



Kanton
Obwalden



Nachhaltig vorwärts

Regionales Finanzierungskonzept für Solarstromtankstellen



Bild: Solartankstelle Energiebau Design

Begleitgruppe

Vertreter der 7 Gemeinden des Kantons Obwalden
Energiefachstelle Kanton Obwalden
Elektrizitätswerk Obwalden, Kompetenzzentrum Energieeffizienz

Bearbeitung

Brandes Energie AG
Molkenstrasse 21, 8004 Zürich
Annina Vinzens und Regina Bulgheroni

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	4
2	Elektromobilität	5
2.1	Elektromobilität in Obwalden heute und In Zukunft	5
2.2	Ladevorgang und Ladeinfrastruktur	6
2.3	Ladestationen-Netze und Beispiele von Elektrotankstellenbetreibern	7
3	Solarstromtankstellen und Identifikation potenzieller Betreiber	9
3.1	Elektrotankstelle - Solarstromtankstelle.....	9
3.2	Potenzielle Solarstromtankstellen-Betreiber	9
3.3	Elektrotankstellen-Typen	10
3.4	Solarstromtankstellen Anwendungsbeispiele	11
4	PV-Anlagen zum Betrieb von Solarstromtankstellen	13
4.1	Dimensionierung von PV-Anlagen.....	13
4.2	Kosten von PV-Anlagen.....	13
5	Wirtschaftlichkeit einer Solarstromtankstelle	15
6	Kommunikationsmassnahmen	19
7	Fazit	20

1 Ausgangslage

Die Elektromobilität gewinnt immer mehr an Bedeutung: so sind im Jahr 2014 rund 40% mehr Elektrofahrzeuge verkauft worden als noch im Vorjahr. Dennoch sind heute erst knapp 4'500 rein elektrisch betriebene Personenwagen (ohne Plug-In-Hybride) und 9'200 elektrisch betriebene Motorräder auf den Schweizer Strassen unterwegs¹. Für die Durchsetzung der Elektromobilität ist unter anderem ein flächendeckendes Netz aus Ladesystemen erforderlich. Der Aufbau einer landesweiten Ladeinfrastruktur ist daher auch eine der Prioritäten der Schweizer Elektromobilitätspolitik: als Ziel für das Jahr 2020 wird angestrebt, 600'000 häusliche Systeme („sleep&charge“), 60'000 Business und Office Stationen („work&charge“), 30'000 öffentliche Ladestationen bei Geschäften und Restaurants („shop&charge“) und 150 Schnellladestationen („coffee&charge“) zu errichten².

Die Klimabilanz von Elektrofahrzeugen ist abhängig von der Wahl des Stroms mit dem die Batterien der Fahrzeuge aufgeladen werden: Mit Strom aus Kohlekraftwerken betriebene Elektrofahrzeuge haben eine ähnlich schlechte Klimabilanz wie die mit Benzin- oder Dieselmotor betriebenen Fahrzeuge. Wird hingegen ein Elektrofahrzeug mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen, werden deutlich weniger CO₂-Emissionen verursacht.

In diesem Konzept liegt der Fokus auf der Kombination von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und Stromerzeugung aus Photovoltaik (PV)-Anlagen. Es wird betrachtet, in welchen Fällen diese Kombination sinnvoll ist, wer ein potenzieller Solarstromtankstellenbetreiber ist, und in welchen Fällen ein Betrieb einer Solarstromtankstelle wirtschaftlich ist.

Im Jahr 2011 haben alle sieben Obwaldner Gemeinden das Energiestadt-Label erhalten. Seit der Zertifizierung pflegen die Gemeinden einen regelmässigen Austausch in Energie-Fragen und entwickeln gemeinsam Projekte und setzen diese um. So soll auch die vorliegende Studie Antworten für die gesamte Region liefern.

Im Rahmen des Projektes Energie Region von EnergieSchweiz sind die Obwaldner Gemeinden bereits zum zweiten Mal eine der Pilotregionen. In der Phase 1 wurde die Region bei der Erstellung einer Energiebilanz unterstützt. In Phase 2 finanziert EnergieSchweiz Machbarkeitsstudien von Umsetzungsprojekten. Die Studie „Regionales Finanzierungskonzept für Solartankstellen“ wird im Rahmen von Energie Region Phase 2 erarbeitet.

¹ Bundesamt für Statistik, Stand 2013

² Schweizer Forum Elektromobilität, Road Map eMobilität (www.forum-elektromobilitaet.ch)

2 Elektromobilität

2.1 Elektromobilität in Obwalden heute und in Zukunft

Gemäss Statistik des Bundes waren im Jahr 2014 im Kanton Obwalden 23 rein elektrisch betriebene Personenwagen und 7 elektrisch betriebene Elektromotorräder immatrikuliert. Dies ist dreimal so viel wie noch im Vorjahr, aber entspricht nur 0.1% aller Personenwagen im Kanton Obwalden. 183 Personenwagen waren Plug-In-Hybride.

Die Anzahl öffentlicher Stromtankstellen im Kanton Obwalden liegt aktuell bei 11: Jeweils eine in Kerns, Alpnach und Giswil sowie je zwei in Lungern, Engelberg, Sarnen und Sachseln. Die Tankstellen an den Bahnhöfen in Alpnach, Sarnen, Sachseln, Giswil und Engelberg können Elektromobilmfahrer dank dem Elektrizitätswerk Obwalden kostenlos das Stromprodukt WasserStrom Pur „tanken“ (abgesehen von der Parkplatzgebühr). Weitere Tankstellen existieren oder sind in Planung bei Hotels, jeweils in Zusammenarbeit mit dem EWO.

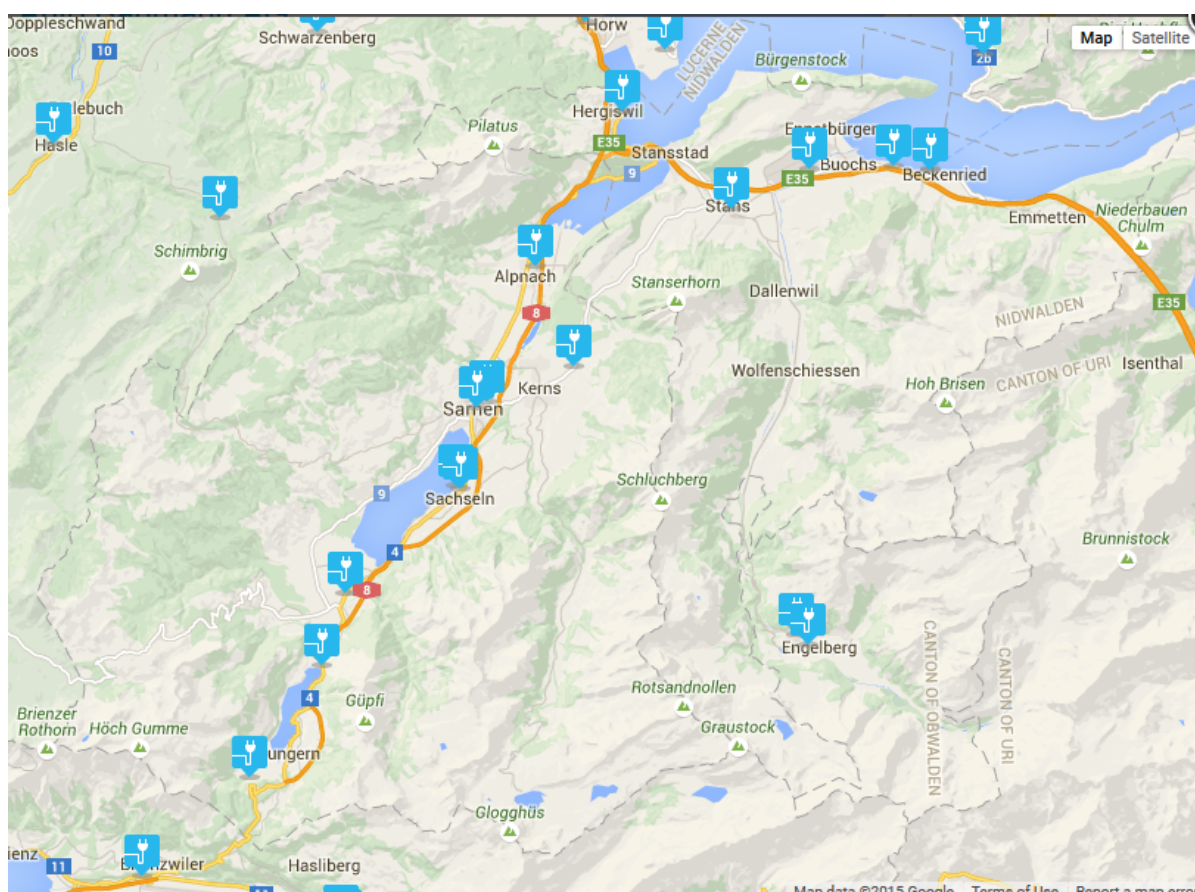


Abbildung 1: Karte der Elektrotankstellen www.chargemap.com.

Studien gehen davon aus, dass etwa im Jahr 2035 gleich viele Elektroautos wie Autos mit Verbrennungsmotor verkauft werden. So werden mit den Jahren immer mehr Elektroautos auf den Schweizer Strassen unterwegs sein während der Anteil an herkömmlichen Autos mit

Verbrennungsmotor allmählich abnimmt.³ Dabei rechnen Fachleute damit, dass sich bis zum Jahr 2035 die Batteriekapazität rund verdreifachen wird im Vergleich zu heute, währenddessen die Kosten pro Speicherkapazität auf rund einen Drittel sinken werden.

2.2 Ladevorgang und Ladeinfrastruktur

Studien⁴ gehen davon aus, dass in der Elektromobilität bis zu 90% der Ladevorgänge zu Hause erfolgen – heute und in Zukunft. Dennoch ist eine öffentliche Ladeinfrastruktur notwendig, um die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu verlängern.

Heute existieren unterschiedliche Systeme zum Laden eines Elektrofahrzeugs. Der Hauptunterschied liegt dabei bei der Dauer des Ladevorgangs, welcher von wenigen Minuten bis zu acht Stunden dauert, sowie den Kosten für die Ladeinfrastruktur, die im Bereich von 30'000 - 80'000 CHF für eine Schnellladestation und unter CHF 3'000 für eine Heimpladestation liegen⁵.

- „sleep&charge“ bezeichnet Ladesysteme, die in privaten Haushalten eingesetzt werden. Solche Heimpladestation sind die preiswertesten Ladesysteme, eine Aufladung dauert allerdings bis zu 8 Stunden.
- „work&charge“ bezeichnet Ladesysteme, die bei Unternehmen in den Einsatz kommen, welche ihren Mitarbeitenden oder KundInnen das Aufladen von Elektrofahrzeugen anbieten. Die Ladung an einer solchen Ladestation dauert bis zu vier Stunden.
- „park&charge“ oder „shop&charge“ - Systeme kommen in Einkaufszentren, Kinos, Hotel etc zur Anwendung, wobei Einzel- oder Mehranschluss-Ladestationen zum Aufladung von einem oder mehreren Fahrzeugen möglich sind. Die Ladedauer beträgt analog zu den „work&charge“-Systemen bis zu vier Stunden.
- „coffee&charge“ steht für schnelles Laden: Die Aufladung dauert nur etwa 30 Minuten und solche Ladestationen befinden sich idealerweise an viel frequentierten, öffentlichen Orten wie zum Beispiel an Raststätten.

³ TA-SWISS. Elektromobilität im Schweizer Verkehrssystem der kommenden Jahrzehnte

⁴ e'mobile, Electrosuisse, VSE: Merkblatt Ladeinfrastruktur Elektrofahrzeuge

⁵ Electrosuisse, e'mobile und VSE: Anschluss finden – Elektromobilität und Infrastruktur

2.3 Ladestationen-Netze und Beispiele von Elektrotankstellenbetreibern

EVite: Das im Jahr 2012 lancierte Projekt EVite möchte ein landesweites, flächendeckendes Netz an Schnellladestationen für alle gängigen Elektroautos errichten⁶. Es soll ein Standard geschaffen werden der ermöglicht, dass jedes in der Schweiz käufliche Elektrofahrzeug an einem EVite Ladepunkt geladen werden kann. Die Ladeinfrastruktur bleibt dabei im Eigentum derjenigen, die die jeweiligen Schnellladepunkte einrichten. Um eine kundenfreundliche Bedienung zu gewährleisten, soll über alle EVite-Schnellladepunkte ein einheitliches Zugangs- und Abrechnungssystem etabliert werden. Aktuell⁷ gibt es verteilt über die gesamte Schweiz rund 44 EVite-Schnellladetankstellen. Die Wahl der Stromqualität ist den Betreibern der Ladestationen überlassen.

„Park & Charge“: Mittels dieses Systems werden europaweit auf markierten Parkplätzen öffentliche Ladestationen installiert, welche durch ein einheitliches Schlüsselsystem zugänglich sind⁸. Als Betreiber und somit Käufer von Park & Charge Ladestationen treten zum Beispiel Gemeinden, Einzelhändler und Einkaufszentren auf. Die Aufgabe des Betreibers ist es, kostenlose Parkplätze für Elektromobile zur Verfügung zu stellen und den Kauf sowie die Installation der Ladesäulen zu übernehmen. Für ein Depot von 100 CHF und eine jährliche Pauschale von 100 CHF können sich Elektrofahrzeugbesitzer bei Park & Charge anmelden. Der effektive Strombezug wird nicht verrechnet, sondern ist in der Pauschale inbegriffen.

MOVE ist ein von Groupe E und BKW lanciertes Ladestationennetz⁹. An diesen Elektroladestationen können Kunden ihr Elektrofahrzeug mit einer Mitgliedkarte, per Smartphone-App oder via SMS aufladen. Neben einer Jahresgebühr von knapp unter 100 CHF werden 5 CHF pro Ladung verrechnet. An allen MOVE-Ladestationen „tankt“ der Nutzer Strom aus erneuerbaren Energiequellen.

RiParti (Ricariche e Parcheggi in Ticino, Laden und Parkplätze im Tessin) ist für die Verwaltung und den Ausbau der Ladeinfrastruktur im Tessin zuständig¹⁰. Neben einer jährlichen Gebühr und einem Depot für den Zugangsschlüssel wird eine Schnellladung mit etwa 10 CHF belastet.

Ähnlich wie das Elektrizitätswerk Obwalden betreiben auch andere Energieversorgungsunternehmen Elektrotankstellen: so bieten zum Beispiel die Industriellen Werke Basel (IWB) Elektromobilfahrern an, während vier Stunden gratis Solarstrom zu tanken und zu parkieren. Eine „Solarstromtankstelle“ bietet zum Beispiel Energie Thun an, wobei die PV-Anlage und die Tankstelle einige Kilometer voneinander entfernt sind. Öffentlichen Ladestationen bietet ebenfalls das Elektrizitätswerk des Kantons Zürich

⁶ www.swiss-emobility.ch/de/EVite

⁷ Stand Mai 2015

⁸ www.park-charge.ch

⁹ www.groupe-e-ch/de/move

¹⁰ www.riparti.ch

(EKZ) an. Dabei kann aus zwei unterschiedlichen Stromprodukten (Mixstrom oder Solarstrom) ausgewählt werden.

Seit Ende 2014 ist an der Autobahn-Raststätte Grauholz die schweizweit erste Schnellladestation mit PV-Anlage in Betrieb. Auf dem Dach der Ladestation, die in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern und dem Bundesamt für Strassen (ASTRA) entstanden ist, wurde eine Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 5.5 kW installiert. Die Ladesäule wurde EVite konform aufgebaut und ins Ladestationennetz MOVE integriert.



Abbildung 2: Schnellladestation mit PV-Anlage an der Autobahnraststätte Grauholz. Quelle: BKW

3 Solarstromtankstellen und Identifikation potenzieller Betreiber

3.1 Elektrotankstelle - Solarstromtankstelle

Um aus einer Elektrotankstelle eine Solarstromtankstelle zu machen, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Zuweisen eines Solarstromprodukts an einen Ladepunkt. Dadurch garantiert der Anbieter des Stromprodukts für die Produktion von Solarstrom in der Höhe des Strombezugs.
- Bau einer Photovoltaikanlage auf dem Dach der Elektrotankstelle
- Bau einer Photovoltaikanlage auf einem Gebäude in (unmittelbarer) Nähe des Ladepunktes
- Netzunabhängiges „Kombipaket“ von PV-Anlage und Ladestation

Die erste Variante wird in diesem Konzept nicht weiterverfolgt. Ebenfalls nicht betrachtet wird das Bereitstellen von mit Solarstrom geladenen Batterien, welche die Elektrofahrzeugbesitzer gegen leere Batterien tauschen können sowie der Kauf einer Vignette durch den Elektrofahrzeugbesitzer, die für die (Solar)-Stromqualität für umgerechnet eine bestimmte Kilometerzahl steht.

3.2 Potenzielle Solarstromtankstellen-Betreiber

Die Identifikation potenzieller Solarstromtankstellen-Betreiber ist in einem ersten Schritt an die Frage des Standorts des Ladepunktes geknüpft und noch unabhängig davon, ob es um eine Solarstromtankstelle oder eine beliebige Elektrotankstelle geht: handelt es sich um einen privaten Ort, bei dem der Zugang nur mit Erlaubnis der Eigentümer möglich ist, um einen halbprivaten Platz, der durch Erwerb einer Zugangsberechtigung erreicht werden kann, um einen halböffentlichen Zugang oder um einen öffentlichen Parkplatz. Folgende Gruppen kommen als potenzielle Solarstromtankstellenbetreiber im weiteren Sinn in Frage mit jeweils unterschiedlichen Charakteristiken bezüglich Standort der Tankstelle und Art des Ladesystems:





Tabelle 1: Potenzielle Solarstromtankstellenbetreiber in Abhängigkeit des Standorts

... Öffentl. Standorte		Energieversorgungsunternehmen als Betreiber von Schnellladestationen oder öffentlichen Ladestationen (coffee&charge)
		Energieversorgungsunternehmen, herkömmliche Tankstellenbetreiber, Autogaragen, öffentliche Hand etc als Betreiber von öffentlichen Ladestationen (shop&charge)
Private Standorte...	Privatpersonen als Betreiber und Nutzer einer Ladeinfrastruktur auf ihrem privaten Grundstück (sleep&charge)	Firmen als Betreiber und Nutzer der Ladeinfrastruktur für firmeneigene Elektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge Dritter (work&charge)
	Privatpersonen....	...Firmen/Unternehmen

3.3 Elektrotankstellen-Typen

Abhängig von der Art der Ladung können heute folgende Elektrotankstellen-Typen unterschieden werden:

Tabelle 2: Vergleich Ladeinfrastruktur

Art der Ladung	sleep&charge	work&charge	shop&charge	coffee&charge
Typische Betreiber und/oder Nutzer	Privatpersonen, Firmen	Firmen	Energieversorgungsunternehmen, Gemeinden, Hotel, Autogaragen	Energieversorgungsunternehmen, Gemeinden, Hotel, Autogaragen
Ladestation-Typ	Home charge device	Öffentliche Ladestation	Öffentliche Ladestation	Schnellladestation
Typischer Standort	Ein- und Mehrfamilienhäuser (Garage, Parkplatz), Firmenparkplätze	Firmenparkplätze	Halböffentliche und öffentliche Gebäude und Parkplätze (Bahnhöfe, Einkaufszentren, Gemeindeverwaltungen)	Autobahnraststätten, herkömmliche Tankstellen, Firmenstandorte
Typische Parkdauer	8 -12 h	4 – 10 h	0.5 – 5 h	0.5 h
	 Quelle:evtec	 Quelle: Daimler	 Quelle: groupe E	 Quelle:evtec
Dauer der Ladung	Langsame Ladung, >4 h – 8 h	Halb-schnelle Ladung, bis zu 4 h	Halb-schnelle Ladung, bis zu 4 h	Schnelle Ladung, 20-30 min
Typische Ladeleistung und Steckertyp	3.7 - 11kW	11- 22 kW, Stecker AC Typ 2, Wechselstrom	11- 22 kW, Stecker AC Typ 2, Wechselstrom	20 -105 kW, Stecker CHAdeMo und COMBO, Gleichstrom
Kosten Ladestation ¹¹	< 3'000 CHF	>7'500 - 20'000 CHF	>7'500 - 20'000 CHF	ca. 60'000 CHF

Voraussetzung zur Installation eines Ladesystems sind freie Kapazitäten beim Stromanschluss. Bei sleep&charge-Systemen sind die Vorteile von „home charge devices“ gegenüber von normalen Steckdosen unter anderem die Informationsdaten über Energiezähler und Ladedaten, eine Timerfunktion, die einfachere Handhabung, Sicherheitsaspekte sowie teilweise schnellere Ladezeiten. Verschiedene Anbieter bieten einsatzfertige „home charge devices“ als auch öffentliche Ladestationen wie zum Beispiel die „eStations“ und Schnellladestationen an. Auch Ladeboxen spezifisch für die Kopplung an PV-Anlagen sind im Markt erhältlich¹². Dabei erfolgt die Ladefreigabe in Abhängigkeit der Momentanleistung der PV-Anlage.

¹¹ Nicht darin enthalten sind die Kosten für den Netzanschluss.

¹² z.B. „Eco-Box Solar“

3.4 Solarstromtankstellen Anwendungsbeispiele

Die unter 3.3 genannten Elektrotankstellen-Typen ergeben kombiniert mit Photovoltaik-Anlagen folgende Anwendungen, die auch im Kanton Obwalden denkbar sind:

sleep&charge: Eine Privatperson besitzt ein Elektrofahrzeug und wohnt in einem Haus an einem sonnigen Standort in einer Obwaldner Gemeinde. Die Batterien des Elektrofahrzeugs werden mit dem fix in der Garage montierten „home charge device“ aufgeladen. Auf dem Hausdach befindet sich eine PV-Anlage, wobei der lokal produzierte Solarstrom zeitgleich dazu genutzt wird, die Batterien des Elektrofahrzeugs zu laden. Kann zeitgleich kein Solarstrom produziert werden (z.B. kein Sonnenschein oder während der Nacht), wird (Solar)-Strom vom Energieversorger eingekauft. Produziert die PV-Anlage Strom während das Elektrofahrzeug nicht in der Garage steht, wird die Energie entweder für andere Bezüger im Haus eingesetzt (Wärmepumpe, Elektrogeräte, etc), in das öffentliche Stromnetz gespiesen oder mit einer Speicherlösung zwischengespeichert. Das Bereitstellen der Ladeinfrastruktur für Dritte ist aufgrund der langen Ladezeit und des privaten Standortes eher unwahrscheinlich. Auch für Firmen mit einer eigenen Fahrzeugflotte resp. für die Angestellten, kann dies eine mögliche Anwendung sein.

work&charge: Eine Firma mit Firmengelände und Parkplatzareal ist interessiert, einerseits ihre firmeneigene Elektrofahrzeugflotte am Standort aufladen zu können als auch den Mitarbeitenden sowie Besuchern eine Ladestation anzubieten. Auf dem Dach des Firmengebäudes wird eine PV-Anlage montiert. Der damit produzierte Strom wird primär für das Laden der Elektrofahrzeuge verwendet, falls kein zeitgleiches Laden stattfindet für den Betrieb der strombeziehenden Geräte der Firma. Für den Strombedarf, der nicht aus der PV-Anlage gedeckt werden kann, kauft das Unternehmen ein Solarstrom-Produkt vom Energieversorger ein. Der Zugang zur Ladeinfrastruktur kann z.B. mittels „MOVE“-System erfolgen. Im Kanton Obwalden könnten als potenzielle Anbieter von work&charge Solarstromtankstellen zum Beispiel die Firmen Maxon Motor (Sachseln), Leister AG (Kägiswil), Kantonsspital Obwalden (Sarnen), die Titlis-Bergbahnen (Engelberg) sowie die Gasser Fenstertechnik in Lungern in Frage kommen. Diese Firmen sind die grössten Arbeitgeber im Kanton Obwalden.

shop&charge: Der Energieversorger, die Gemeinde oder ein Dritter tritt als Elektrotankstellenbetreiber auf und baut, unterhält und betreibt in der Rolle eines Dienstleisters öffentliche Ladestationen auf Parkplätzen von Dritten (zum Beispiel in Parkhäusern von Grossverteilern, Shoppingzentren, bei Bahnhöfen...). Gleichzeitig baut und betreibt er auf dem Dach des jeweiligen Gebäudes eine PV-Anlage, welche die Ladestation mit Solarstrom versorgt.

coffee&charge: Der Energieversorger, die Gemeinde oder ein Dritter richtet an strategisch geeigneten Standorten wie zum Beispiel an Autobahnraststätten Schnellladestationen ein. In unmittelbarer Nähe der Elektrotankstelle wird eine PV-Anlage installiert welche für die Ladestation

Solarstrom produziert. Reicht der produzierte Solarstrom nicht aus, die Elektrofahrzeuge zu laden, wird ein Solarstromprodukt angeboten.

Anstelle einer direkten Kopplung der Elektroladestation mit einer PV-Anlage ist es auch denkbar, dass sich die PV-Anlage im näheren Umkreis der Ladestation befindet, zum Beispiel innerhalb der gleichen Gemeinde. Dabei ist mit einem Hinweis wie zum Beispiel einem Foto auf die PV-Anlage aufmerksam zu machen. Dies ist insbesondere interessant, wenn der Ort der Elektrotankstelle wegen der zur Verfügung stehenden Fläche oder einer unterdurchschnittlichen Sonneneinstrahlung ungeeignet ist für eine PV-Anlage.

Als Inselsysteme werden PV-Anlagen bezeichnet, die nicht an das Stromnetz angeschlossen sind. Um die produzierte Energie zu speichern, werden typischerweise Batterien eingesetzt. Mit solchen netzunabhängigen Ladestationen können am ehesten Elektrovelos geladen werden.

4 PV-Anlagen zum Betrieb von Solarstromtankstellen

4.1 Dimensionierung von PV-Anlagen

Die Dimensionierung einer PV-Anlage, um Elektrofahrzeuge solar zu betreiben, hängt von mehreren Faktoren ab: dem Standort der PV-Anlage, der jährlichen Sonnenscheindauer als auch der Einsatzintensität der Fahrzeuge. Im Folgenden wird von den Annahmen ausgegangen, dass mit PV-Modulen von 1 kW Leistung an einem durchschnittlich besonnten Standort in der Schweiz rund 1'000 kWh Solarstrom pro Jahr erzeugt werden können und der Energiebedarf eines (modernen) Elektrofahrzeugs bei rund 15 kWh pro 100 km liegt¹³.

Ausgehend von der Leistung von PV-Anlagen und den daraus resultierende Stromerträgen ergeben sich umgerechnet auf Anzahl Kilometer die in Tabelle 3 aufgeführten Durchschnittswerte, die pro Jahr „solar“ gefahren werden könnten. Allerdings ist dabei kein Unterschied zwischen Sommer und Winter berücksichtigt.

Tabelle 3: Anzahl „Solar“-Kilometer in Abhängigkeit der Leistung von PV-Anlagen

Leistung (kW)	ca. Modulfläche (m ²)	Stromertrag pro Jahr (kWh/a)	Mögliche Kilometer pro Jahr (km/a)
1	7	1'000	6'700
5	30	5'000	33'300
10	70	10'000	66'700
20	130	20'000	133'300
30	200	30'000	200'000
40	270	40'000	266'700
100	670	100'000	666'700

Gemäss der Abschätzung im Energiekonzept von 2009 besteht im Kanton Obwalden ein ökologisches PV-Potenzial von rund 80 GWh pro Jahr¹⁴, was etwa einem Viertel des gesamten Stromverbrauchs des Kanton Obwalden entspricht¹⁵. Unter der Annahme, dass davon ein Viertel (20 GWh) für die Elektromobilität genutzt würde und der durchschnittlich Energiebedarf bei 15 kWh pro 100 Kilometer liegt, könnten damit jährlich rund 133 Millionen Kilometer zurückgelegt werden. Dies entspricht den jährlich durchschnittlich gefahrenen Kilometern von rund 8'000 Fahrzeugen, was rund 40% aller zugelassenen Personenwagen im Kanton Obwalden entspricht.

4.2 Kosten von PV-Anlagen

Die Preise für PV-Anlagen sind in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken. Tabelle 4 gibt einen Überblick über die ungefähren Kosten für eine neue (2015), angebaute PV-Anlage, basierend auf den

¹³ www.emobile.ch

¹⁴ Kanton Obwalden, Bau- und Raumentwicklungsdepartement, Energiekonzept 2009 vom Regierungsrat verabschiedet am 17. März 2009

¹⁵ Bezugsjahr 2012, aus Energieverbrauch der Schweizer Kantone, ZHAW Wädenswil (2014)

Referenzanlagen des Bundes. Die an einem konkreten Standort effektiv entstehenden Gestehungskosten können daher von den angegebenen Kosten abweichen.

Seit dem 01.04.2014 können Betreiber von PV-Anlagen mit einer Leistung zwischen 2 kW und unter 30 kW von der Einmalvergütung profitieren. Dabei zahlt der Bund eine einmalige Investitionshilfe aus, womit maximal 30% der Investitionskosten abgedeckt werden können. Die Einmalvergütung setzt sich aus einem Grundbeitrag in der Höhe von aktuell 1'400 CHF sowie einem Leistungsbeitrag von 500 CHF pro kW (Vergütung gültig ab 1. Okt 2015) zusammen¹⁶. Bei Inanspruchnahme der Einmalvergütung bleibt der ökologische Mehrwert beim Besitzer der PV-Anlage, im Unterschied zur kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV). Dank der ebenfalls seit 2014 in Kraft getretenen Eigenverbrauchs-Regelung kann die zeitgleich in der PV-Anlage produzierte Energie z.B. fürs Laden eines Elektrofahrzeugs verwendet werden. Dadurch entstehen für diesen Teil des Energieverbrauchs keine Netzkosten.

Tabelle 4: Gestehungskosten von Solarstrom abhängig von der Grösse der Anlage. Annahme Lebensdauer 20 Jahre

Leistung PV-Anlage (kW)	Kosten (CHF) ¹⁷	Einmalvergütung Bund ¹⁸	Kosten nach Abzug Einmalvergütung Bund (CHF)	Gestehungskosten Solarstrom inkl. Beiträge Bund ¹⁹
1	5'500.-	Keine Beiträge	5'500.-	32.50 Rp./kWh
5	13'000.-	3'900.- CHF	9'100.-	14.10 Rp./kWh
10	21'300.-	6'400.- CHF	14'900.-	12.47 Rp./kWh
20	38'000.-	11'400.- CHF	26'600.-	11.65 Rp./kWh
29.9	54'600.-	16'400.- CHF	38'200.-	11.37 Rp./kWh
40	66'400.-	Keine Beiträge	66'400.-	12.80 Rp./kWh
100	166'000.-	Keine Beiträge	166'000.-	12.80 Rp./kWh

¹⁶ Energieverordnung (EnV, 730.01, nicht amtlich publizierte Fassung)

¹⁷ Aus EnV 730.01, Anhang 1.8 und www.swissolar.ch

¹⁸ Vergütungssatz gültig ab 01.10.2015, EnV 730.01

¹⁹ eine allfällige Änderung der Gebührenstruktur während der Amortisationsdauer wie z.B Verrechnung der Netznutzung ist nicht berücksichtigt

5 Wirtschaftlichkeit einer Solarstromtankstelle

Für eine Privatperson ist die Wirtschaftlichkeit einer Solarstromtankstelle in Form eines sleep&charge Systems dann gegeben, wenn die Gestehungskosten des Stroms aus der PV-Anlage tiefer sind als die Kosten für den Strom aus der Steckdose. Im Vergleich zum Solarstrombezug aus dem Stromnetz, dessen Kosten neben einem Preis für die Energie eine Preiskomponente für Netznutzung sowie für Abgaben und Leistungen enthält und rund die Hälfte des Gesamtpreises ausmacht, entfällt dies beim Strombezug aus der eigenen PV-Anlage. Verglichen mit dem Bezug eines Solarstromprodukts wie zum Beispiel dem Produkt EWO SonnenStrom Pur, welches im Jahr 2015 24.79 Rp./kWh (NT) resp. 31.74 Rp./kWh (HT) kostet, kann also bereits eine kleine PV-Anlage ab 5kW Leistung wirtschaftlich attraktiv sein (siehe Tabelle 4).

Während aus Sicht eines privaten Elektrotankstellenbetreibers (sleep&charge) die Ladeinfrastrukturkosten verglichen mit den Kosten der PV-Anlage nicht bedeutend sind, sind sie für den Betrieb einer öffentlichen Ladesäule (shop&charge, coffee&charge) aufgrund der höheren Investitionskosten entscheidender. Für einen Betreiber einer solchen Ladestation wird eine Solartankstelle dann rentabel, wenn durch die Einnahmen der Ladevorgänge die Kosten der Infrastruktur amortisiert werden können. Als Kriterium für einen geeigneten Standort zählt somit eine hohe Frequentierung, verbunden mit der Verfügbarkeit geeigneter und zugänglicher Parkplätze.

Die Verrechnung der exakten bezogenen Energiemenge ist heute mess- und verrechnungstechnisch aufwändig und daher teuer. Daher ist es empfehlenswert, mindestens in einer ersten Phase eine fixe Gebühr pro Ladevorgang zu verrechnen.

Um die Höhe der Gebühr respektive die daraus resultierende Mindestanzahl Ladungen, bei der ein wirtschaftliches Betreiben einer öffentlichen Ladestation möglich ist abzuschätzen, sind in Tabelle 5 unterschiedliche Szenarien dargestellt. Dabei wird von einer Amortisationsdauer der PV-Anlage und der Ladeinfrastruktur von 20 Jahre ausgegangen. Die Gestehungskosten des Solarstroms sind an einen für eine PV-Anlage geeigneten Ort bezogen.

Tabelle 5: Szenarien von Ladestationen in Kombination mit PV-Anlagen unterschiedlicher Leistung

	Öffentliche Ladestation & 10 kW PV-Anlage		Öffentliche Ladestation & 40 kW PV-Anlage		Schnellladestation & 40 kW PV-Anlage	
	einmalig	umgerechnet pro Jahr	einmalig	umgerechnet pro Jahr	einmalig	umgerechnet pro Jahr
Investitionskosten Ladeinfrastruktur (CHF)	20'000	1'000	20'000	1'000	60'000	3'000
Betriebs- und Unterhaltskosten Ladeinfrastruktur (CHF)		500		500		500
Investitionskosten PV-Anlage						
PV-Anlage 10 kW (CHF)	14'900	700				
PV-Anlage 40 kW (CHF)			66'400	3'300	66'400	3'300
Betriebs- und Unterhaltskosten PV-Anlage		500		2'000		2'000
Kosten total (CHF)	34'900	2'700	86'400	6'800	126'400	8'800
Jährlich durchschn. produzierte Energie (kWh/a)		10'000		40'00		40'000
Max. Anzahl Ladungen à durchschn. 15 kWh/Ladung		667		2'670		2'670
Effektive Kosten pro Ladung (CHF) für Betreiber		4.05		2.55		3.30
Rentabel ab Anzahl Ladungen pro Jahr bei Gebühr von...						
5 CHF pro Ladung		540		1'360		1'760
10 CHF pro Ladung		270		680		880
15 CHF pro Ladung		180		453		590

Bei einer PV-Anlage von 10 kW, was einer Modulfläche von etwa 70 m² entspricht, fallen wie in Tabelle 5 dargestellt umgerechnet jährliche Kosten von 2'700 CHF an. Darin sind die Investitions- und Unterhaltskosten der Ladestation als auch der PV-Anlage enthalten. Eine solche PV-Anlage produziert jährlich rund 10 MWh Strom, womit – falls die Energie vollumfänglich für das Laden von Elektrofahrzeugen genutzt würde – jährlich rund 670 Ladevorgänge à 15 kWh getätigt werden könnten. Für den Betreiber einer solchen Solarstromtankstelle würden mit diesen Annahmen effektive Kosten von etwa 4.05 CHF pro Ladevorgang resultieren. Da diese maximale Anzahl Ladevorgänge nur im Idealzustand ausgeschöpft werden kann ist zur Beantwortung der Frage, ob eine Elektrotankstelle rentabel betrieben werden kann, eine Abschätzung der zu erwartenden Anzahl Ladungen relevant. Unter Annahme eines Gebührenniveaus von 5 CHF pro Ladevorgang würde der Betrieb einer solchen Ladestation ab durchschnittlich etwa 540 Ladungen pro Jahr (1-2 Ladungen pro Tag) rentabel sein, bei einer Gebühr von 10 CHF ab durchschnittlich 270 Ladevorgängen pro Jahr und bei der Gebühr von 15 CHF bei 180 Ladungen pro Jahr – also etwa einer Ladung alle zwei Tage.

Realistisch betrachtet macht aber lediglich eine Gebühr von maximal 5 CHF Sinn, da der Bezug von Solarstrom vom Stromversorger rund 5 CHF kostet.

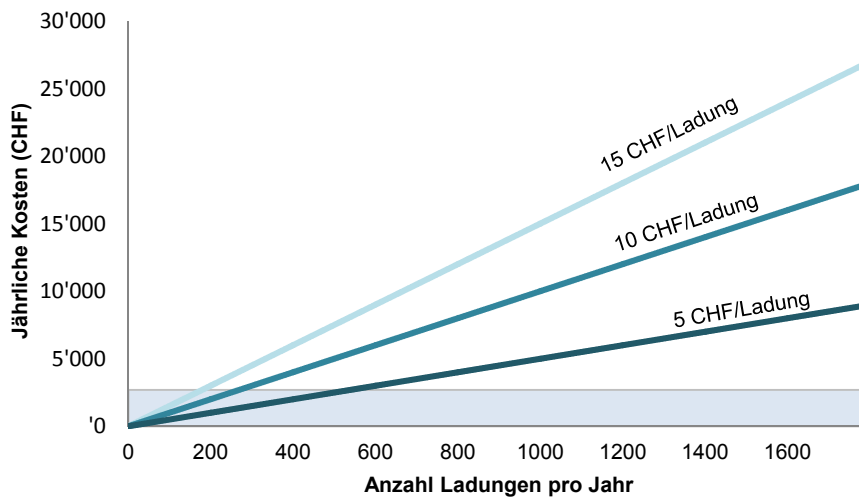


Abbildung 3: Wirtschaftlichkeit einer Ladestation kombiniert mit einer PV- Anlage von 10 kW Leistung in Abhängigkeit der Ladegebühr

Mit einer PV-Anlage von 40 kW Leistung – was etwa einer Modulfläche von rund 270 m² entspricht – könnten jährlich durchschnittlich rund 40 MWh Solarstrom produziert werden, was für die Ladung von maximal rund 2'700 Elektrofahrzeugen à 15 kWh/Ladung reicht. Falls an dieser Ladestation durchschnittlich über 680 Ladevorgänge pro Jahr getätigt werden, lässt sich bei Verrechnung einer Gebühr von 10 CHF pro Ladung die Tankstelle rentabel betreiben, siehe Abbildung 4. Bei einer Gebühr von 5 CHF (realistischer Betrag) wären es 1360 Ladungen pro Jahr, knapp vier Ladungen pro Tag.

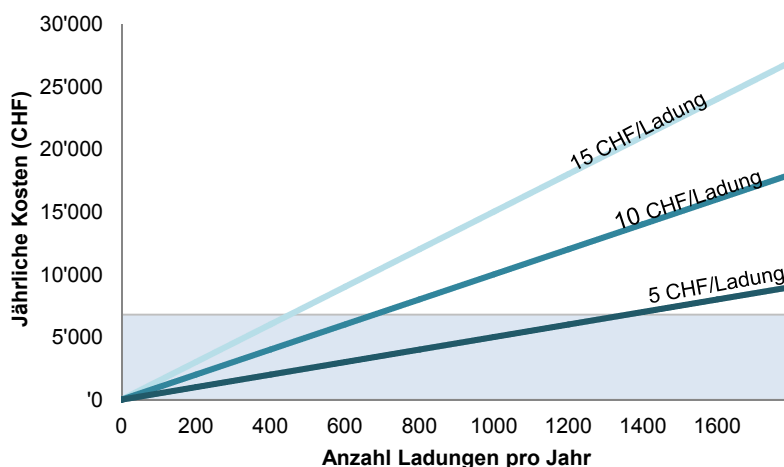


Abbildung 4: Wirtschaftlichkeit einer Ladestation kombiniert mit einer PV- Anlage von 40 kW Leistung in Abhängigkeit der Ladegebühr

Eine Schnellladestation kombiniert mit einer PV-Anlage von 40 kW Leistung wird bei einer Gebühr von 5 CHF pro Ladung ab durchschnittlich 1760 Ladungen pro Jahr (knapp 5 Ladungen pro Tag) rentabel, bei einer Gebühr von 10 CHF pro Ladung ab durchschnittlich 880 und bei 15 CHF pro Ladung ab durchschnittlich 590 Ladung pro Jahr.

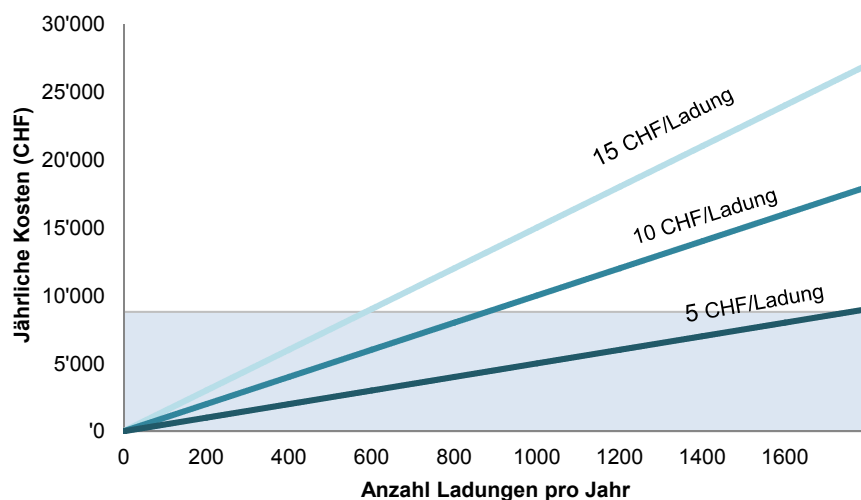


Abbildung 5: Wirtschaftlichkeit einer Schnellladestation kombiniert mit einer PV- Anlage von 40 kW Leistung in Abhängigkeit der Ladegebühr

Nicht berücksichtigt ist hierbei ein potenzielles Ausweichen zu einer günstigeren Elektrotankstelle. Viele Energieversorger bieten heute noch den Strom an der Tankstelle gratis an. Auch nicht mitberücksichtigt wurde, ob der Solarstrom anderweitig für den Eigenverbrauch verwendet wird oder nicht.

Bei autarken Systemen müssen neben den Kosten für die Ladestation und die Energiekosten zusätzliche Kosten für Speicherlösungen wie typischerweise Batterien berücksichtigt werden. Solange ein Netzanschluss möglich ist, ist eine Inselanlage verglichen mit einer netzgekoppelten Anlage nicht wirtschaftlich. Daher wird in diesem Konzept nicht weiter auf autarke Systeme eingegangen.

6 Kommunikationsmassnahmen

Folgende Handlungsfelder zur Förderung von Solarstromtankstellen als auch der Elektromobilität im Allgemeinen können unterschieden werden:

Tabelle 6: Kommunikative Massnahmen und finanzielle Unterstützung zur Förderung der Elektromobilität

	Kommunikative Massnahmen	Finanzielle Unterstützung
Privatpersonen (sleep&charge)	Bereitstellen von unabhängigen Informationen über finanzielle Förderung des Bund wie die Einmalvergütung, ungefähre Gestehungskosten Solarstrom, ...	Keine weitere Förderung notwendig
Firmen (work&charge, shop&charge)	Bereitstellen von unabhängigen Informationen über finanzielle Förderung des Bund wie Einmalvergütung, ungefähre Gestehungskosten Solarstrom, ...	Keine weitere Förderung notwendig
Unternehmen oder Energieversorgungs- unternehmen (shop&charge)		Befreiung von Parkplatzgebühren
Energieversorgungs- unternehmen, Dritte (coffee&charge)		Finanzieller Beitrag an Investitionskosten

Aus Sicht von Gemeinden kann eine indirekte Förderung durch die Identifikation und Planung geeigneter Standorte für öffentliche Ladestationen und Schnellladestationen erfolgen sowie durch Vorbildfunktion der kommunalen Fahrzeugflotte.

7 Fazit

Das Potenzial, Solarstrom zu produzieren und damit Elektrofahrzeuge zu betreiben, ist im Kanton Obwalden gegeben: mit Nutzung eines Viertels des ökologischen PV-Potenzials könnten rund 8'000 Fahrzeuge oder umgerechnet auf die heute immatrikulierten Fahrzeuge 40% aller Personenfahrzeuge im Kanton Obwalden mit Solarstrom betrieben werden.

Für Privatpersonen und Firmen mit einem geeigneten (Firmen)Gebäude ist es dank den heutigen Gestehungskosten von Solarstrom und der einfachen Umsetzung einer Heimpladestation (sleep&charge) interessant, eine private Solarstromladestation zu errichten – dank der Einmalvergütung für Anlagen von 2 kW bis unter 30 kW und der Eigenverbrauchsregelung. Der Ladevorgang an einer solchen Solarstromtankstelle dauert allerdings bis zu acht Stunden.

Öffentliche Ladestationen, wie solche die das EWO an mehreren Standorten im Kanton Obwalden betreibt, sind zentral für ein zukünftig flächendeckendes Ladeinfrastrukturnetz und fördern die Attraktivität der Elektromobilität. Die Erfahrungen des EWO zeigen, dass an den Elektrotankstellen seit Inbetriebnahme durchschnittlich nur 4 bis 10 Ladungen pro Monat erfolgten. Unter den in Kapitel 5 getroffenen Annahmen müssten es vergleichsweise rund 3 bis 4 Ladungen pro Tag sein, damit ein wirtschaftlicher Betrieb einer öffentlichen Solarstromtankstelle möglich ist (bei einer Gebühr von CHF 5 pro Ladevorgang).

Die hohen Investitionskosten einer Solarstrom-Schnelladestation erfordern eine hohe Frequentierung wie zum Beispiel an Verkehrsknotenpunkten und entlang von Autobahnen. Eine solche Frequenz wird heute im Kanton Obwalden (noch) nicht erreicht, wodurch ein wirtschaftlicher Betrieb einer Solarstrom-Schnelladestation heute noch nicht möglich ist.

Basierend auf der Erwartung, dass bis zu 90% der Ladungen von Elektrofahrzeugen zu Hause stattfinden, ist insbesondere die Kombination von PV-Anlagen auf privaten Hausdächern und Heimpladestationen relevant. Dank den in den letzten Jahren kontinuierlich gesunkenen Kosten für PV-Anlagen kann es für Privatpersonen finanziell attraktiv sein, den Strom für das Elektrofahrzeug über eine eigene PV-Anlage zu decken, sofern ein geeignetes Dach vorhanden ist. Daher ist eine (zusätzliche) finanzielle Förderung nicht notwendig. Allerdings kann potenziellen Betreibern von solchen Systemen Unterstützung in Form von Bereitstellen geeigneter Informationen geboten werden.

Viele grössere Firmen bieten auf ihrem Parkplatzareal bereits heute eine Elektroladestation an. Diese mit einer PV-Anlage zu koppeln ist unter der Voraussetzung eines geeigneten Standorts für eine PV-Anlage relativ einfach umsetzbar. Ob diese Solarstromladestationen wirtschaftlich betrieben werden

können, hängt stark vom jeweiligen Benutzerverhalten ab. Andere Faktoren wie z.B. Steigerung der Attraktivität der Firma spielen hier unter Umständen aber eine grössere Rolle als die Wirtschaftlichkeit.

Solange erst wenige Elektrofahrzeuge unterwegs sind ist der Aufbau einer öffentlichen Infrastruktur von Ladestationen (shop&charge) verhältnismässig teuer. So zeigen auch die Erfahrungen des EWO, dass seit Inbetriebnahme der öffentlichen Ladestationen durchschnittlich nur vier (am Standort Sachlen) respektive rund 10 Ladungen (Standort Sarnen) pro Monat erfolgten und sich damit ein Betrieb heute nicht lohnt. Erst wenn eine kritische Anzahl von Elektrofahrzeugen erreicht ist und das Laden nicht wie heute oftmals gratis ist, sondern verrechnet werden kann, kann sich der Betrieb einer öffentlichen Solarstromtankstelle finanziell lohnen. Allerdings ist der Pioniercharakter beim Aufbau eines Netzes von öffentlichen Ladestationen hervorzuheben.

Aufgrund der höheren Investitionskosten hat bei der Errichtung von Schnellladestationen (coffee&charge) eine hohe Frequentierung der Ladestation Priorität. Möglicherweise ist ein solcher Standort aber nicht identisch mit einem geeigneten Standort zur Solarstromproduktion. Explizit ein Dach zu errichten für die Installation einer PV-Anlage ist allenfalls als Vorzeigeobjekt interessant, aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht weniger. In einem solchen Fall ist eine örtliche Trennung sinnvoller, wobei mit einem Hinweis zum Beispiel in Form einer Tafel der Bezug auf die PV-Anlage in der Nähe geschaffen werden kann.

Mit einer Solarstromtankstelle kann die (direkte) Verknüpfung zwischen Stromquelle und Ladestrom erreicht werden. Damit wird die ansonsten eher schwierig fassbare Herkunft des Stroms sichtbar. Die technische Umsetzung von öffentlichen Ladestationen ist machbar: es braucht keine neuen „Tankstellen“, sondern vielmehr vorhandene Parkplätze, welche mit einer Ladestation ergänzt werden können sowie geeignete Standorte für PV-Anlagen.

Der Harmonisierungsprozess bezüglich internationalen Standards und Normen ist im Gang: noch ist kein einheitliches Zugangs- und Abrechnungssystem etabliert und auch ein einheitlicher Steckertyp konnte sich bisher noch nicht durchsetzen. Die Tendenz geht aber Richtung Ladestecker Typ 2. Die Integration von Solarstromtankstellen in das bereits bestehende Netz von Elektrotankstellen ist wenig problematisch, da sich die Standorte tendenziell ergänzen und nicht konkurrieren. Für eine flächendeckende Ladeinfrastruktur ist nicht ein einzelner Elektrotankstellen-Typ geeignet, sondern vielmehr ein Mix aus unterschiedlichen Ladestationen.