaltig und wirtschaftlich genutzt werden, und so soll auch die gesamte Fläche der Tankstelle durch die Überdachung mit einem Photovoltaikdach zur Stromerzeugung genutzt werden. Es soll dabei eine freitragende Stahlkonstruktion errichtet werden, auf der mit innovativen, bruchsicheren, bifazialen monokristallinen Doppelglas-PV Paneelen Strom erzeugt werden soll.

## 3 Projektinhalt

### 1.) Stützenstellung der Stahlkonstruktion

Dieses Konzept bietet gegenüber einer üblichen Standardlösung für uns wesentliche relevante Vorteile:

- Durch wenige zentrale Säulen wird das Anfahrrisiko (insbesondere beim Rangieren mit Gelenkbussen) verringert.
- Durch die Integration von Dach und Fotovoltaik-Paneelen konnten wir Bauart-Gewicht sparen, wodurch eine für uns notwendige größere Spannweite des Daches ermöglicht wurde.

### 2.) Einsatz von Bifazialen Solarmodulen:

Unser Projekt hebt sich von Standardlösungen ab, indem bifaziale monokristalline Photovoltaik-Module verwendet wurden, die die Sonnenenergie von beiden Seiten absorbieren können. Bifaziale Photovoltaik-Module können auch von der Unterseite indirektes Licht in Strom umwandeln, wodurch bis zu 15% bis 30% mehr Strom auf derselben Fläche erzeugt werden kann. Diese Technologie ermöglicht uns eine höhere Energieerzeugung und Effizienz im Vergleich zu herkömmlichen einseitigen Modulen. Es wurde außerdem ein integriertes Dach errichtet, welches nicht nur die Komplexität der Installation reduziert, sondern auch optisch eine sehr hohe Qualität hat. Bifaziale Solarmodule auf Solardächern bieten einige Vorteile gegenüber herkömmlichen Modulen. Der Hauptvorteil ist die höhere Stromerzeugung durch die Nutzung von Licht von beiden Seiten, was einen höheren Ertrag als bei monofazialen Modulen ermöglicht. Zusätzlich sind bifaziale Module robuster und langlebiger und haben eine bessere Leistungsfähigkeit bei diffusen Lichtverhältnissen.

Die Vorteile im Detail:

Höherer Stromertrag:

Bifaziale Module können das Sonnenlicht von beiden Seiten nutzen, was zu einer höheren Energieausbeute führt, besonders in Umgebungen mit viel reflektiertem Licht (z.B. Schnee, Sand, helle Betonflächen).

Bessere Nutzung reflektierten Lichts:

Der "Albedo-Effekt", bei dem Licht von der Oberfläche reflektiert wird, kann bei bifazialen Modulen effektiv genutzt werden, was den Ertrag deutlich erhöht.

Robuste Konstruktion:

Bifaziale Module sind oft als Glas-Glas-Module konstruiert, was sie robuster und widerstandsfähiger gegen Witterungseinflüsse macht.

Bessere Leistung bei schwachem Licht:

Bifaziale Module können auch bei diffusen Lichtverhältnissen, wie an bewölkten Tagen, eine gute Energieausbeute erzielen.

Gleichmäßigere Stromproduktion:

Da bifaziale Module die Sonnenenergie besser über den Tag nutzen können, ist die Stromproduktion gleichmäßiger.

Längere Lebensdauer:

Die robuste Konstruktion und die gleichmäßigere Temperaturverteilung können zu einer längeren Lebensdauer der Module beitragen.

3.) Systemdienlichkeit und Nachhaltigkeit des Projekts: Unser Vorhaben zeichnet sich durch einen hohen Systemintegrationsgrad aus, da die erzeugte Solarenergie direkt zur Versorgung unserer neuen Grundwasserwärmepumpe für unser neues Bürogebäude verwendet wird und nun auch für die Umstellung der neuen Werkstatt von fossilen Brennstoffen auf Wärmepumpenheizung dient. Mittelfristig werden auf unserem Betriebshof zunehmend Elektrobusse geladen, die den lokal erzeugten Strom zur Gänze nutzen können. Durch die Integration der Photovoltaik-Anlage in die bestehende Infrastruktur schaffen wir eine nachhaltige Energieversorgungslösung, die einen Beitrag zur Energiewende leistet.

Außerdem dient dieses Projekt als Pilotprojekt, da in einer späteren Phase der gesamte Betriebshof mit einer ähnlichen Konstruktion überdacht werden soll.

## 4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Wir sind überzeugt, dass unsere Prototypenanlage einen wertvollen Beitrag zum Förderprogramm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“ darstellt und einen signifikantes Projekt zur Förderung innovativer Photovoltaik-Lösungen im Verkehrssektor von Nutzfahrzeugen bzw. dem öffentlichen Personennahverkehr bietet.

Das Projektergebnis ist die Erlangung einer Prototypenanlage, die eine friktionsfreie Ausrollung auf einem größeren Betriebsgelände ermöglicht, unter Beibehaltung von Investitionssicherheit.

Projekthürden: Die wesentlichen Projekthürde ist durch die Errichtung einer Prototypenanlage gegeben:

Zwar liegen die Vorteile auf der Hand: Eine Prototypenanlage bietet verschiedene Vorteile, die vor allem in der Entwicklung neuer Produkte oder Prozesse von großem Nutzen sein können. Für uns ware es folgende Hauptvorteile:

### 1. Fehleridentifikation und -beseitigung

Mit der Entwicklung der Prototypenanlage konnten wir potenzielle Probleme frühzeitig erkennen. Das ermöglicht uns, Fehler und somit spätere kostspielige Änderungen beim Großprojekt zu vermeiden. Dieser Vorteil konnte genutzt werden, da die Ausrollung der Solardächer auf dem Gesamtgelände des Busbetriebes ohne die Erfahrungswerte der Prototypenanlage ein negatives organisatorisches und wirtschaftliches Ergebnis verursachen würde.

### 2. Verifizierung und Optimierung

Die Prototypenanlage ermöglicht es uns, die Funktionalität und die Prozesse des Busbetriebes in der Praxis zu testen und zu überprüfen. Dies hilft uns, die Annahmen über die Leistung und die Rentabilität der Anlage zu verifizieren und weitere Anpassungen vorzunehmen.

### 3. Kostenreduktion auf lange Sicht

Obwohl der Bau unserer Prototypenanlage anfänglich kostenintensiv war, ermöglicht sie uns eine kostengünstige Validierung der Anlage bei der großmaßstäblichen Ausrollung auf das Gesamtgelände. Durch die frühzeitige Identifikation und Behebung von Problemen wird verhindert, dass und dabei teure Fehler passieren.

### 4. Flexibilität und einfache Zwischenschritte

In der Phase der Prototypenentwicklung konnten wir schnell Änderungen und Fehlerbehebungen vornehmen, ohne große absolute Kostenaufwände. Das gab uns die Flexibilität und ermöglichte uns mehrere einfache Zwischenschritte, um die optimale Auslegung der Anlage zu finden.

## 5. Zielerreichung der Praxistauglichkeit für unseren Anwendungsfall

Unser -nach langer Entwicklungsdauer- gut getesteter und optimierter Prototyp steigert die Wahrscheinlichkeit, dass wir für unseren Busbetrieb nun ein praxistaugliches Endprodukt entwickeln konnten. Dennoch werden wir erst nach weiterer Praxisnutzung der Prototypenanlage die Entscheidung über die Art des weiteren Ausbau des Betriebsgeländes herbeiführen. Diese Entscheidung kann nun auf Basis einer tatsächlichen Benutzungserfahrung getätigt werden.

## 5 Technische Details des Projektes

Solarmodule: Fabrikat: Solarwatt Panel vision GM 3.0 construct, Glas-Glas-Modul, dabei waren für uns folgende Kaufkriterien wesentlich (Laut Herstellerdatenblatt):

- bifaziale PERC-Halbformat Solarzellen
- lichtdurchlässige Zelleinbettung
- Allg. bauaufsichtl. Zulassung (abZ)
- optionale crossbar für mehr Belastbarkeit
- ammoniakbeständig
- großhagelbeständig
- salznebelbeständig
- 100 % plus-sortiert
- PID geschützt
- LeTID getestet
- Schneelastgarantie
- max. 12.150/ 5.400 Pa

Wesentlich für uns war die Garantiestellung eines europäischen Herstellers mit entsprechender Reputation, so bietet uns Solarwatt 30 Jahre Produkt-Garantie gemäß „Garantiebedingungen für SOLARWATT Panel vision“ und 30 Jahre Leistungs-Garantie auf 90 % Nennleistung gemäß „Garantiebedingungen für SOLARWATT Panel vision“

Wechselrichter: Fabrikat: Fronius Symo

Blitzschutz: Ringerder / Fundamenterder und 3 Einzelerder

(Sicherheits-)Beleuchtung: Fabrikat: Philips CoreLine Waterproof

## 6 Kaufmännische Details des Projektes

Basisdaten	
Produkt	C7-30 V
Leistung Solar Roof Premium/Basic	41,4 kWp
Stromertrag lt Pvsyst - bzw. Schätzung	1 089 kWh/kWp
<b>Stromertrag in kWh/p.a.</b>	<b>45 085 kWh/p.a.</b>
Anzahl AC-Ladepunkte	0
Eigenverbrauch Strom	90%
Energie für E-Charging	0%
Einspeisung ins Netz	10%

Investition		
PV	1 PA	€ 135 839,00
Richtpreis gesamt: Montage Stahlbau und Module	1 PA	€ 18 000,00
Richtpreis gesamt: Fundierung, Erdarbeiten, WR, AC-Anschluss	1 PA	€ 61 375,00
Förderung Solartechnik angenommen (lt. Schätzung)	€ 2 000 /kWp	-€ 82 800,00
Förderung Ladetechnik angenommen (lt. Schätzung)	€ - /Ladepunkt	€ 0,00
<b>Investition netto</b>		<b>€ 132 414,00</b>

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung			
Statische Rentabilitätsrechnung in Abhängigkeit des Strompreises			
Eigenverbrauch und Einspeisung lt Basisdaten, excl. Strompreissteigerung und Moduldegradation			
Strompreis pro kWh	Einspeisetarif pro kWh	Return on Invest in Jahren	Gesamtertrag 25a abzügl. Investition
€ 0,50	€ 0,40	6,0	€ 419 872
€ 0,40	€ 0,30	7,5	€ 307 161
€ 0,30	€ 0,20	10,1	€ 194 449
€ 0,20	€ 0,10	15,5	€ 81 738

Angemessenheit der Kosten der Anlage: Obwohl sich der Break Even Point bei Energiekosten von 0,2 € / kWh (inklusive Netzkosten) erst bei ca. 18 Jahren ergibt, werden die Kosten der Anlage dennoch als angemessen betrachtet, da die Fläche der Betriebstankstelle damit doppelt genutzt werden kann.

Neben einer direkten Investitionskostenrechnung ist aber wesentlich, dass es sich hier um eine Research+Development Investition handelt, deren direkter Return nur implizit angegeben werden kann; aber aufgrund des Skaleneffektes bei der Ausrollung auf das gesamte Betriebsgelände einen hohen Wirtschaftlichkeitseffekt bringt: Alleine durch die nun höhere Durchfahrtshöhe und höhere Spannweiten können die zukünftigen Kosten bei einem weitaus höheren Flächenfaktor reduziert werden, bei einem Flächenfaktor von beispielsweise der 10-fachen Größe der Prototypenanlage, werden diese Investitionskosten bereits amortisiert.

## 7 Monitoring

Wie in der Fördergebarung festgelegt, kann dazu eine Aussage erst nach einem vollen Betriebsjahr eine nachhaltige Aussage getroffen werden.

Qualität unseres Monitoringkonzepts: Das Projektmonitoring wird dahingehend umgesetzt, dass nicht nur eine klassische Kosten- und Ertragskontrolle durchgeführt wird, sondern dass mithilfe eines Smart-Meters und der mitgelieferten Analysesoftware eine detaillierte Auswertung des erzeugten und verbrauchten Stroms gemessen werden kann. Diese Daten können dann mit einer bereits bestehenden konventionellen Anlage verglichen werden um weiteren Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit zu erlangen.

Die Auswertung der Erträge wird gegebenenfalls auch durch die Unterstützung des Fronius Webportales erfolgen. Wir haben dazu die Datenblätter zu Fronius bei der Abgabe des Endabrechnungsformulars mitgesendet.

## 8 Arbeits- und Zeitplan

Seit 2023: Vorerhebungen, interne Bedarfsanalysen, Überlegungen zu einer Gesamtplanung auf dem konventionellen Bus-Betriebsgelände zur weitgehenden Umstellung des Busbetriebes auf Elektromobilität.

Anfang 2024: Nach der Erstellung einer Grobkostenschätzung über die Gesamtumstellungskosten fällt die Entscheidung zur Notwendigkeit der Errichtung einer kleinmaßstäblichen Prototypenanlage als Vorprojekt, um mehr Kosten-Nutzensicherheit über die Großinvestition zu erlangen.

April 2024: Nach mehreren erfolglosen Anfragen im Markt wird letztlich ein Technologiepartner gefunden, der bereit ist, nach unseren Vorgaben einen Prototyp zu entwickeln. Nach der technologischen Entscheidung über die Art der Solarpaneele und diesbezüglichen Angebotseinholungen erfolgt unsere Einreichung eines Förderantrages zum Programm „Muster- und Leuchtturmprojekte Photovoltaik“ zur Errichtung unseres Prototypen eines Integrierten Photovoltaik-Daches mit bifazialen monokristallinen Solarmodulen.

Anfang Mai 2024: Beauftragung der Unternehmensberater Lassota + Partner Architektur GmbH als Hauptkonsulenten.

Entwicklung des Prototypen, Entwurfes des endgültigen Grundrisses und der Schnitte bzw. Höhenentwicklung nach Überprüfung der Rangierfähigkeit der einzelnen Bustypen.

Sommer 2024: Anzeige der Änderung der Tankstelle durch Überdachung mittels Stahlkonstruktion mit bifazialen Solarelementen, Weiterentwicklung des Projektes nach Behördenabsprache, und Erlangung der „Nicht-Untersagung“ und somit Genehmigung durch die Behörde.

Herbst 2024: Lieferung des Stahlbaues nach erfolgter Vorfertigung, Montage der Bifazialen Solarelemente.

Winter 2024: Abstimmung mit der Elektrotechnik, Montage und Lieferung der Wechselrichter.

Frühjahr 2025: Nachjustierungsphase, Behebung technischer Anfangsschwierigkeiten wie die Klärung der Entwässerung, Freigabe Mitte März 2025.

## 9 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Die Erstellung unserer Prototypenanlage stellt eine für uns signifikante Research+Development Investition dar, deren Ertrag erst erwirtschaftet werden muss. Auch handelt es sich um ein Zwischenergebnis, aus dem erst die abschließenden Schlussfolgerungen und internen Handlungsalternativen abgeleitet werden müssen. Deshalb und aus den daraus resultierenden Wettbewerbsüberlegungen wird daher es daher seitens des Förderwerbers keine besonderen Publikations- oder Disseminierungsaktivitäten geben.

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.