

Solar in Motion

Anforderungen, Chancen und Marktpotenziale der Nutzung von
Photovoltaik-Systemen in Land-, Luft- und Wasserfahrzeugen

innovation made by talents

Solar in Motion

Anforderungen, Chancen und Marktpotenziale der Nutzung von Photovoltaik-Systemen in Land-, Luft- und Wasserfahrzeugen

Herausgegeben von INVENSITY GmbH

Von Dr. Utz Täuber, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Marc Arnold

Unter Mitarbeit von Dr. Juliane Kläs

Juli 2013, 57 Seiten, 4 Tabellen, 18 Abbildungen

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung von INVENSITY nicht gestattet.

Die Studie wurde aus Informationen frei zugänglicher und kostenpflichtiger Quellen sowie Informationen aus der Befragung von Experten unterschiedlicher Branchen erstellt. Die Ergebnisse stellen somit eine zusammengefasste und durch die Autoren analysierte Meinung einzelner Befragter dar und sollten unter dieser Prämisse weiter genutzt werden.

innovation made by talents

Vorwort

In Zeiten knapp werdender Ressourcen und immer strengerer Emissionsauflagen ist jeder Beitrag zur Kraftstoffreduktion von Verkehrsmitteln notwendig und willkommen. Dazu gehört auch, den Verbrauch von Bordnetzen zu reduzieren oder Teile der notwendigen Energie über alternative Energiequellen zu generieren.

Die Nutzung der Sonne als nicht versiegender Energiequelle hat schon lange den Schritt aus der Science-Fiction-Welt in unser reales tägliches Leben vollzogen. Zwar sind wir noch ein Stück von serienfähigen Solarautos oder Solarflugzeugen entfernt, jedoch denken viele Original Equipment Manufacturer (OEM) in der Mobilitätsbranche über die photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie in ihren Produkten nach. Die Sonne stellt der Erde jährlich mehr Energie zur Verfügung als weltweit Nachfrage besteht. Durch Photovoltaik-Systeme lässt sich diese Energie zum Teil in elektrischen Strom wandeln und für die Versorgung von elektrischen Verbrauchern nutzen. Unter der Voraussetzung, dass diese Verbraucher über einen Netzanschluss verfügen und sehr gute Einstrahlungsbedingungen vorherrschen, können die Energiekosten so weit gesenkt werden, dass sie vergleichbar mit denen aus konventionellen Energiequellen sind. Jedoch gilt dies nur für den stationären Betrieb. Besondere und bisher nur in der Nische existierende Anwendungsfälle sind jene Applikationen, die über keine Netzanschlüsse verfügen und in Transportmitteln (PKW, NFZ, Boot, Flugzeug) integriert sind. Diesen Anwendungsfällen kommt in jüngster Zeit eine stetig wachsende Bedeutung zu. Vor diesem Hintergrund bestehen beträchtliche Marktchancen für Hersteller und Lieferanten solcher hochwertigen Photovoltaik-Systeme. Jedoch wurden bisher noch keine Anforderungen an solche, in Bewegung agierender Solarmodule festgelegt. Genau diese Wissenslücke soll durch die vorliegende Studie geschlossen werden.

Ziel dieser Studie ist es, erstmalig und branchenübergreifend eindeutige Anforderungen an Solarmodule für den Bereich von Transportmitteln im Sinne der Personen- und Güterbeförderung zu definieren, um darüber das Potenzial attraktiver Märkte für neuartige Solarmodule zu definieren. Die Studie will den OEM und den Zulieferern in der Mobilitäts-Branche eine Orientierungshilfe bei der Entscheidung darüber sein, ob sie in ihre Serienprodukte Solarmodule einsetzen und welche Anforderungen dabei zu beachten sind. Sie gibt Herstellern von Photovoltaik-Systemen eine Leitlinie für neue hochwertige Produkte. Die

innovation made by talents

Fragestellung, ob sich der Einsatz von Solarzellen für den speziellen Anwendungsfall „lohnt“, wird in dieser Studie nicht behandelt. Jedes Unternehmen, welches sich mit dem Thema auseinandersetzt, wird diese Frage aus Eigeninteresse zunächst intern bearbeiten.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und informative Lektüre!

innovation made by talents

Inhaltsverzeichnis

1.	Management Summary	S.7
2.	Gliederung der Studie	S.10
3.	Mobilität und CO ₂ – die Chance zur Realisierung von PV-Systemen auf Transportmitteln Die Chance für PV-Systeme in Transportmitteln	S.11
4.	Ausgangssituation Aktuell verfügbare Transportmittel mit integrierter Photovoltaik Theoretisch nutzbare Solarenergie am Beispiel eines PKW mit PV-System	S.17
5.	Rahmenbedingungen der Studie	S.26
6.	Anforderungen an PV-Systeme auf Transportmitteln Personenkraftwagen Flugzeuge Schiffe und Boote Vergleich der Ergebnisse	S.28
7.	Marktpotenzial	S.51
8.	Fazit und Ausblick	S.54
9.	Quellen	S.56

innovation made by talents

»Wende dich stets der Sonne zu, dann
fallen die Schatten hinter dich«

(Chinesische Weisheit)

innovation made by talents

2. Gliederung der Studie

In Kapitel 3 wird der Hintergrund für die vorliegende Studie noch einmal konkretisiert. Hauptmotivation ist die Generierung von elektrischer Energie zur Entlastung der Generatoren, um dadurch den Kraftstoffverbrauch und somit den CO₂-Ausstoß der Transportmittel zu reduzieren. Außerdem wird aufgezeigt, wie hoch die Umweltbelastung durch den weltweiten Transportsektor ist und bei welchen Transportmitteln ein erhöhter Handlungsbedarf besteht. Des Weiteren werden Handlungsempfehlungen für Hersteller von Transportmitteln beschrieben, um die zukünftigen Umweltauflagen seitens der Gesetzgeber zu erfüllen. Dabei können wesentliche Vorteile durch den Einsatz von PV-Systemen auf Transportmitteln identifiziert werden. In Kapitel 4 werden Beispiele bestehender Transportmittel zu Land, zu Wasser und in der Luft gezeigt, die bereits PV-Systeme nutzen, um entweder den Antrieb und/oder das Bordnetz mit Strom zu unterstützen oder vollständig zu versorgen. Darauf folgend werden in Kapitel 5 die Rahmenbedingungen der Studie vorgestellt. Kapitel 6 gibt einen detaillierten Überblick über die gestellten Anforderungen der einzelnen Hersteller sowie Transportmittel und stellt die Ergebnisse dar. Das folgende Kapitel 7 zeigt das Marktpotenzial (Flächenpotenzial) für den Einsatz von PV-Systemen auf Transportmitteln für den deutschen Markt. Kapitel 8 gibt ein Fazit und einen Ausblick über weiteren Handlungsbedarf.

innovation made by talents

9. Quellen

- [AD10] ADAC: Warme Füße kommen teuer, 2010
- [AIT11] SOLAR BUS MADE IN AUSTRIA, Tomorrowtoday, Austrian Institute of Technology December 2011
- [Ar09] Arthur D. Little: Zukunft der Mobilität 2020, 2009
- [BJ02] Bahaj, A. S.; James, P. A.: ECONOMICS OF SOLAR POWERED REFRIGERATION TRANSPORT APPLICATIONS, Southampton, 2002
- [BK11] Babl, C.; Kneissl, K.: Bislang weiteste Strecke mit einem Solarfahrzeug: MS TÛRANOR PlanetSolar erreicht den Humboldtstrom, 2011
- [BS10] Bundesverband Solarwirtschaft e.V.: Energie satt, 2010
- [Cl10] CleanSolPower Homepage: <http://www.cleansolpower.com/>
- [Da11] Daimler AG: car2go: Wachstum um 50 Prozent, 2011
- [Dr08] Mell, W.-D.: Strukturen im Bootsmarkt, 2008
- [EC11] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgjs/apps4/pvest.php>
- [EU09] Die EU-Verordnung zur Verminderung der CO₂ – Emissionen von Personenkraftwagen, 2009
- [En06] Engeln, W.: Methoden der Produktentwicklung. Oldenbourg Industrieverlag, München, 2006
- [Hd10] <http://www.hdsolarschiff.com/>
- [He09b] Heindl Server GmbH: Auto mit Solar-Dach: Solarian versorgt Volkswagen "E-Up" mit Solarstrom, 2009
- [Jo10] John, B.: Studie: CO₂-Ziele bei LKW nur durch Technologie-Mix möglich, 2010
- [Ju11] Jung, H.: Photovoltaik-Lack macht Solardächer überflüssig. Revolutionäre Entwicklung vorerst für Yachten und Boote geplant, 2011.
- [KB10] KBA - Kraftfahrt-Bundesamt: Emissionen, Kraftstoffe - CO₂-Emissionen ging 2009 um 6,4% zurück, 2010
- [KB12] KBA - Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2012, 2012
- [KB13] KBA - Bestand an Kraftfahrzeugen nach Emissionen und Kraftstoffen 1. Januar 2013, 2013
- [Kn10] Kneissl, K.: MS TÛRANOR PlanetSolar, 2010
- [Ky09] Kyocera Fineceramics GmbH: Kyocera-Solardach mit höchstem Qualitätsstandard für Toyota-Prius. Kyocera erklärt das Solardach für den Toyota-Prius, 2009
- [Mo13] Motorlexikon.de: <http://www.motorlexikon.de/?l=3498>
- [PW10] PWC-PriceWaterhouseCoppers: Die deutsche Photovoltaik-Branche am Scheideweg. Herausforderungen und Chance für Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette, 2010
- [St09] Strom Prinz: Luxus-Hybrid Fisker Karma: Die Elektro-Schönheit, 2009.
- [St10] Stieler, W.: Warum keine solaren Verkehrsflugzeuge. Technology Review, 2010

innovation made by talents

- [St13a] Statista GmbH: CO²-Emissionen - Aufkommen nach Bereich. Verteilung der CO²-Emissionen weltweit nach Bereich im Jahr 2012, 2013a
- [Ta10] Tasker, H.: Solar Impulse promises solar powered flight. In Power & Energy, 2010
- [Um09] Umweltbundesamt: Daten zum Verkehr, 2009. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3880.pdf>, abgerufen am 1.2.2011
- [Um11] Bundesumweltamt: Vergleich der Emissionen einzelner Verkehrsträger im Personenverkehr, 2011
- [Vo10] Volkswagen Aktiengesellschaft: Driving ideas. Auszug aus dem Geschäftsbericht 2009, 2010
- [Vo11] Volkswagen Aktiengesellschaft: Der neue e-up, Pressemitteilung 14.3.2013.
- [We10a] Webasto Gruppe: eCarTec 2010: car2go-smart mit Solardach von Webasto, Pressemitteilung 19.10.2010
- [We11] Webasto für IAA 2011: Dachsysteme der Zukunft – leicht, modular, funktionsintegriert, 2011

innovation made by talents