

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	78 (1987)
<b>Heft:</b>	16
<b>Artikel:</b>	Die Tour de Sol 1987
<b>Autor:</b>	Muntwyler, U.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-903914">https://doi.org/10.5169/seals-903914</a>

### **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:** 14.01.2026

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

# Die Tour de Sol 1987

U. Muntwyler

**Vom 29. Juni bis 4. Juli 1987 rollte die Tour de Sol 1987, die 2. Weltmeisterschaft im Solar-mobilfahren, von Biel über Emmen, Zürich, St. Gallen, Rankweil (A), Chur und über eine anspruchsvolle Schlusssteigung hinauf nach Arosa. Die Spitzensolarmobile überraschten einmal mehr durch ihre Leistungen. Sieger der Kategorie «Netzverbund» unter dem Patronat des Verbandes der Schweizerischen Elektrizitäts-werke (VSE) wurde der ehemalige Formel-1-Fahrer Marc Surer.**

**Le Tour de Sol 1987, qui était en même temps le 2e Championnat du monde des véhicules mûs à l'énergie solaire, a parcouru entre le 29 juin et 4 juillet 1987 les étapes de plaine de Bienne, Emmen, St-Gall, Rankwil (A), Coire et l'étape en côte Coire – Arosa.**

**Les véhicules solaires ont une fois de plus surpris par leurs per-formances. La victoire en caté-gorie «Liaison réseau», patronnée par l'UCS, a été remportée par l'ancien pilote de formule 1, Marc Surer.**

## Adresse des Autors

Urs Muntwyler, El.-Ing. HTL, Geschäftsführer  
Tour de Sol, Postfach 73, 3000 Bern 9

## 1. Einleitung

Die Tour-de-Sol-Veranstaltungen haben zur Entwicklung einer eigenständigen Gruppe von Elektromobilen geführt, den sogenannten Solarmobilen. Diese Fahrzeuge sind kleiner und leichter gebaut als herkömmliche Elektromobile und umgehen damit elegant deren Schwierigkeiten (Batterien, Gewichtsprobleme). Dazu benötigt ein Solarmobil zehn- bis zwanzigmal weniger Energie als ein benzinbetriebener Kleinwagen. Durch diesen geringen Energieverbrauch kann die Energie auch mit Solarzellen produziert werden.

Ein Solarmobil bietet allerdings auch nicht die Möglichkeiten (Reichweite usw.) eines Autos. Auf den Kurzstrecken, auf denen das Benzinauto seine Vorteile nicht voll zur Geltung bringen kann, liegt seine Zukunft.

Hält man sich vor Augen, dass in der Schweiz über 90% aller Autofahrten kürzer sind als 25 Kilometer, so wird das Potential der Solarmobile ersichtlich.

Um dieses Potential auch sichtbar zu machen und um die Entwicklung dieser Fahrzeuge voranzutreiben, wird jährlich die Tour de Sol, die Weltmeisterschaft im Solarmobilfahren, ausgetragen.

## 2. Praxis im Vordergrund

Bei der Tour de Sol stehen die Erfordernisse der Praxis im Vordergrund. Allein die Tatsache, dass die Solarmobile auf nicht abgesperrten Strassen unter Beachtung der Strassenverkehrsgegesetzgebung (SVG) fahren müssen, zeigt, dass die Tour de Sol ein sehr aussergewöhnliches Rennen ist. Man kann sich sogar fragen, ob der Begriff Rennen die Tour de Sol korrekt umschreibt.

Auch bei der Wahl der Komponenten sind klare Grenzen gesetzt, sagt doch das technische Reglement: «Es

dürfen nur Komponenten verwendet werden, die auch in der Praxis eingesetzt werden oder werden könnten.»

Das verbietet zum Beispiel Batterien mit kleiner Zykluslebensdauer, erlaubt aber doch teure Kunststoffe und neue Speicherkonzepte, auch wenn deren Preise für Serienanwendungen noch zu hoch sind.

Wichtigstes Erfordernis der Praxis ist die Sicherheit. Für die Tour de Sol 1987 wurde in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe «Solarmobile» der Vereinigung der Strassenverkehrsämter (VSA) das technische Reglement überarbeitet. Es lehnt sich jetzt an die «Verordnung über den Bau und die Ausrüstung der Strassenfahrzeuge» (BAV) an.

Damit erfüllen vor allem die Teilnehmer mit «Seriensolarmobilen» alle oder fast alle Bedingungen für die Zulassung im Strassenverkehr.

Von der Praxis ausgehend, wurde auch die Energieversorgung der Solarmobile neu überdacht. Nicht immer sind ja fest auf dem Solarmobil montierte Solarzellen von Vorteil. Auch eine Inselanlage mit Solarzellen hat keinen Sinn mehr, wenn das Fahrzeug unterwegs ist.

Diese Überlegungen führten noch Anfang 1987 zur Schaffung der neuen Kategorie «Netzverbund». Hier sitzen die Solarzellen optimal positioniert auf dem Hausdach des Fahrzeugbesitzers und speisen die produzierte Energie ins Netz ein. Realität wurde diese Kategorie, als der Verband der Schweizerischen Elektrizitätswerke (VSE) das Patronat für diese Kategorie übernahm und damit grünes Licht für die Netzeinspeisungen signalisierte.

## 3. Strecke

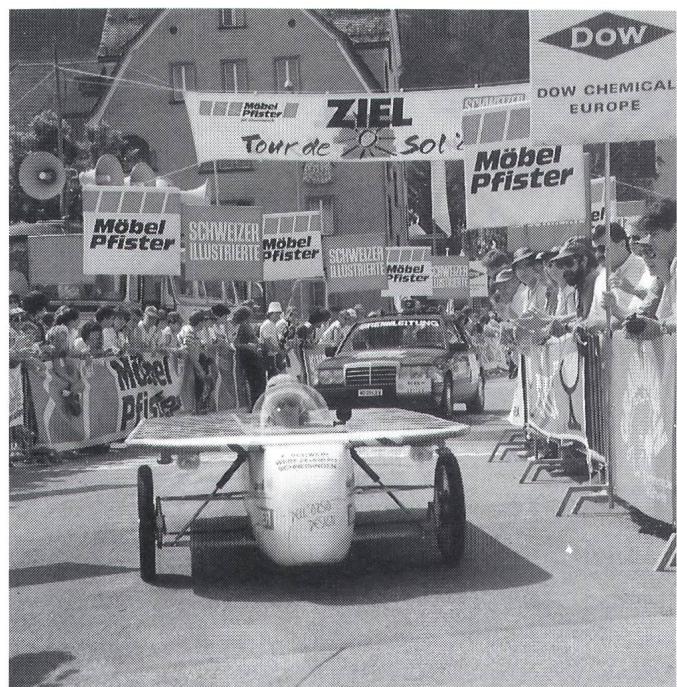
Erklärtes Ziel der Tour de Sol 1987 war eine hohe Ausfallsrate bei den Teilnehmern. Das kann zwar zu Fehlinterpretationen bei den Medien füh-

ren, trennt aber die Spreu vom Weizen und fördert damit den Bau von besseren Solarmobilen.

Deshalb wurde die Streckenwahl gegenüber 1986 ein weiteres Mal verschärft. Die Gesamtlänge der 6 Etappen betrug 441 km. Zwei Etappen waren länger als 100 km und die Höhendifferenz stieg auf 3000 m.

Damit ist ein normales Seriensolar-mobil zweifellos überfordert. Es zeigt sich aber schonungslos, welche Fahrzeugkonzepte zuviel Energie benötigen. Sie scheiden aus.

**Figur 2:**  
Spitzenplätze am laufenden Band auch für die Nummer zwei, Stefan Brägger im «Solaris»-Team.



## 4. Teilnehmerfeld

Für die Tour de Sol 1987 meldeten sich 114 Teams an. Davon stammten 91 aus der Schweiz, die Bundesrepublik stellte 16 Teilnehmer, aus Frankreich wurden 4 Teams gemeldet, aus den USA, Österreich und dem Fürstentum Liechtenstein je 1 Teilnehmer.

Davon blieben nach der technischen Abnahme vor dem Start noch 96 Solarmobile im Rennen. Die wiederum verschärften Anforderungen hatten also das vorzeitige Ausscheiden von 18 Teilnehmern zur Folge.

Die Abnahme wurde zusammen mit Mitgliedern der kantonalen Strassenverkehrsämter durchgeführt. Sie mussten vor allem technische Details beantworten. Der sicherheitstechnische Standard der Solarmobile präsentierte sich aber auch in diesem Jahr auf einem deutlich höheren Niveau als im Vorjahr.

## 5. Rennverlauf

Die Einstrahlung der Sonne erreichte einen Wert von 11% über dem statistischen Mittel. Die Sonnenstrahlung lag damit unter der Einstrahlung von 1986, aber über der von 1985.

Die Teilnehmer starteten in fünf Kategorien. Teilnehmer, die mehr Energie benötigten, als die Solarzellen produzierten, schieden aus, durften aber die Tour de Sol noch fertigfahren, wenn auch ausser Konkurrenz.

Das Verhalten der Fahrer auf der Strecke wurde rigoros überwacht. Sie passierten pro Tag im Minimum eine Geschwindigkeitsmessung mit Radar.

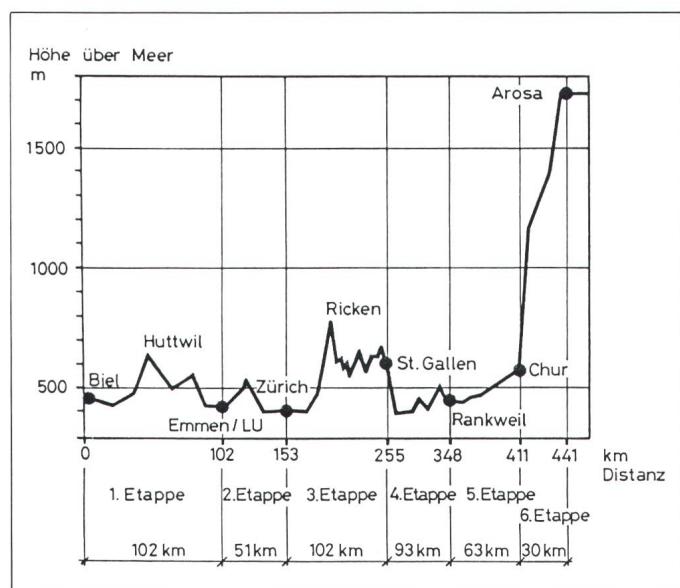
Stationäre und mobile Streckenposten sorgten für eine strikte Einhaltung der Strassenverkehrsgesetze. So kam es zur Situation, dass ein bekannter Tour-de-Sol-Teilnehmer in einer PW-Kolonne innerorts zu schnell fuhr, prompt erwischt wurde und als einziger dieser Kolonne gebüsst wurde.

### 5.1 Kategorie I: «Rennsolarmobile ohne Zusatzantrieb»

Diese ursprüngliche Königskategorie der Tour de Sol versammelt die reinen Solarrenner. Das Ziel in dieser Kategorie ist die möglichst gute Ausnutzung der Energie. Deshalb liegt hier der Schwerpunkt auf modernster Technik und einer überlegten Fahrweise.

Das Patronat dieser Kategorie übernahm die Chemiefirma Dow Chemical Europe, eine Firma, die unter anderem Kunststoffteile für die Automobilbranche liefert.

In dieser Kategorie starteten 27 Fahrzeuge aus vier Ländern. Etwa 10 Teams hatten gute Chancen auf den Gesamtsieg, darunter alle Vorjahressieger. Die Spitze war wiederum dichter als im Vorjahr. Die Durchschnittsgeschwindigkeiten lagen bei den Favoriten durchwegs bei dem erlaubten Maximum von 80 km/h. In der schwersten, dritten Etappe lagen nach über 100 km und der Überquerung des Rickenpasses die drei führenden Solarmobile nur 2 Sekunden auseinander.



**Figur 1:**  
Strecke Tour de Sol 1987, Streckenprofil

# Brown Boveri hat den Leibwächter für Ihre elektrischen Anlagen: Schutzrelais Typ MCX 913



**Vielseitige  
Anwendbarkeit**

**Frei  
kombinierbare  
Schutzfunktionen**

**Feingestufte,  
weite  
Einstellbereiche**

**Dauernde Selbst-  
überwachung**

**Mikroprozessor-  
Technologie**

**Viele Schutz-  
funktionen in  
nur einem Relais**

**BBC**  
BROWN BOVERI

# Schutzrelais Typ MCX 913

- ★ schützt Drehstrommaschinen, Transformatoren und Leitungsabgänge
- ★ erfasst unzulässige Betriebszustände und elektrische Defekte
- ★ warnt und löst aus

## Weitere Eigenschaften:

**Eindeutige  
Informationsausgabe**

**Hilfsspannungs-  
versorgung mit  
Gleich- oder Wechsel-  
spannung in einem  
weiten Bereich**

**Auslösewert-Speicher**

**Wählbare Zuteilung  
der Auslöse-  
und Meldesignale**

**Integrierter  
Betriebsstundenzähler**

**Kompakte Bauweise**

**Wartungsfrei**

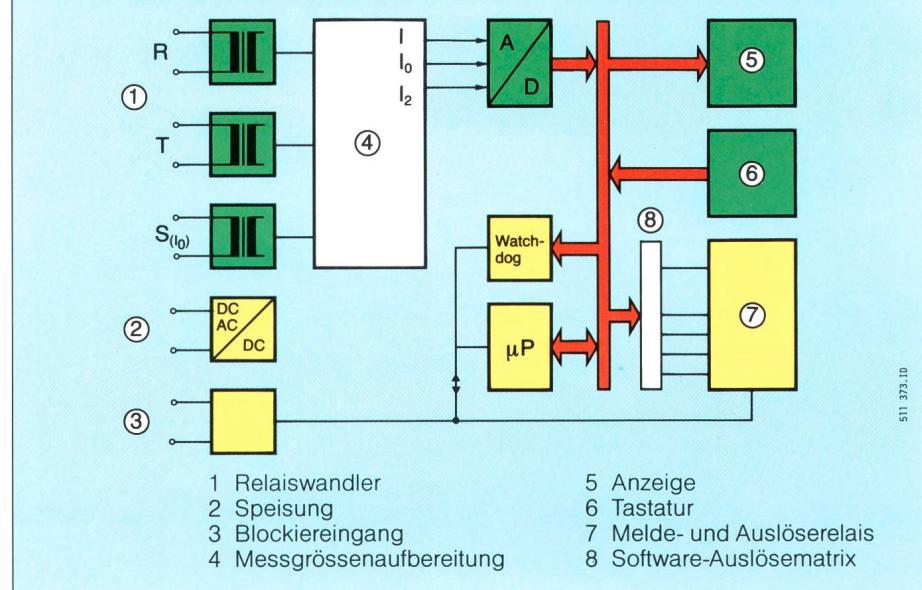
## Schutzwahl

Die Tabelle gibt eine Übersicht über den empfohlenen Schutzmfang für unterschiedliche Schutzobjekte

Relaisfunktion	Schutzobjekte			
	Motor	Generator	Transformator	Leitung
Kurzschlusschutz $I_1 \geq$	●	●	●	●
Anlaufschutz $I^2 t, I_{BL,R}$	●			
Unsymmetrie $I_2$	●	●		
Überlast $\Delta \delta$	●	●	●	●
Erdschlussschutz $I_0$	●	●	○	○
Unterlast $I < I_1$	○			
Reserveschutz $I >$ Überstrom verzögert	●	●	●	●

○ bedingt anwendbar

## Blockschema des Relais MCX 913/912



CH-IT 5054 87 D

Ich wünsche:

- weitere Unterlagen über Schutztechnik
- Telefonkontakt
- Besuch

Name und Vorname

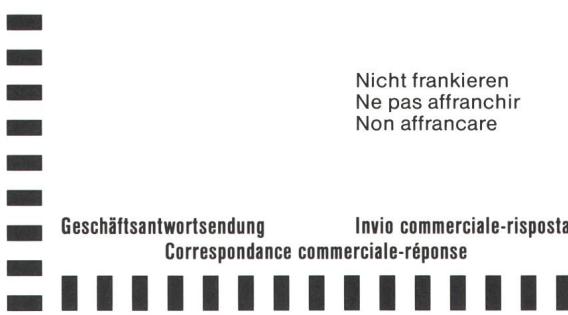
Strasse/Nr.

PLZ/Ort

Telefon-Nr.

Firma

Unterschrift



Nicht frankieren  
Ne pas affranchir  
Non affrancare

Geschäftsantwortsendung  
Correspondance commerciale-réponse

Invio commerciale-risposta  
Correspondance commerciale-réponse

Besuchen Sie uns an der  
INELTEC in Basel  
vom 8. bis 12. Sept. 1987  
(Halle 103, Stand 325)

BBC Brown Boveri AG  
Verkauf Schweiz  
5401 Baden

**BBC**  
BROWN BOVERI

BBC Brown Boveri AG  
Verkauf Schweiz  
5401 Baden

In der Schlussetappe von Chur nach Arosa betrug die Zeitdifferenz zwischen den vier ersten Rennsolarmobilen ganze 91 Sekunden. Trotz der Höhendifferenz von etwa 1200 m und über 200 Kurven auf nur 30 km Strecke wurde ein Schnitt von 46 km/h erreicht. Eine Leistung, die bei den Benzinfahrzeugen sonst nur mit einem Sportwagen erreicht werden kann.

Der Sieger dieser Etappe, Stefan Brägger vom «Solaris»-Team, bestreitet sonst Weltmeisterschaftsrennen für Motorräder.

Die Leistungen der Rennsolarmobile wurden möglich durch die starken Motoren (gegen 4000 W Spitzenleistungen sind heute normal) und extrem belastbare Fahrwerke, die normalen PWs weit überlegen sind.

Erwartet wurde in dieser Kategorie ein Dreikampf «Ingenieurschule Biel» - «Helios-Team Wil» - «Panasonic-Team», der drei Erstklassierten von 1986. Alle Teams verwendeten Gleichstrommotoren mit hohem Wirkungsgrad und investierten viel Zeit und Geld in die Verbesserung ihrer Solarmobile. So wurde dem Vizeweltmeister vom «Helios-Team Wil» eine um 30% bessere Leistung als im Vorjahr attestiert.

Überraschenderweise wurden diese Teams aber bereits in der ersten Etappe von den zwei baugleichen Solarmobilen des «Solaris»-Teams bedrängt. Dabei handelt es sich um eine Fusion der Teams «Krause/Dschen» und «Schweri» von 1986. Krause gilt unter Insidern als Spezialist für getriebelose Wechselstromantriebe. Er referierte zu diesem Thema an der Fachtagung «Solarmobile im Alltag» [1]. Die beiden



Figur 3: Trotz gesteigertem Aufwand – wie im Vorjahr Vizeweltmeister: Erwin Hungerbühler vom «Helios»-Team bei der Einfahrt in Arosa.

«Solaris»-Solarmobile durchbrachen erfreulicherweise auch die «Regel», dass Tausende von Ingenieurstunden und ein sechsstelliges Budget für Spitzenrangierungen unerlässlich sind. Sie gewannen schliesslich drei von sechs Etappen und hatten beide im Gegensatz zu ihren Konkurrenten keine einzige technische Panne. Auch der «Accu Oerlikon»-Bergpreis wurde von den beiden «Solaris»-Fahrzeugen gewonnen.

Neben Fr. 12 000.– Preisgeldern gewann das Team auch die Spedition eines Solarmobils an das «Solar Challenge»-Rennen in Australien vom November 1987 und die Anmeldegebüh-

ren für dieses Rennen im Wert von 2500 australischen Dollar.

Damit gelang in dieser Kategorie nicht nur zwei neuen Namen, sondern vor allem auch einem neuen Antriebskonzept der Durchbruch. Wechselstrommotoren sind für Serienfahrzeuge geeigneter als die eher teuren und weniger robusten Gleichstromantriebe. Die Kategorie I hat damit ihrem Anspruch, neuen Ideen für Serienfahrzeuge zum Durchbruch zu verhelfen, ideal entsprochen. Auch in konstruktiver Hinsicht waren speziell auf dem Kunststoffsektor neue, interessante Lösungen zu sehen.

## 5.2 Kategorie II: «Rennsolarmobile mit Zusatzantrieb»

In dieser Kategorie sollte der guttrainierte Fahrer eine wichtigere Rolle spielen als bis anhin. Das technische Reglement beschränkte deshalb die maximale Leistung des Solargenerators auf  $360 \text{ W}_p$ , im Gegensatz zu den maximal erlaubten  $480 \text{ W}_p$  in der Kategorie I.

Favorit bei den Rennsolarmobilen mit Zusatzantrieb war das «Gridelli»-Team aus Stein am Rhein. Es gewann als einziges zweimal die Tour de Sol in dieser Kategorie.

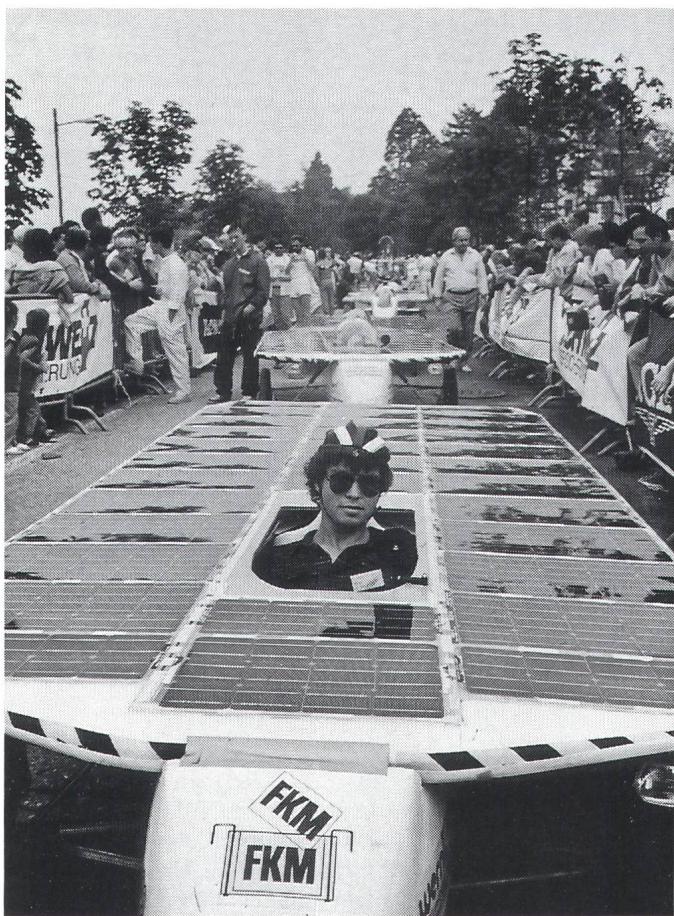
Mit 15 Teilnehmern stieg die Teilnehmerzahl auch in dieser Kategorie an. Am Start waren auch sämtliche Erstklassierten des Vorjahrs.

Bereits in der ersten Etappe von Biel nach Emmen verlor das «Gridelli»-

### Gesamtrangliste Kategorie I Solarmobile ohne Zusatzantrieb

Tabelle 1

Rang	Start-Nr.	Team Fahrer/Vorname, Name	Total Zeit
1	12	Solaris Axel Krause	8,09,09
2	1	Helios Wil Erwin Hungerbühler	8,14,48
3	11	Solaris Stefan Brägger	8,19,51
4	20	Ingenieurschule Biel Paul Balmer	8,22,35
5	42	Panasonic-Solar-Team Willy Stöckli	8,31,46
6	25	Bucher-Leichtbau Peter Stella	8,56,58
7	78	Solarmobilgruppe Burgdorf Werner Huber/Erich Imhof	10,17,17
8	33	K+W-Team Renate Jenni	10,44,01
9	2	STM-Solar-Team Menzingen Robert Küttel	10,53,39
10	45	Ralos-Sport Hansruedi Burch	11,04,55
11	72	Club Electrosolaire Cern Roland Bourgeois	12,28,45
12	70	K.I.W. of Solar Bernhard Wehrli	12,32,07
13	7	Heliox Dominic de Vries	12,40,11
14	49	Kruspan Andreas Kruspan	12,52,05
15	39	M.I.T. Solectron James Worden	14,49,00
16	103	Club français autovoltaïque Anne-Marie-Tonon	16,35,45



**Figur 4:**  
**Sieg in Zürich und**  
**Sieg in St. Gallen:**  
**Der neue Weltmeister Axel Krause aus**  
**Rotkreuz (CH).**

### 5.3 Kategorie IIIa: «Seriensolarmobile ohne Zusatzantrieb»

In den Kategorien IIIa und IIIb wurden die grössten Änderungen im technischen Reglement vorgenommen. Die Solarmobile mussten nun im wesentlichen der «Verordnung über den Bau und die Ausrüstung der Strassenfahrzeuge» (BAV) entsprechen. Viele Teilnehmer kamen denn auch bereits mit einer Strassenzulassung an den Start in Biel oder lösten die Zulassung gleich nach der Tour de Sol 1987.

Dies stellt an die Konstrukteure grosse Anforderungen, gilt es doch, die Vorschriften zu erfüllen und trotzdem ein energiesparendes Solarmobil zu bauen. Das Patronat und damit sämtliche Preise dieser Kategorie übernahm der Touring Club der Schweiz (TCS), der sich, für viele unerwartet, stark an der Tour de Sol engagierte. Mit seiner Präsenz und seiner Mitarbeit an der Tour de Sol 1987 hat der TCS viele neue Sympathien erringen können.

Mit 46 Teilnehmern war die Kategorie IIIa die grösste Kategorie. Dies kommt daher, dass ein Tour-de-Sol-Teilnehmer ein Fahrzeug mit Ge-

Team infolge eines technischen Defektes über drei Stunden und konnte damit jegliche Ambitionen auf die Titelverteidigung begraben.

Damit war die Bahn frei für den Vorjahreszweiten Marcel Friedrich vom Team «Kuhn/Weisser». Er totalisierte drei Tagessiege und einen zweiten Platz. Trotzdem reichte es nicht für den Sieg. Das Solarmobil war in den Steigungen langsamer als das schnittige Fahrzeug von Thomas Jeltsch von der «Oskar-von-Miller-Schule» aus Kassel (BRD).

Vom Aussehen her einem Kategorie-I-Solarmobil ähnlich und mit einem Linearpedalantrieb ausgestattet, wurde hier vorwiegend auf den Elektromotor vertraut. Dies reichte trotz beschränkter Solargeneratorleistung zum Sieg. Dieser ist um so bemerkenswerter, als die «Oskar-von-Miller-Schule» erstmals an der Tour de Sol startete.

Hier findet sich übrigens auch der einzige Wechselstromantrieb bereits auf dem vierten Platz. Er wurde von Daniel Brennwald von den Landert-Motorenwerken aus Bülach eingesetzt. Er war letztes Jahr der erste, der sich, damals noch erfolglos, mit einem Wechselstromantrieb beschäftigte.

### Gesamtrangliste Kategorie II, Solarmobile mit Zusatzantrieb

Tabelle II

Rang	Start-Nr.	Team Fahrer/Vorname, Name	Total Zeit
1	89	Oskar-von-Miller-Schule Kassel Thomas Jeltsch	10,11,23
2	3	Kuhn/Weisser-Gnomon Marcel Friedrich	11,19,17
3	101	Sunnescheich Wolfgang Scheich	12,30,42
4	17	Landert Daniel Brennwald	13,48,17
5	77	Jaeggi/Pfenninger J.P. Jaeggi/P. Pfenninger	15,38,21
6	82	Easyrider P. Wittwer	16,08,05
7	40	Gridelli Peter Bretscher	17,52,17
8	24	Stolz-Solarmobile Marcel Stolz	18,47,40
9	30	Heliodet Detlef Schmitz	21,50,02
10	10	Schmidt/Incaram Ice Coffee Theodor Schmidt	22,55,04
11	36	Jutzi Jürg Jutzi	30,27,47

### Gesamtrangliste Kategorie IIIa Seriensolarmobile ohne Zusatzantrieb

Tabelle IIIa

Rang	Start-Nr.	Team Fahrer/Vorname, Name	Total Zeit
1	55	Solarteam Zumikon Michael Lanker	9,55,38
2	31	Ingenieurschule Biel Jürg Lang/K. Jeanneret	10,18,16
3	29	Mata Hari M. Lüchinger/Herbert Ryf	10,25,10
4	27	Bucher-Leichtbau Martin Winkler	10,45,07
5	26	Bucher-Leichtbau H. Rüttimann/Claire Bucher	11,01,05
6	15	Team Ticino Veicolo Solare A. Trapletti/F. Robbiani	12,17,19
7	48	Rausch-Kräuterhaarpflege-Team René Widmer	14,30,15
8	21	Temcar-Team Roger Tschirky/H.J. Tschirky	25,25,49
9	58	Scholl-Team Pierre Scholl	25,47,16
10	50	Solarmobil-Verein Liechtenstein Walter Erich Haas	26,15,11
11	47	Bonbon-Klein Karl Fridez	30,06,56

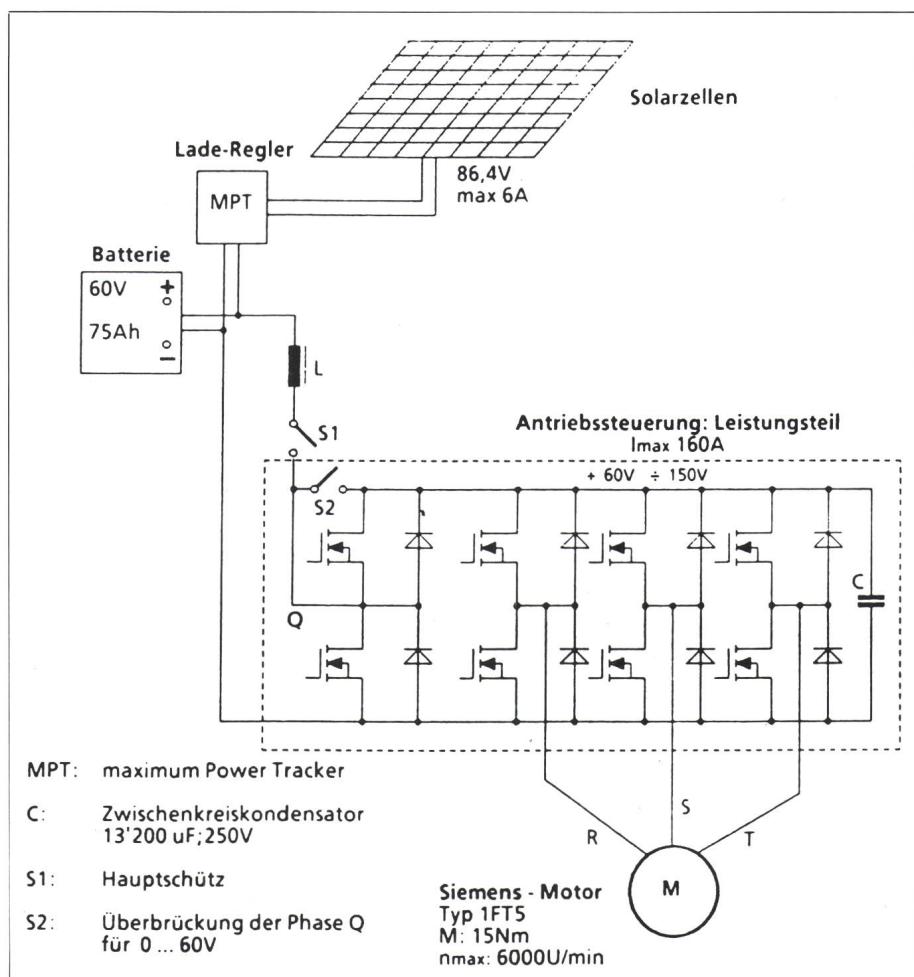
brauchswert bauen will. Bei der Motivation der Tour-de-Sol-Teilnehmer steht ein alltagstaugliches, umweltfreundliches Solarmobil höher als eine schnelle Rennmaschine. Oft werden dann einfach zwei oder drei Solarmobile für verschiedene Kategorien gebaut. Damit ist automatisch für eine Umsetzung der Technologie der Rennsolarmobile gesorgt. Beispiele dazu sind: Bucher Leichtbau, die Ingenieurschule Biel, Solarteam Zumikon und viele andere.

Nicht mehr am Start war Vorjahres Sieger «MEV-1». Dieses Solarmobil stand in der Zwischenzeit dem «Swissmobil»-Projekt der Schweizer Industrie Pate. Das «Swissmobil»-Projekt bezweckt den Bau eines kleinen Elektromobils, eben eines Solarmobils für Kurzstrecken. Nachdem die erste Marktstudie ein Weitermachen für möglich hielt, traute sich von den Initianten Autophon AG und Migros Genossenschaftsbund niemand eine konkrete Fortsetzung zu.

Mittlerweile hat sich die Kunststofffirma Rotaver AG dieses Projekts angenommen und baut bereits die ersten Prototypen. Im Moment werden noch zusätzliche Partner für die weiteren Komponenten gesucht. Damit hat die Tour de Sol schneller als erwartet konkrete Impulse gegeben, bestehen doch neben dem «Swissmobil» einige weitere Projekte für eine Serienfertigung.

In dieser Kategorie galt es zwei Fragen zu klären:

- Bewähren sich die Asynchronantriebe?
- Sind mehrplätzige Solarmobile nicht benachteiligt?



Figur 5: Das Prinzipschema des Antriebes von Axel Krause.

Auch hier wurde das technische Reglement den möglichen Erfordernissen des Marktes angepasst. Mehrsitzige Solarmobile durften entsprechend mehr Solarzellen und Batterien mit-

führen und waren so nicht mehr benachteiligt.

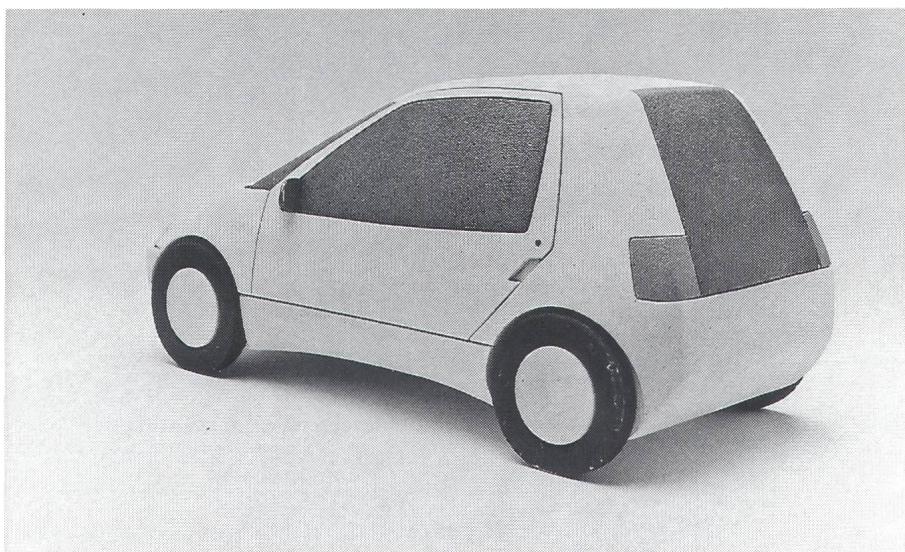
Die maximale Batteriespannung wurde freigegeben, sofern die SEV- und BAV-Bestimmungen eingehalten werden. Damit wurden nun auch hohe Batteriespannungen möglich. So erreichte das «Mata Hari»-Solarmobil eine Batteriespannung von gegen 300 V. Dies bedingt durch die auf dem Markt vorhandenen Asynchronmotoren.

Neben dem «Mata Hari»-Solarmobil verwendeten auch die beiden Solarmobile von Bucher Leichtbau/Ingenieurschule Biel einen Asynchronantrieb. Auch hier wurden neue Fahrzeuge in einer Partnerschaft entwickelt, bei der jeder der Beteiligten für einen Teil des Projektes zuständig war. Es sei vorweggenommen: Diese für die Schweiz noch eher rare Zusammenarbeit Industrie/Lehranstalt bewährte sich vorzüglich.

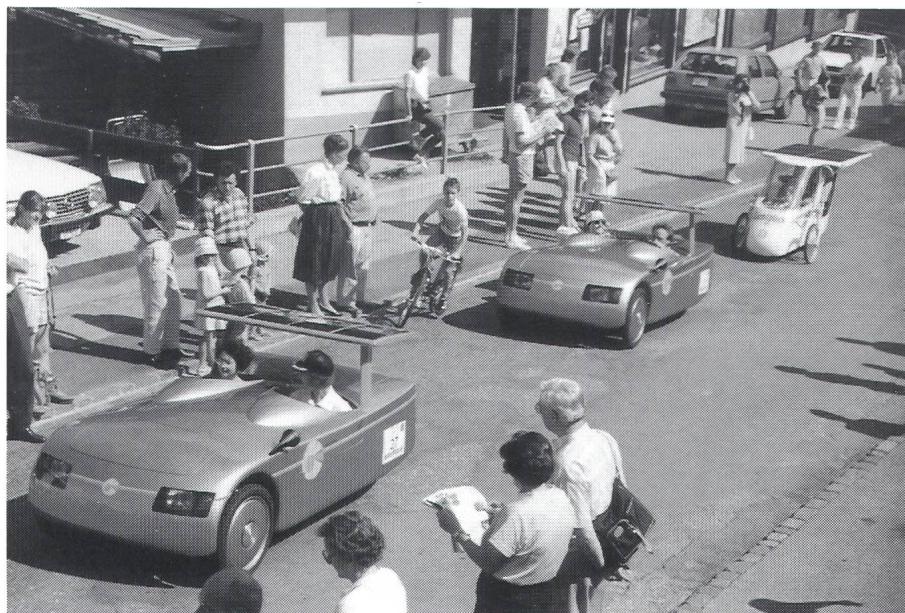
Die Solarmobile von Bucher Leichtbau/Ingenieurschule Biel gewannen nicht nur den «Schweiz-Cup» für das innovativste Konzept, sie waren auch



Figur 6:  
 Mit einem neuen  
 Fahrzeugkonzept  
 zum Sieg –  
 Thomas Jeltsch aus  
 der Bundesrepublik  
 Deutschland bei der  
 Ankunft in Arosa.



Figur 7: Seinen Anfang in der Tour de Sol hat das «Swissmobil» der Firma Rotaver.



Figur 8: Die Solarmobile von Bucher Leichtbau und der Ingenieurschule Biel machten einmal mehr Furore durch ihr zukunftsweisendes Konzept. Dahinter Kategorie-IIIb-Sieger, Rolf Disch.



Figur 9: Chur-Arosa in 48 Minuten: Sieger «Mata Hari» von der Schweizer High-Tech-Firma W+S AG aus Rohr.

ständig in den vorderen Rängen anzu treffen. In der Schlusswertung belegten sie die Ränge 2 und 4.

Den dritten Rang belegte das «Mata Hari»-Solarmobil. Es gewann zudem die Etappe Chur-Arosa. In der Spezialwertung für das «alltagstauglichste Solarmobil» erreichte es den 1. Rang. Dieser Preis war mit 20 000 Franken der höchstdotierte Preis an der Tour de Sol 1987. Diese umfangreiche Wertung wurde von einer Jury verliehen, in der Mitarbeiter verschiedener Bundesämter, eines ETH-Institutes und der Tour de Sol vertreten waren.

Auf den Rängen 2–5 klassierten sich allesamt Solarmobile mit zwei Fahreinnen bzw. Fahrern. Die Ausnahme dieser Regel und damit Weltmeister im Seriensolarmobilfahren ohne Zusatzantrieb war der junge Michael Lanker vom «Solarteam Zumikon». Sein Vater ist der Propagandist und unermüdliche Förderer des «Deltamat»-Automatikgetriebes. Damit lag doch noch ein Gleichstromantrieb ganz vorne.

Dazu beigetragen hat aber sicher auch die Bauweise des Solarmobils von Michael Lanker, das wesentlich kleiner als die Fahrzeuge der Konkurrenz war.

#### 5.4 Kategorie IIIb: «Seriensolarmobile mit Zusatzantrieb»

Pendant zur Kategorie II bei den Seriensolarmobilen ist die Kategorie IIIb. Starten in der Kategorie IIIa eher «Solarautos», so starten in der Kategorie IIIb eher «Solarvelos». Aber auch hier steigt der Trend zu immer stärkeren Motoren und damit höheren Geschwindigkeiten.

Favorit und überlegener Gewinner dieser 20 Solarmobile umfassenden Kategorie war – wie schon letztes Jahr – der Deutsche Rolf Disch von «Disch Design». Damit war Disch auch der einzige Titelverteidiger der Tour de Sol 1987.

«Disch Design» wird übrigens im November auch das einzige deutsche Team sein, das am «Solar Challenge»-Rennen in Australien startet. Schweizer Teams sind immerhin vier gemeldet.

#### 5.5 Kategorie IV: «Netzverbund»

Neue Akzente setzte die Kategorie IV, «Netzverbund», die unter dem Patronat des Verbandes der Schweizerischen Elektrizitätswerke (VSE) stand. Diese Kategorie setzt ein Solarmobil mit den technischen Randbedingun-

## Netzverbund: Elektrofahrzeuge mit Solarstromversorgung

Das Szenario des absolut sauberen, ungefährlichen und immissionsfreien Konzepts für einen Kleinwagen mit einer jährlichen Fahrleistung von etwa 10 000 km und solarer Energiebereitstellung könnte folgendermassen aussehen: pro Elektrofahrzeug werden an geeigneter Stelle (z.B. auf einem Hausdach) etwa 10 m<sup>2</sup> Solarzellen montiert. Die solar generierte Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist und an einer beliebig anderen Stelle zu «Tankzwecken» wieder dem Netz entnommen.

Konzepte, bei welchen die Solarzellen direkt auf das Fahrzeug montiert sind oder als stationäre Anlage ausschliesslich zur Ladung der Bordbatterie dienen, eignen sich für die Praxis nur sehr beschränkt. Der Netzverbund ist vorteilhaft, weil sich die Fahrzeubatterien dadurch an einer beliebigen Steckdose und unabhängig von der jeweiligen Witterung aufladen lassen. Um die Kosten pro Fahrzeug zu reduzieren, können solche Solartankstellen für mehrere Fahrzeuge ausgelegt werden. Besonders vorteilhaft sind Standorte über dem winterlichen Hochnebel an gut besonnter Lage. Hierbei verbessert sich zudem das Verhältnis der Stromproduktion vom Winter- zum Sommerhalbjahr. Die prozentuale Aufteilung der Jahresproduktion beträgt etwa 46% zu 54% für «winterorientierte» Anlagen und rund 40% zu 60% bei Anlagen mit maximaler Jahresenergieproduktion.

Der Netzverbund mit Solarzellenanlagen in der Grössenordnung von 1 bis 10 kW wurde bisher wegen dem teuren und ineffizienten Wechselrichter nahezu verunmöglich. In jüngster Zeit ist via die Firma Alpha Real AG ein modernes Wechselrichterfabrikat aus den USA in der Schweiz verfügbar. Das Gerät erfüllt weitgehend die geforderten Eigenschaften:

Solarenergieanlage  
der Horlacher AG  
mit Netzeinspeisung



- robustes, kompaktes Design
- hoher Wirkungsgrad
- Sinusausgang, Klirrfaktor unter 3%
- Netzüberwachung mit Abschaltung bei Netzausfall
- Potentialtrennung zwischen DC und AC

Das obenstehende Bild zeigt die erste Anlage, welche in der Schweiz mit diesem wegweisenden Konzept ausgerüstet ist. Die entsprechenden Da-

### Technische Daten der Anlage Horlacher AG

#### Solarzellen

Nennleistung bei vollem Sonnenschein	2,5 kW
DC-Nennspannung	48 V
DC-Nennstrom	53 A
Neigungswinkel	30°

#### Wechselrichter

Nennleistung:	3,0 kW
Eingang:	Solarzellen direkt angeschlossen, integrierte Lastanpassung (MPT)
Ausgang:	220-V-Netz, automatische Synchronisation und Abschaltung bei Netzausfall

Pilotanlage:  
Horlacher AG, Möhlin

Projektleitung und  
Solarelektronik:  
Alpha Real AG, Zürich

ten sind in der Tabelle zusammengefasst. Die Solarmodule sind am Dachrand mit einer Neigung von 30° aufgestellt. Damit erreicht man im Sommer (während der Tour de Sol) eine hohe Energieproduktion.

Drei Module sind elektrisch in Serie geschaltet, welche dann im Klemmenkasten auf dem Dach zusammengeführt sind. Von diesem fliesst der Strom über ein kurzes Kabel in den Wechselrichter, welcher unmittelbar unterhalb des Daches plaziert ist. Der AC-Ausgang ist via eine 15-A-Sicherung auf den Hausverteiler geführt.

### Ausblick:

Ein wichtiger Schritt in Richtung der kommerziellen Anwendung der solaren Stromproduktion in das öffentliche Netz ist gemacht. Weitere Schritte sind notwendig, wobei einige bereits initialisiert sind:

- Der Wechselrichter soll in einer verbesserten Version in der Schweiz gebaut werden (Technische Verbesserungen und billiger).
- Es sollen einheitliche und zweckmässige Anschlussvorschriften ausgearbeitet werden.

P. Toggweiler, Alpha Real AG

gen der Kategorien IIIa bzw. IIIb vor- aus. Dazu aber musste eine vom zu- ständigen Elektrizitätswerk bewilligte, netzgekoppelte Solaranlage vorhan- den sein, die mindestens eine Leistung von 500 W<sub>p</sub> pro Solarmobil hatte. Der Tour-de-Sol-Teilnehmer konnte nun am Etappenort eine entsprechende Energiemenge beziehen. Damit entfielen die Solarzellen auf dem Fahrzeug, und es musste auch keine Solartank- stelle mehr mitgeschleppt werden.

Bereits letztes Jahr startete das Öko- zentrum Langenbruck mit zwei Solar- mobilen nach diesem Modus. Auf- grund der positiven Erfahrungen von 1986 und der aufgeschlossenen Hal- tung der Elektrizitätswerke wurde die- se neue Kategorie geschaffen. Schliess- lich meldeten sich sechs Teams in die- ser Kategorie an. Favorit war das Team der «Schweizer Illustrierte» mit dem ehemaligen Formel-1-Fahrer Marc Surer.

Er fand sich auf seinem Fahrzeug, einem «Horlacher», am besten zu- rech. Marc Surer belegte je drei erste und zweite Plätze und wurde damit Weltmeister der Kategorie IV. Dazu verbrauchte er erst noch weniger Ener- gie als die anderen Teilnehmer dieser Kategorie.

Surer konnte zudem wertvolle Anre- gungen geben, was die Konstruktion des Fahrzeugs und die Abstimmung des Fahrwerkes betrifft. Diese besteht aus zwei Kunststoffschwingen mit exotischen Kunststoffen.

## Gesamtrangliste Kategorie IIIb Seriensolarmobile mit Zusatzantrieb

Tabelle IIIb

Rang	Start-Nr.	Team Fahrer/Vorname, Name	Total Zeit
1	112	Disch Design <i>Rolf Disch</i>	9,44,04
2	9	Sunshine-Distrelec <i>Christian Leu</i>	10,15,07
3	113	ADAC Südbaden <i>Veronika Klingmann-Rauch</i>	12,50,21
4	56	Polydent-Lightning-Team <i>Peter Fehlmann</i>	13,08,38
5	99	Kuhn/Weisser-Gnomon <i>Heini Wernli</i>	15,26,50
6	34	Jenni-Solar-Team <i>Martin Neuhaus</i>	16,04,01
7	22	O Solar mio <i>Martin Forster</i>	16,33,09
8	104	SKP <i>Samuel Kunz</i>	19,59,51
9	38	Alexander Marti <i>Alex Marti</i>	25,27,04

## Gesamtrangliste Kategorie IV Netzverbund

Tabelle IV

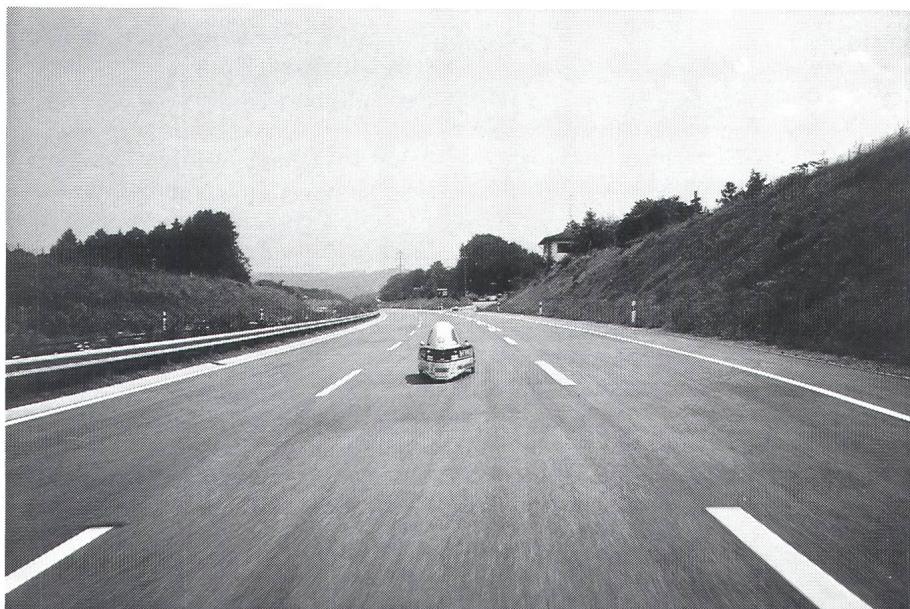
Rang	Start-Nr.	Team Fahrer/Vorname, Name	Total Zeit
1	52	Schweizer Illustrierte <i>Marc Surer</i>	10,00,11
2	87	Haueter-Rufli-Soly-Team <i>Werner Haueter</i>	10,15,40
3	86	Sera-Aquaristik-Team <i>Campoleoni Aldo</i>	12,49,00
3	90	Deux Pneux (Zweirad) <i>Ruedi Humbel/Monika Stucki</i>	13,03,01
4	85	ICI-MODAR-Team <i>Thomas Efler</i>	13,43,11
5	102	Alefa-Ökozentrum Langenbruck <i>R. Horbaty/H.P. Zumsteg</i>	13,45,09
6	116	Ingeno <i>Markus Spiller</i>	21,45,21

Der Strom für Surers Solarmobil kam vom Dach der Firma «Horlacher» in Möhlin. Kurz vor der Tour de Sol wurde dort eine 2,5-kW<sub>p</sub>-Anlage in Be- trieb genommen.

Die Kategorie «Netzverbund» war ein grosser Erfolg. Das Interesse der anderen Teams ist sehr gross. Viele von ihnen interessieren sich ebenfalls für eine Netzeinspeisung. Die Progno- se kann gewagt werden, dass diese Ka- tegorie in wenigen Jahren die meisten Teilnehmer haben wird.

Wichtig sind hier neben den erfor- derlichen Komponenten auch die Elektrizitätswerke, die den Netzein- speisungen positiv gegenüberstehen. Die Zusammenarbeit des VSE mit den interessierten Kreisen, wie dem Sonnenenergiefachverband (Sofas), ist be- reits angelaufen. Dies ist sehr wichtig, gibt es doch neben den technischen auch eine Vielzahl von rechtlichen und tariflichen Fragen zu klären.

Sicher sind diese kleinen Anlagen für die Elektrizitätsproduktion der Schweiz im Moment vernachlässigbar. Sie sind aber ein Anfang, der auch für die Schweizer Industrie eine Chance bedeuten kann, entsteht doch hier ein neuer Markt für elektrische Ausrüs- tungen. Es ist zu erwarten, dass wegen der Tour de Sol die Schweiz auf dem Gebiet der netzgekoppelten photovoltaischen Anlagen zu den heute führen- den USA aufschliessen kann.



Figur 10: Klein und schnell war das Solarmobil von Michael Lanker. Hier bei der Eröffnung der Stadtautobahn St. Gallen.

## 6. Seriensolarmobile

Wichtiger als schnelle Solarmobile sind Seriensolarmobile, die diesen Namen aufgrund einer relevanten Stückzahl auch verdienen. Der Umwelt ist mit ein paar umweltfreundlichen Fahrzeugen alleine nicht geholfen.

Man muss sich aber im klaren über den möglichen Zeitraum sein, in dem sich eine solche Entwicklung abspielen kann. Pro Jahr werden in der Schweiz etwa 300 000 Autos verkauft. Soll auch nur ein Drittel dieser Fahrzeuge durch Solarmobile ersetzt werden, so machen diese 100 000 Fahrzeuge bei einem Stückpreis von angestrebten 10 000.- Franken bereits einen Gesamtumsatz von einer Milliarde Schweizer Franken aus. Dies ist bereits eine gewaltige Grösse für den Wirtschaftsraum Schweiz, die nicht in wenigen Jahren zu schaffen ist. Es ist gut möglich, dass diese Menge in der Schweiz gar nie produziert wird, weil die Produktion bereits im Ausland stattfindet. Am meisten Interesse zeigen hier wieder einmal die Japaner.

Sicher ist aber, dass die ersten Serienfahrzeuge im Moment nur aus der Schweiz kommen können. Diese Arbeit wird uns niemand abnehmen. Die Schweiz ist heute auf diesem Gebiet führend.

Dies haben auch einzelne Bundesstellen erkannt. So wird das Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) am «Salon international de l'Energie 1987» in Genf Anfang September am «Schweizer Stand» ausschliesslich Solarmobile und deren Komponenten präsentieren. Darunter werden sich alle bekannten Prototypen und Produzenten finden. So wird erstmals der Technologieträger des «Swissmobil» einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. In einem 1:5-Modell wird das definitive Fahrzeug zu sehen sein.

Die wichtigsten Antriebe der Tour de Sol 1987 sollen ebenfalls gezeigt werden. Damit präsentieren sich die relevanten alltagstauglichen Solarmobile der Schweiz erstmals auf Initiative des Bundes an einer Ausstellung.

In dieses Bild passt auch die rege Anteilnahme von Parlamentariern verschiedenster Parteien, des Beraters von Bundesrat Leon Schlumpf und von vielen bekannten Grössen der Schweizer Wirtschaft, die sich alle persönlich an einem der sieben Etappenorte der Tour de Sol zeigten.

Obwohl das Interesse der Politiker und Behörden – auch Bundesrat Leon Schlumpf schickte ein Gratulations-

**Figur 11:**  
Umschwärmt  
Mittelpunkt an den  
Etappenorten war  
Marc Surer, der  
Weltmeister der  
Kategorie IV «Netz-  
verbund» auf  
«Horlacher».



schreiben zum Start der Tour de Sol 1987 – gross ist, hat es sich noch nicht in einer entsprechenden Förderung der Solarmobile niedergeschlagen. Speziell für die Grundlagenforschung wäre hier eine vermehrte Unterstützung wünschenswert.

Mindestens so wichtig ist aber die Initiative der Schweizer Industrie. Solarmobile entstehen nur dann in der Schweiz, wenn sich die Industrie entsprechend beteiligt. Entsprechend müssen sich auch die heutigen Konstrukteure vermehrt den Erfordernissen des Marktes anpassen und ihre Kräfte konzentrieren.

Bereits haben ja die ersten Hersteller von Solarmobilen eine Typenzulassung für ihre Modelle. Sie haben auch erkannt, dass sie sich zusammenschliessen und neue Firmen gründen müssen. Wer sich hier nicht flexibel genug verhält, ist bald weg vom Fenster. Entsprechende Beispiele waren an der Tour de Sol 1987 zu sehen.

## 7. Interpretation der Resultate

Von 96 gestarteten Solarmobilen erreichten noch 53 in ihrer ursprünglichen Kategorie das Ziel in Arosa. Die restlichen 43 Solarmobile mussten zur Netzsteckdose greifen oder gaben das Rennen auf. Dazu gehören natürlich die Teilnehmer mit zu schweren Fahrzeugen und einem entsprechend hohen Energieverbrauch. Mit der anspruchsvollen Streckenwahl werden die Tour-de-Sol-Teilnehmer jeweils gezwungen, sparsame Solarmobile zu konstruieren.

In Arosa trafen schliesslich noch 74 Solarmobile ein. Damit wurde die angestrebte hohe Ausfallrate erreicht.

Einige Teilnehmer kapitulierten auch vor der schweren Schlussetappe nach Arosa und verzichteten auf einen Start. Ein Beispiel mehr, das zeigt, dass sich die Tour-de-Sol-Teilnehmer sehr vernünftig und immer auf ihre Si-

cherheit bedacht verhielten. Das Verhalten im Strassenverkehr hat sich einmal mehr verbessert. Mit einem ausgeklügelten Zeitstrafensystem konnte das in der 1. Etappe aufkommende Rennfieber gezügelt werden.

Problematisch ist der heutige Modus für die Rennsolarmobile der Kategorie I. Hier wird die Fahrgeschwindigkeit durch den Verkehrsfluss bestimmt. Die Rennsolarmobile können ihre Möglichkeiten gar nicht mehr voll ausschöpfen. Für 1988 ist also ein neuer, noch anspruchsvoller Modus gefordert.

## 8. Ausblick: Tour de Sol 1988

Gemessen am Ziel, Solarmobile in grossen Serien zu bauen, steht die Tour de Sol erst ganz am Anfang. Es hat sich aber gezeigt, dass die Tour de Sol ein guter Katalysator ist, um die Kräfte der Konstrukteure auf ein Ziel zu konzentrieren.

Die Tour de Sol wird deshalb in einem grösseren Zeitrahmen geplant. Bereits sind die ersten Etappenorte für 1988 bekannt. Der Start wird am 27. Juni 1988 auf der offenen Radrennbahn in Zürich-Oerlikon sein. Die Route soll in die Westschweiz führen, sofern sich dort genügend Etappensponsoren finden lassen.

Rennmodus und das technische Reglement werden weiter angepasst, damit die Tour de Sol ihre Wirkung als Katalysator für die Entwicklung alltagstauglicher, umweltfreundlicher Fahrzeuge behalten kann.

### Literatur:

[1] «Solarmobile im Alltag», S. 127, Referatsband der Tagung vom 17. Januar 1987. Bezug: Tour de Sol, Postfach 73, 3000 Bern 9

## ERSTE HILFE PREMIERS SECOURS PRIMI SOCCORSI

### Die neuen Erste-Hilfe-Tafeln sind eingetroffen

Format	Mitglieder	Nichtmitglieder
297×420 mm	Fr. 21.-	Fr. 26.-
297×210 mm	Fr. 15.-	Fr. 20.-

#### Bestellungen:

Die Erste-Hilfe-Tafeln sind zu beziehen beim  
**Schweiz. Elektrotechnischen Verein**  
 Drucksachenverwaltung  
 Postfach  
 8034 Zürich  
 Tel. 01 / 384 92 37 oder 38

Für Bestellungen vor dem 31.12.1986 wird ein genereller Einführungsrabatt von 15% gewährt (kein Mengenrabatt).

Porti, Frachten und Verpackung gehen zu Lasten des Bestellers.

#### Anmerkung:

Gemäss Verfügung des Eidg. Starkstrominspektors müssen bis zum **31. Dezember 1987** sämtliche bisherigen Erste-Hilfe-Tafeln durch die neuen Tafeln Ausgabe 1986 ersetzt werden.

### Les nouvelles plaques de premiers secours sont disponibles

Format	Membres de l'ASE	Non-membres
297×420 mm	Fr. 21.-	Fr. 26.-
297×210 mm	Fr. 15.-	Fr. 20.-

#### Commandes:

Veuillez commander les plaques premiers secours à  
**Association Suisse des Electriciens - ASE**  
 Administration des Imprimés  
 Case postale  
 8034 Zurich  
 Tél. 01 / 384 92 37 ou 38

Il n'y a pas de rabais de quantité, mais les commandes passées avant le 31.12.1986 bénéficient d'un rabais général de lancement de 15%.

Frais d'affranchissement, de port et d'emballage à la charge du client.

#### Remarque:

Conformément à une décision de l'Inspection fédérale des installations à courant fort (STI), les nouvelles plaques premiers secours édition 1986 sont obligatoirement à substituer avant le **31.12.1987** à tous les modèles antérieurs.

## ERSTE HILFE PREMIERS SECOURS PRIMI SOCCORSI