Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 76 (1985)

Heft: 10

Artikel: Technik der Solarmobile

Autor: Muntwyler, U.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904610

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Technik der Solarmobile

U. Muntwyler

«Solarmobile» sind mit Sonnenenergie betriebene Fahrzeuge, die ihre Antriebsenergie oder einen Teil davon durch die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mittels Sonnenzellen gewinnen. Im Sinne einer originellen Aktion mit dem Ziel, die Sonnenenergie wieder vermehrt ins Gespräch zu bringen und die Solartechnologie zu fördern, führt die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie (SSES) im Juni eine Wettfahrt von Solarmobilen durch die Schweiz durch. Dass für die Funktion solcher ungewöhnlicher Fahrzeuge eine Reihe anspruchsvoller technischer Fragen zu lösen ist, zeigt dieser Beitrag.

Comme son nom l'indique, un véhicule solaire est un véhicule qui marche à l'énergie solaire, c'est-à-dire qui tire l'énergie nécessaire à son fonctionnement ou une partie d'entre elle de la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique au moyen de cellules solaires. Dans le cadre d'une action originale ayant pour but de faire parler davantage de l'énergie solaire et de promouvoir cette technologie, la Société Suisse pour l'Energie Solaire (SSES) organise en juin une course de véhicules solaires à travers la Suisse. Cette article montre qu'il est nécessaire de résoudre de nombreuses et difficiles questions techniques pour assurer le fonctionnement de véhicules si particuliers.

Adresse des Autors

Urs Muntwyler, El.-Ing. HTL, Vorstandsmitglied SSES, Zähringerstrasse 50, 3012 Bern

1. Einleitung

Ihre wichtigsten technologischen Impulse erhielt die Solartechnik im Gefolge der sogenannten «Energiekrise» von 1973. Seither ist die Sonnenenergie eine mögliche Energieoption zur herkömmlichen Energiewirtschaft, die sich hauptsächlich auf die Verwendung einmaliger Energiereserven stützt.

Zur Umwandlung der Sonnenenergie sind verschiedene Technologien im Gebrauch, die laufend verbessert werden. Eine davon ist die Photovoltaik, die direkte Umwandlung der Sonnenstrahlen in Elektrizität.

Neue Technologien bedeuten meist auch neue Anwendungen. Dies ist bei der Photovoltaik genauso. Das begann 1958 mit der Stromversorgung von Satelliten und führt heute zur Anwendung von Solarzellen in solarbetriebenen Fahrzeugen.

Ob sich dieser Anwendungsfall in der Praxis durchsetzen wird, ist noch offen. Was er bestimmt nicht kann, ist, eine bestehende Technologie in ihrer Ganzheit zu ersetzen. Solarbetriebene Fahrzeuge sind aber eine interessante Anwendung, die sich zu untersuchen lohnt.

Der herkömmliche Weg, eine neue Anwendung zu untersuchen, ist das Durchführen von privaten bzw. staatlichen Forschungsprojekten. Meistens wird letztere Variante gewählt.

Die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie (SSES) hat hier einen neuen Weg gewählt, die Ausschreibung eines Rennens für solarbetriebene Fahrzeuge, die «Tour de Sol». So konnten mit Preisgeldern von Fr. 10 000.– bzw. Fr. 5000.– (je nach Kategorie) bereits über 45 Teams aus dem In- und Ausland zur Konstruktion eines Solarmobils motiviert werden. Darunter befinden sich Firmen der Automobil- und der Solarbranche sowie Private. Dabei werden Investitionen in Millionenhöhe getätigt.

So wird diese Wettfahrt Ende Juni 1985 einen ersten Überblick über die technischen Möglichkeiten dieser neuen Anwendung geben.

2. Fahrprofil eines Solarmobils

Ein Solarmobil ist ein Spezialfall eines Elektroautos. Der augenfälligste Unterschied besteht darin, dass die Batterien des Solarmobils mit dem eingebauten Solargenerator und nicht ab Netz aufgeladen werden.

Bedingt durch die diffuse Verteilung der Sonnenstrahlung und einem Wirkungsgrad der Solarzellen von etwa 10%, steht dem Solarmobil nur eine bescheidene Energiemenge zur Verfügung. Wie die meisten solaren Stromversorgungen hat auch das Solarmobil eine Batterie. Damit ist das Fahrprofil nur noch bedingt von der momentanen Einstrahlung abhängig.

Ideal ist ein Fahrprofil mit langen Standzeiten und nicht allzu hohen Geschwindigkeiten, wie das beim Stadtverkehr der Fall ist.

Die Etappen, die während der «Tour de Sol 85» gefahren werden, entsprechen also nicht dem idealen Fahrprofil eines Solarmobils. Die Herausforderung für die Konstrukteure und die Spannung für die Zuschauer ist dafür um so grösser. Zudem geht es im Moment auch nicht darum, bereits Serienmodelle oder Prototypen zu bauen, auch wenn es Firmen gibt, die sich bereits entsprechende Gedanken machen.

3. Komponenten von Solarmobilen

Solarmobile sind, bedingt durch die gewählte Energiequelle, Fahrzeuge, denen nur sehr geringe Leistungen zur Verfügung stehen. Es genügt also nicht, ein Elektromobil mit ein paar

Quadratmetern Solarzellen auszurüsten. Ein Solarmobil bedingt also ein durchdachtes Konzept unter Verwendung von modernsten Technologien und neuartigen Bauteilen.

3.1 Fahrzeugrahmen

Der Rahmen eines Solarmobils muss robust und möglichst leicht sein. Das sind zwei gegenläufige Forderungen. Neuartige Werkstoffe erleichtern aber die Konstruktion von Leichtbau-Chassis. Diese neuen Kunststoffe (Kevlar, Kohlenstoffasern usw.) haben noch hohe Preise, sind aber eine interessante Möglichkeit für die Zukunft.

Die meisten Solarmobile an der «Tour de Sol 85» werden sicher noch mit herkömmlichen Materialien aufwarten. Kunststofformen sind recht teuer und haben lange Lieferfristen, während die Konstrukteure der «Tour de Sol»-Solarmobile im besten Fall sechs Monate Vorbereitungszeit haben. Trotzdem bezieht ein «Tour de Sol»-Teilnehmer seine aerodynamische Fahrzeugverschalung von einer deutschen Firma, die auch Formel-1-Teams beliefert.

3.2 Solargenerator

Das einzig wirklich neue Element am Solarfahrzeug ist die Energiequelle – der Solargenerator. Er besteht aus seriell und parallel verdrahteten Solarzellen.

Wichtig für das Solarmobil sind Zellen mit hohem Wirkungsgrad. Das bedeutet im Moment die Verwendung von mono- und polykristallinen Zellen mit Wirkungsgraden um 10%. Zum Aufbau des Solargenerators können die bereits auf dem Markt eingeführten Module verwendet werden. Diese sind von hervorragender Qualität, aber sehr teuer.

Je nach Preisentwicklung und Lebensdauer der Zellen wird es sinnvoll sein, diese voll ins Fahrzeugdesign zu integrieren.

3.3 Regelelektronik – Zwischenglied zwischen Solargenerator, Batterie und Motor

Der Energiefluss vom Solargenerator zur Batterie muss optimal aufbereitet werden. Eine solche Schaltung wird «Maximum Power Tracker» (MPT) genannt. Der Energiefluss von der Batterie wird idealerweise durch eine «Chopper»-Schaltung gesteuert. Eine solche Schaltung kann auch die beim Bremsen rekuperierte Energie in die Batterie zurückspeisen. Eine mögliche Schaltung ist in Figur 1 dargestellt.

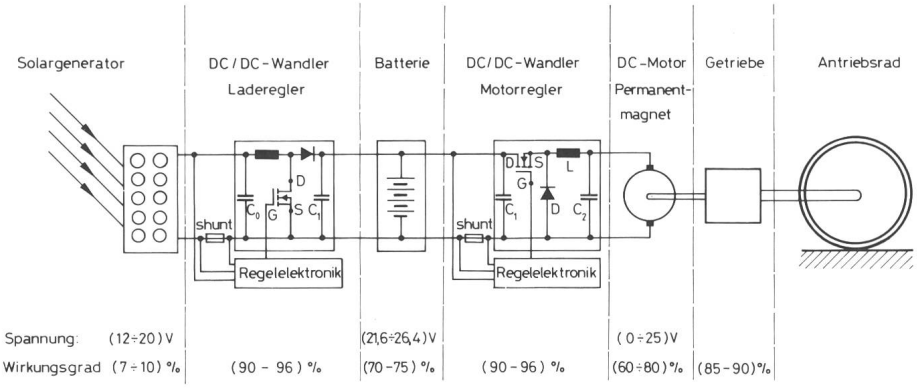


Fig. 1 Elektrisches Prinzipschema eines Solarmobils
(Quelle: Prof. R. Jeanneret, Ingenieurschule Biel)

3.4 Batterie

Hier gelten ähnliche Bedingungen wie für Batterien von Elektroautos. Wichtig ist, dass die Selbstentladung klein ist. Ansonsten hat die Batterie eines Solarmobils weniger harte Arbeitsbedingungen als die Batterie eines Elektroautos zu ertragen.

3.5 Motor

Je nach Anwendung und Grösse der Batterie und des Solargenerators kann die Motorengrösse bestimmt werden. Diese wird kaum grösser als 1 kW sein. Deshalb ist es auch sinnvoll, die Beschleunigung durch Pedale zu erhöhen. Die englische Firma Sinclair hat in Zusammenarbeit mit Hoover ein solches Fahrzeug in grossen Serien auf den Markt gebracht. Allerdings wird die Batterie direkt aus dem Netz geladen.

4. Realisierte Fahrzeuge

Bis heute wurden nur sehr wenige Solarmobile realisiert. Trotzdem wurden der australische und der nordamerikanische Kontinent bereits mit Solarmobilen durchquert. Diese bekannten Fahrzeuge legten Tausende von Kilometern zurück und dienten Demonstrations- und Werbezwecken.

Sämtliche bis heute gebauten Solarmobile wurden von Einzelpersonen gebaut. Sie haben meist Hybridantriebe, das heisst der Elektromotor wird durch Pedale unterstützt (Fig. 2 und 3).

In der Schweiz wurden vor der «Tour de Sol»-Lancierung nur zwei Konstruktionen bekannt. Die Konstrukteure (i[G] Multisolar) bezeichnen sie als «Solarfahrräder» (SOFAs). Der Elektromotor wird hier nur als Zusatzantrieb eingesetzt (Fig. 4).

Ein Versuchsfahrzeug mit «Tour de Sol»-Dimensionierung stellte die Jenni Energietechnik AG an der Fachtagung «Bau von Solarmobilen für die Tour de Sol» vor. Der Solargenerator hat eine Leistung von 320 Wp. Der Motor entwickelt eine Dauerleistung von 300 W. Damit wird eine Geschwindigkeit von 25 km/h erreicht. Dieses Versuchsfahrzeug hat keinen zusätzlichen Pedalantrieb.

In einigen Wochen zählen diese Fahrzeuge schon zur ersten Genera-

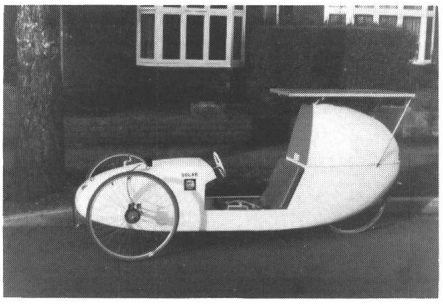


Fig. 2 Englisches Solarmobil mit zusätzlichem Pedalantrieb

Fig. 3 Dasselbe Solarmobil in einer Variante ohne Zusatzantrieb

Fig. 4 Zwei der in der Schweiz gebauten Solarmobile. Links das «Solarfahrrad» und rechts das Versuchsfahrzeug der Jenni Energietechnik AG

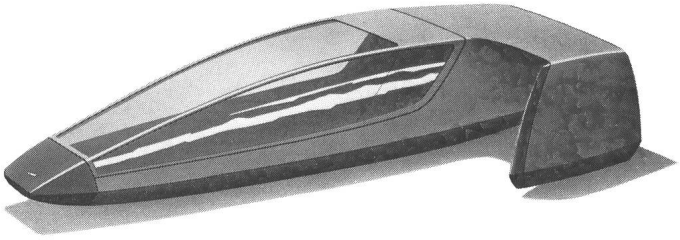


Fig. 5 Entwurf des Teams von Romeo Gridelli. Romeo Gridelli und sein Team haben bereits Erfahrung im Bau von effizienten Fahrzeugen gesammelt. Er wurde 1982 Amateurweltmeister im Sparmobilfahren auf dem Hockenheim-Ring.

tion. Für das Rennen selbst wird an windschnittigen Konstruktionen gearbeitet. Figur 5 kann einen Eindruck davon vermitteln, wie das Solarmobil der Zukunft aussehen könnte.

5. Ausblick

Ein Hindernis für eine breite Anwendung der Solarmobile ist der Preis der Solarzellen. Dieser ist noch viel zu hoch. Solarzellen, die sich für Solarmobile eignen, müssen billig sein. Dazu müssen sie eine Lebensdauer haben, die der des Solarmobils entspricht. Die heute verwendeten Solarzellen haben bereits eine zu hohe Lebensdauer für diese Anwendung. Hier könnte die Fertigungsqualität zugunsten des Preises gesenkt werden.

Die Photovoltaik für terrestrische Anwendungen ist noch nicht volljährig geworden. Hier sind in den nächsten Jahrzehnten noch grosse Verbesserungen zu erwarten. So wird es nur eine Frage der Zeit sein, bis geeignetere Solarzellen für Solarmobile hergestellt werden können als heute. Damit wären die technischen und ökonomischen Randbedingungen für einen Einsatz der Solarmobile gegeben.

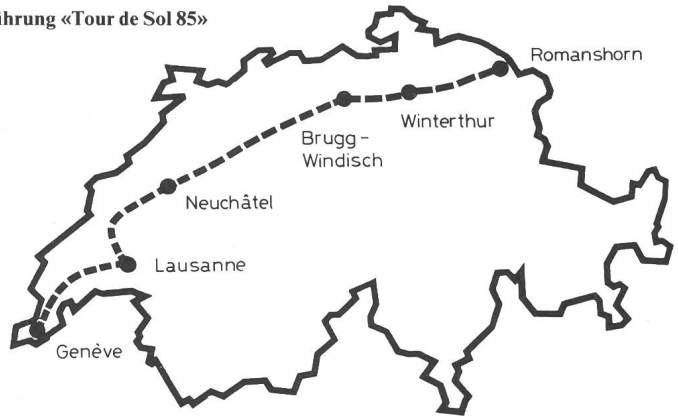
Ob dann die Solarmobile im Nahverkehr der Zukunft eine wichtige Rolle zu spielen vermögen, das zu beurteilen, überlassen wir berufeneren Kreisen. Die Zukunft wird es weisen!

«Tour de Sol 85»: Eine Werbetour für die Sonnenenergie

Ein aussergewöhnliches Rennen startet am 25. Juni 1985 in Romanshorn am Bodensee. Zur Austragung kommt das erste Rennen der Welt mit «Solarmobilen». So werden die Fahrzeuge genannt, die sich, vorwiegend mit Sonnenenergie betrieben, auf den 368 km langen Weg nach Genf machen. Die Strecke wird in fünf Etappen zurückgelegt, mit den Etappenorten: Winterthur, Brugg-Windisch, Neuenburg, Lausanne, Genf. Veranstalter des Rennens ist die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie (SSES).

Mit dieser originellen Aktion soll die Sonnenenergienutzung wieder vermehrt ins Gespräch gebracht und zudem eine Technologie gefördert werden, die interessante Möglichkeiten und neue Märkte für die Zukunft verspricht. Neben den ausgeschriebenen Preisen ist bei dieser Rallye also auch eine Menge Know-how zu gewinnen.

Wenn, wie zu erwarten, rund 50 Fahrzeuge in Romanshorn am Start stehen, werden in der Schweiz mehr Solarmobile fahren als auf der übrigen Welt. Damit wird die Anwendung modernster Technologien wie Solargeneratoren, verbunden mit Leistungselektronik, massgeblich gefördert. Die Solarzellenlieferanten stellen als Reaktion auf die Tour de Sol bereits eine vermehrte Nachfrage nach ihren Produkten fest.

Übrigens werden auch zwei «konventionell», d. h. ausschliesslich mit Batterien angetriebene Eiektroautos diese Veranstaltung begleiten, um den abgasfreien Elektroantrieb im Bewusstsein des Publikums zu fördern.

Routenführung «Tour de Sol 85»