

# Solarmobile – Solarfahrräder

*Ingrid Hagenstein*

## 1. Was sind Solarmobile?

Solarmobile (SM) sind kleine Elektromobile, bei denen die Antriebsenergie zum Großteil aus der Sonne gewonnen wird. Wie beim Elektroauto ist ein Speicher (Batterie) notwendig. Je nach Form der Sonnenenergienutzung werden drei Kategorien von Solarmobilen unterschieden:

- Energieautarke SM (sie beziehen ihre Energie ausschließlich direkt über am Fahrzeug angebrachte Solar-Paneele)
- SM mit Solartankstelle (externe Solarzellenfläche zur Direktbetankung oder zum Laden eines zweiten Akku-Satzes)
- SM im Netzverbund (die Solartankstelle speist ins öffentliche Stromnetz, die gleiche Menge Strom kann unabhängig von Zeit und Ort bezogen werden).

Technisch sind Solarmobile Elektrofahrzeuge. Der Unterschied besteht aber darin, daß Solarmobile aus Gründen des Energiehaushalts immer Leichtbaufahrzeuge sind und E-Autos aufgrund ihres Gewichtes nicht hauptsächlich mit Sonnenstrom betrieben werden können.

## 2. Einsetzbarkeit im Alltag

Für den Einsatz im Alltag kommen nur SM mit Solartankstelle sowie im Netzverbund fahrende Solarmobile in Frage.

Die energieautarken SM sind aufgrund ihrer Konstruktionsmerkmale (Superleichtbau, fehlende Fläche für Solarzellen) hierfür nicht geeignet. Nach Schweizer Erfahrungen sind nämlich 7 – 10 m<sup>2</sup> Solarzellenfläche notwendig, um mit einem SM bis 20.000 km/Jahr zurückzulegen (vgl. VCS-Zeitung 2/89). SM haben, je nach Konstruktion, nur eine Reichweite von 50 – 100 km und



*Elektro-Mobil Microcar der Salzburger Landesregierung. Foto: H. Augustin*

erreichen mit 1 – 2 Personen Spitzengeschwindigkeiten von 40 – 100 km/h. Ihre Leistungen liegen damit zwar hinter denen konventioneller Autos, ihr Energieverbrauch ist aber 10 - 20 mal niedriger und ihre relativ geringe Reichweite eignet sich am besten für die Bedürfnisse des Nahverkehrs.

### **Solarmobile eignen sich besonders für folgende Bereiche:**

- Pendlerfahrzeuge
- Zweitwagen (für Hausfrauen, -männer)
- Freizeitbereich
- umweltbewußte und fortschrittlich denkende Menschen

(Vgl. U. Muntwyler: Stand der Technik und Zukunftschancen der Solarmobile, VCO Graz Solar)

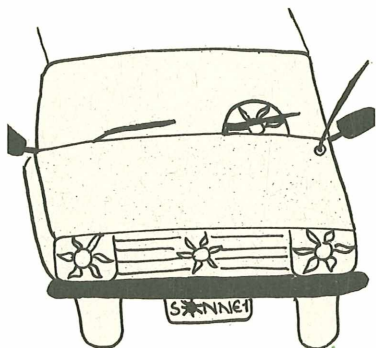
Obwohl in der Schweiz schon 400 SM im täglichen Einsatz stehen, fehlen noch Langzeiterfahrungen damit. „Solarmobil-Pioniere“, die schon viele tausend Kilometer zurückgelegt haben, sprechen dem SM durchaus Alltagsqualitäten zu. Hemmend wirkt sich auf die Leichtbautechnologie sicherlich der gegenwärtig viel zu niedrige Ölpreis sowie der hohe Anschaffungspreis aus.

## **3. Stand der Technik und der Entwicklung**

Konventionelle Autos mit ihren Verbrennungsmotoren sind eigentlich kleine Heizkraftwerke mit niedrigem Wirkungsgrad. Sie werden vorwiegend auf Kurzstrecken verwendet und, obwohl für den Transport von 4 – 6 Personen gebaut, meist nur für 1 – 2 eingesetzt. Ihr Einsatz ähnelt dem eines Krans zum Heben einer Tasche – es funktioniert zwar – ist aber eindeutig eine Verschwendung der Ressourcen (vgl. Muntwyler, Stand der Technik und Zukunftschancen der Solarmobile).

SM mit ihrer Leichtbauweise haben hingegen einen hohen Wirkungsgrad. Nur beim Energiespeicher muß auf eine Bleibatterie zurückgegriffen werden, die im Gegensatz zu den auch verwendbaren „Hochenergiebatterien“ aber in großen Mengen gekauft werden kann. Etwa zehn Hersteller produzieren ebenso viele Typen von Solarmobilen in Serie und bieten sie im Handel an. Der Preis für ein Klein-E-Mobil gleicht dem eines Mittelklassewagens (öS 80.000,- bis 200.000,-), bei SM kommen noch Solarzellen und ein zweiter Batteriesatz dazu.

Bei der Entwicklung alltagstauglicher SM sind die Schweiz (hier sind momentan etwa 1000 Elektro- und SM zugelassen) und Dänemark (ca. 2000 Stück/a) führend. Die jährlichen Zuwächse betragen an die 100 Prozent. In Österreich beschränkt sich die SM-Technik noch auf Ansätze: In Linz plant ein Geschäftsmann den Import von SM aus Frankreich; die Solargruppe Rankweil baut derzeit an zwei Prototypen.



## 4. Platz der Solarmobile aturschutzbund; download unter www.biologiezentrum.at in einem umweltverträglichen Verkehrssystem

Der Verkehr benötigt ca. 23 Prozent des österreichischen Energieaufkommens. Zu mehr als 95 Prozent kommt diese Energie aus fossilen Brennstoffen. Der Verkehr weist die größten Verluste bei der Umwandlung in Nutzenergie auf: weniger als 1/3 der eingesetzten Energie wird in Bewegung umgesetzt (Energieverwertungsagentur 1986).

Die Förderung von bestimmten Mobilitätsarten hat gravierende Auswirkungen auf die Stadtorganismen: in Städten, wie Ingolstadt, Delft, Groningen, Zürich wurden durch Verkehrsberuhigung, Schaffung von radfahrfreundlichem Klima und massiver Unterstützung des öffentlichen Verkehrs die Weglängen verkürzt und eine menschengerechte Stadt geschaffen. Wenn man im Vergleich dazu die westaustralische Stadt Perth nimmt, wo auf 1000 Einwohner 950 PKWs kommen, mit denen etwa soviele Wege erledigt werden wie in den oben erwähnten Städten zu Fuß und mit umweltfreundlichen Verkehrsmitteln, dann sieht man, daß mehr Mobilität keineswegs dazu führt, mehr Ziele zu erreichen, sondern die Wege zu verlängern.

Bedenkt man, daß 70 Prozent der PKW-Wege unter 13 km enden und 98 Prozent unter 50 km bleiben, dann wird deutlich, daß wir hoffnungslos übermotorisiert sind (K. Reiter, VCÖ).

### Solarmobile bringen nun wichtige Vorteile:

Sie sind sauber, sparsam und leise. Mit ihnen lassen sich verschiedenste Verkehrsentlastungskonzepte planen:



*Solarmobile beim Start der Austro-Solar 90.*

*Foto: H. Augustin*

**SUN AND RIDE:** Die Wege vom Umland zum Zentrum mit einer umweltfreundlichen Transportkette – mit dem SM zum Bahnhof (analog zum Fahrrad am Bahnhof das SM am Bahnhof), mit der Bahn oder anderem öffentlichen Verkehrsmittel zur Arbeit. Das System sollte zu einem Binnenverkehr mit menschengerechten Geschwindigkeiten im ländlichen Raum führen.

**SUN AND TRANSPORT:** Zur Zeit ist es so, daß Firmen und Betriebe große ungenutzte Flächen (vor allem Dachflächen) haben, die zur Anbringung von Solarzellen genutzt werden könnten. Ihnen werden spezielle „Sun and Transport-Pakete“ angeboten. Ziel ist es, den motorisierten Transportverkehr solar abzuwickeln.

**SUN AND FUN:** Ziel ist ein autofreier Tourismus (nach Vorbild vieler Schweizer Orte). Solarmobile sollen den Liefer- und öffentlichen Verkehr abwickeln.

**SUN AND TAXI:** Taxiverkehr mit leichten Großraumlimousinen und Sammeltaxis für vom öffentlichen Verkehr schlecht erschlossene Gegenden.

In Ballungsräumen hingegen sind SM als Individualverkehrsmittel aus Platzgründen keine guten stadtverträglichen Lösungen – auch sie haben wie die herkömmlichen KFZ einen hohen Flächenbedarf.

## 5. Umweltverträglichkeit von Solarmobilen

SM leisten einen hohen Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs im Straßenverkehr. Verglichen mit herkömmlichen PKWs, die einen Energieverbrauch von mindestens 50 kWh/100 km = 5,6 Liter/100 km haben, finden SM (ca. 400 kg) mit knapp einem Viertel (ca. 10 kWh/100 km) das Auslangen.

In der **Gesamtenergiebilanz**, in der außer dem spezifischen Energieverbrauch auch Produktion der Energie, Herstellung des Fahrzeugs und seiner Teile sowie die Infrastruktur-

kosten gerechnet werden, nehmen die Vorteile des SM zwar leicht ab, sie fallen aber immer noch klar zu seinen Gunsten aus.

Im Primärenergievergleich wird das SM lediglich von der Bahn übertroffen. Das Leichtbau-Mobil ist viermal so energiesparend wie ein normaler PKW.

Lokale Schadstoffemissionen (NO<sub>x</sub>, CO, Kohlenwasserstoffe C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, SO<sub>2</sub>, Staub) und -immissionen treten abgesehen von Reifen- und Bremsabrieb nicht auf.

Die Lärmemission wird bei entsprechender aerodynamischer Konstruktion stark gesenkt. So kann davon ausgegangen werden, daß der Schallpegel bei der Beschleunigung auch von größeren Fahrzeugen gegenüber „fossilen“ KFZ um gut 10 dB niedriger liegt.



**Rennsolarmobil**

**Foto: H. Augustin**

Übrig bleibt das Entsorgungsproblem. Für die hauptsächlich verwendeten Bleibatterien bestehen Recyclingmöglichkeiten. Hinsichtlich der überwiegend aus Kunststoff bestehenden Karosserien müssen noch geeignete Recyclingverfahren entwickelt werden. Dieses Problem betrifft allerdings auch die konventionellen, zunehmend „plastifizierten“ KFZ.

## 6. Zukunftsaussblicke

Solarmobile und photovoltaische Stromerzeugung gehören untrennbar zusammen. Entwicklungen in einem Bereich haben unmittelbare Auswirkungen auf den anderen. Bei der Energieerzeugung geht es um folgende Fragen: Was ist technisch am Photovoltaiksektor möglich, wie laufen die Trends? Wie kann eine breite Marktausweitung erreicht werden? Welche Möglichkeiten des Netzverbunds für Solaranlagen sind zu entwickeln?

Förderungen beim Kauf von Solarmobilen wären sehr wünschenswert. Im Schweizer Kanton Bern werden SM mit 20 Prozent der Kaufsumme gefördert, außerdem zahlt der Betreiber nur 50 Prozent Autosteuern.

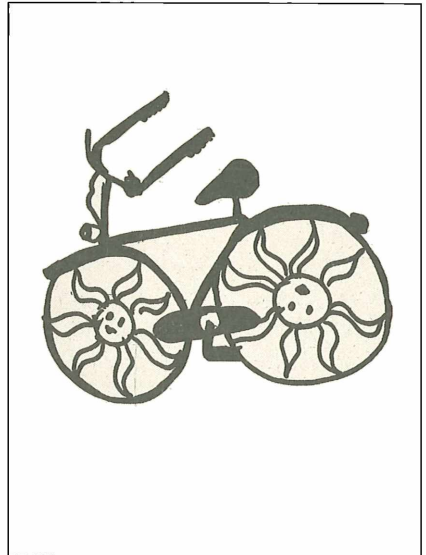
## 7. Was sind Solarfahrräder (SF)?

SF sind Fahrräder mit Elektro-Motor, der über am Fahrrad angebrachte (z. B. am Gepäckträger) Solarzellen direkt betrieben wird.

Da die Leistungsfähigkeit des Antrieb nicht sehr groß ist, kann er zwar das SF auf ebener Strecke alleine bewegen (bis zu 30 km/h), auf Steigungen hingegen muß etwas mitgetreten werden.

Das SF ist eine sinnvolle Verkehrsalternative für Jedermann und -frau, besonders auch für Senioren, die sich nicht mehr so „abstrampeln“ wollen oder können.

Bis zu einer Reichweite von 40 km hilft die Sonne beim Auftanken (beim Stehen und Fahren!); selbstverständlich kann das SF auch bei Nacht gefahren werden, hier hilft der E-Speicher.



## 8. Antriebsprinzip (momentaner Stand der Technik)

**Antrieb:** Permanentmagnetmotor mit Rollenantrieb direkt auf Vorderrad wirkend. Während der Fahrt zu- und abschaltbar.

Dauerleistung 400 W, Kurzzeitleistung 480 W. Nachteil: Rollenantrieb belastet das Vorderrad; der Motor muß sich so schnell drehen wie das Rad und kann dadurch überlastet werden.

**Steuerung:** Vollelektronische stufenlose Steuerung über Drehgriff steuerbar. Automatische Rückladung im Schubbetrieb. LED-Anzeige der Batteriekapazität, Überlastabschaltung. Integrierte Kabelsteckverbindung für Batterieladegerät.

**SUN AND RIDE:** Die Wege vom Umland zum Zentrum mit einer umweltfreundlichen Transportkette – mit dem SM zum Bahnhof (analog zum Fahrrad am Bahnhof das SM am Bahnhof), mit der Bahn oder anderem öffentlichen Verkehrsmittel zur Arbeit. Das System sollte zu einem Binnenverkehr mit menschengerechten Geschwindigkeiten im ländlichen Raum führen.

**SUN AND TRANSPORT:** Zur Zeit ist es so, daß Firmen und Betriebe große ungenutzte Flächen (vor allem Dachflächen) haben, die zur Anbringung von Solarzellen genutzt werden könnten. Ihnen werden spezielle „Sun and Transport-Pakete“ angeboten. Ziel ist es, den motorisierten Transportverkehr solar abzuwickeln.

**SUN AND FUN:** Ziel ist ein autofreier Tourismus (nach Vorbild vieler Schweizer Orte). Solarmobile sollen den Liefer- und öffentlichen Verkehr abwickeln.

**SUN AND TAXI:** Taxiverkehr mit leichten Großraumlimousinen und Sammeltaxis für vom öffentlichen Verkehr schlecht erschlossene Gegenden.

In Ballungsräumen hingegen sind SM als Individualverkehrsmittel aus Platzgründen keine guten stadtverträglichen Lösungen – auch sie haben wie die herkömmlichen KFZ einen hohen Flächenbedarf.

## 5. Umweltverträglichkeit von Solarmobilen

SM leisten einen hohen Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs im Straßenverkehr. Verglichen mit herkömmlichen PKWs, die einen Energieverbrauch von mindestens 50 kWh/100 km = 5,6 Liter/100 km haben, finden SM (ca. 400 kg) mit knapp einem Viertel (ca. 10 kWh/100 km) das Auslangen.

In der **Gesamtenergiebilanz**, in der außer dem spezifischen Energieverbrauch auch Produktion der Energie, Herstellung des Fahrzeugs und seiner Teile sowie die Infrastruktur-

kosten gerechnet werden, nehmen die Vorteile des SM zwar leicht ab, sie fallen aber immer noch klar zu seinen Gunsten aus.

Im Primärenergievergleich wird das SM lediglich von der Bahn übertroffen. Das Leichtbau-Mobil ist viermal so energiesparend wie ein normaler PKW.

Lokale Schadstoffemissionen (NO<sub>x</sub>, CO, Kohlenwasserstoffe C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, SO<sub>2</sub>, Staub) und -immissionen treten abgesehen von Reifen- und Bremsabrieb nicht auf.

Die Lärmemission wird bei entsprechender aerodynamischer Konstruktion stark gesenkt. So kann davon ausgegangen werden, daß der Schallpegel bei der Beschleunigung auch von größeren Fahrzeugen gegenüber „fossilen“ KFZ um gut 10 dB niedriger liegt.



**Rennsolarmobil**

**Foto: H. Augustin**

Übrig bleibt das Entsorgungsproblem. Für die hauptsächlich verwendeten Bleibatterien bestehen Recyclingmöglichkeiten. Hinsichtlich der überwiegend aus Kunststoff bestehenden Karosserien müssen noch geeignete Recyclingverfahren entwickelt werden. Dieses Problem betrifft allerdings auch die konventionellen, zunehmend „plastifizierten“ KFZ.

## 6. Zukunftsaussblicke

Solarmobile und photovoltaische Stromerzeugung gehören untrennbar zusammen. Entwicklungen in einem Bereich haben unmittelbare Auswirkungen auf den anderen. Bei der Energieerzeugung geht es um folgende Fragen: Was ist technisch am Photovoltaiksektor möglich, wie laufen die Trends? Wie kann eine breite Marktausweitung erreicht werden? Welche Möglichkeiten des Netzverbunds für Solaranlagen sind zu entwickeln?

Förderungen beim Kauf von Solarmobilen wären sehr wünschenswert. Im Schweizer Kanton Bern werden SM mit 20 Prozent der Kaufsumme gefördert, außerdem zahlt der Betreiber nur 50 Prozent Autosteuern.

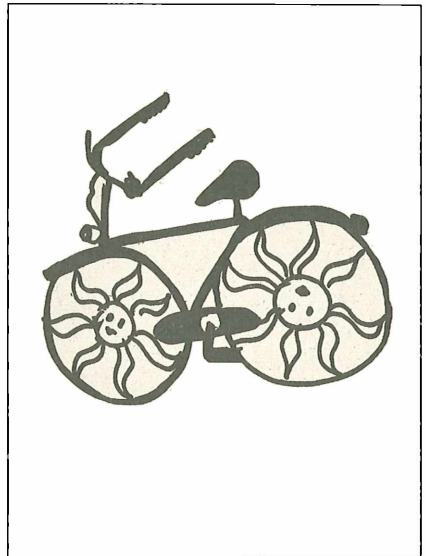
## 7. Was sind Solarfahrräder (SF)?

SF sind Fahrräder mit Elektro-Motor, der über am Fahrrad angebrachte (z. B. am Gepäckträger) Solarzellen direkt betrieben wird.

Da die Leistungsfähigkeit des Antrieb nicht sehr groß ist, kann er zwar das SF auf ebener Strecke alleine bewegen (bis zu 30 km/h), auf Steigungen hingegen muß etwas mitgetreten werden.

Das SF ist eine sinnvolle Verkehrsalternative für Jedermann und -frau, besonders auch für Senioren, die sich nicht mehr so „abstrampeln“ wollen oder können.

Bis zu einer Reichweite von 40 km hilft die Sonne beim Auftanken (beim Stehen und Fahren!); selbstverständlich kann das SF auch bei Nacht gefahren werden, hier hilft der E-Speicher.



## 8. Antriebsprinzip (momentaner Stand der Technik)

**Antrieb:** Permanentmagnetmotor mit Rollen-antrieb direkt auf Vorderrad wirkend. Während der Fahrt zu- und abschaltbar.

Dauerleistung 400 W, Kurzzeitleistung 480 W. Nachteil: Rollen-antrieb belastet das Vorderrad; der Motor muß sich so schnell drehen wie das Rad und kann dadurch überlastet werden.

**Steuerung:** Vollelektronische stufenlose Steuerung über Drehgriff steuerbar. Automatische Rückladung im Schubbetrieb. LED-Anzeige der Batteriekapazität, Überlastabschaltung. Integrierte Kabelsteckverbindung für Batterieladegerät.

**Ladegerät:** Primär 220 V, Sekundär 24 V / 1,5 A, kurzschlußfest, Überladungsschutz. Ladezeit 6 – 8 Stunden.

**Batterien:** 2 Stück à 12 V/15 A, absolut wartungsfrei und durch Vliestechnik auslaufsicher.

**Reichweite:** pro Akkuladung 40 km auf ebener Strecke, ohne eigene Mithilfe!

**Solarzellen:** sehr robustes Spezialpaneel auf Aluminiumplatte mit Kunststoff aufkaschiert. Leistung ca. 11 Watt. Optimal auf Akku abgestimmt. Montage auf Gepäckträger, auch ohne Beeinträchtigung seines Verwendungszwecks möglich. Energiekosten ca. 1,50 öS / 100 km.

Diesen EFA (Elektro-Fahrrad-Antrieb), entwickelt in Zusammenarbeit von SOLAR-TEAM in Walding/OÖ und Zweiradcenter Schachner, kann man samt Fahrrad um ca. öS 17.300,- oder als Bausatz um ca. öS 7.000,- bis 10.000,- kaufen (kann nachträglich ohne große Kenntnis angebracht werden).

### **Elektrofahrräder**

Räder aus Fernost (aber mit Motor wie oben) gibt es schon um ca. öS 9.000 bis 10.000,-.

### **Erhältlich bei:**

OMEC-Solartechnik, A-5231 Schalchen und Zweiradcenter Schachner, 1. Straße, A-3331 Kematen.

## **9. Zukunftsperspektiven**

Obwohl die momentane Technik auch in den Alltag umzusetzen ist, kann die Effizienz noch wesentlich verbessert werden. Versuche in diese Richtung gibt es europaweit genügend, wie z. B. der Prototyp eines ÖKO-Leichtmofas, bei dem sich der E-Motor in der Radnähe befindet, entwickelt von Ing. W. Torriser, Techn. Universität Wien oder das CIT-250 mit Antrieb hinter dem Sattel, entwickelt von ELFA-Schweiz.

Seit 1. Juli 1991 gibt es beim Salzburger Velo-Club ein solarbetriebenes E-Lastenfahrrad, das für Botendienste innerhalb der Stadt Salzburg Verwendung findet. Um mit diesem E-Motor betriebenen Rad auf Radwegen fahren zu dürfen, mußte ausnahmsweise um keine Genehmigung angesucht werden, da der Motor gedrosselt und seine Leistung mit 10 km/h ausgewiesen ist.

Und hier beginnen auch schon die Probleme: nach geltendem österreichischem Verkehrsrecht ist es verboten, mit motorisierten Fahrzeugen, die schneller als 10 km/h sind, auf Radwegen zu fahren. Leider wird dabei nicht zwischen einem Verbrennungs- und einem E-Motor unterschieden.

Um dem Solar- bzw. Elektrofahrrad die nötige rechtliche Basis zu verschaffen, muß seitens des Gesetzgebers schnellstens eine Differenzierung dieser Bestimmung erfolgen.

### **Literatur:**

Solarmobile & Photovoltaik, der Stand der Diskussion mit internationalen Beispielen. Band 1/1991. Graz Solar 90 – Die europäischen Solarmobile mit technischen Daten und Herstelleradressen, 1990.

*(Anschrift der Autorin: Ingrid Hagenstein, Natur und Land, Arenbergstraße 10, 5020 Salzburg)*



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [1991\\_4-5](#)

Autor(en)/Author(s): Hagenstein Ingrid

Artikel/Article: [Solarmobile - Solarfahrräder 149-154](#)