

Aktiv an der Tour de Sol '86 beteiligt

Ein Bericht von DGS-Mitglied Michael Trykowski

Die DGS-Sektion Mittelfranken hatte sich bereits an der Tour de Sol '85 aktiv beteiligt. Das bedeutete zwar eine in jeder Beziehung große Anstrengung, war aber Ansporn genug, auch in diesem Jahr wieder mitzufahren. Mit einem besseren Fahrzeug natürlich und dem festen Willen, sich nicht abhängen zu lassen. Hier berichtet der Teamchef über Sorgen, Nöte und Freuden, die seiner Mannschaft und ihm als Fahrer von den konzeptionellen Überlegungen zum Fahrzeug über dessen Bau bis zum Passieren der Ziellinie begegneten. Eine spannende Geschichte, die von Pioniergeist durchweht ist.

Nachdem wir bereits an der ersten Tour de Sol teilgenommen hatten, war es völlig klar, daß wir 1986 wieder dabei sein würden. Zwar hatten wir die Strapazen und den Ärger vor und während des Rennens keineswegs vergessen, — wir wußten noch sehr wohl, wie oft uns die Achse gebrochen war und daß die Batterie irgendwann so leer war, daß nur noch Schieben half —, trotzdem oder gerade deswegen wollten wir wieder dabei sein. In den wenigen Momenten, da das Fahrzeug einwandfrei funktionierte, hatten wir festgestellt, wie schön dieses Fahren ohne Gestank und Lärm, ohne Gedanken an Benzinpreise und Umweltvergiftung sein kann.

Und so fingen wir wieder an zu planen. Natürlich sollte diesmal alles besser werden, leichter, schneller und vor allem zuverlässiger. Die Idee, mit zwei verschiedenen Fahrzeugkonzepten an den Start zu gehen, wurde beibehalten. Es entstanden letztendlich sogar drei verschiedene Fahrzeuge im mittelfränkischen Raum mit völlig unterschiedlichen Entwurfansätzen. Wir wußten sehr wohl, daß wir damit unsere Kapazitäten völlig erschöpfen würden. Aber diese konstruktive Konkurrenz hat den Vorteil, daß Erfahrungen wesentlich intensiver und auf breiterer Ebene gesammelt werden können. So entstanden in Mittelfranken folgende Fahrzeuge:

1. Ein Tandem, das bei Bedarf durch Pedaltreten zweier Passagiere fortbewegt werden kann. Dieses Konzept eines verkleideten Fahrrads mit zusätzlichem Solarantrieb wird sich in der Praxis am ehesten durchsetzen, da hier im Normalfall die Solarzellenfläche verringert und/oder bei ungenügender elektrischer Energie trotzdem weitergefahren werden kann. Das Gefährt ist für den ausgesprochenen Nahverkehr bis zu einer Geschwindigkeit von rund 60 km/h geeignet. Mit dem doppelten Antriebssystem ist aber doch einiger mechanischer Aufwand verbunden. Leider wurde deshalb der Pedalantrieb nicht mehr rechtzeitig fertig, so daß wir nur mit Motor fahren konnten. Ich hoffe, daß wir nächstes Jahr das Fahrzeug ausgereift einsetzen können.

2. Ein Vespa-Mobil mit Solarantrieb als Stadtfahrzeug. Dieses Fahrzeug hat als echtes Auto den Vorteil, daß zum größten Teil auf ein vorhandenes Konzept zurückgegriffen werden kann, was

sich z. B. in bezug auf Zuverlässigkeit, Sicherheit und damit auch auf die TÜV-Zulassung positiv auswirkt. Dieses Fahrzeug wurde das erste in Deutschland zugelassene Solarmobil. Nachteilig ist, daß das Grundmodell zu viel Energie verbraucht, weil es zu schwer ist und zu großen Luftwiderstand hat. Trotzdem ist es bei diesem Rennen (bei allerdings optimalem Wetter) die gesamte Tour de Sol mitgefahren, ohne ans Netz gehen zu müssen. Dies zeigt eigentlich sehr deutlich, was bei einem optimalem Konzept auch bei normalem Wetter möglich wäre.

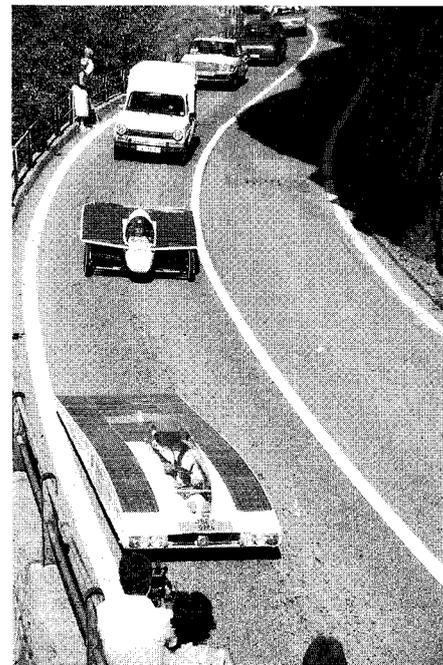
3. Das letzte Fahrzeug startete in der Klasse der Renn-Solarmobile. Dem Entwurf lag der Gedanke zugrunde, alle Komponenten möglichst kompromißlos zu optimieren, um das mit Sonnenenergie maximal Machbare zu erforschen. Ziel ist also die weitestgehende Verringerung des Energieverbrauchs, um so eine maximale Geschwindigkeit bzw. Reichweite zu erzielen. Hier kann man

Ein neues Fahrzeugkonzept

Ursprünglich war ein SOFA II (Solarfahrzeug, zweite Entwicklung) mit schmalem Rumpf und freiliegender vorderer Radaufhängung sowie oben aufliegender Solarfläche geplant. Dieses Konzept hätte zwar eine sehr geringe Stirnfläche erlaubt, durch die Verwirbelung an der Radaufhängung erreichten wir aber im Windkanal nur einen c_w -Wert von 0,35, der für ein Energiesparauto zu schlecht ist.

Erfreulicherweise bot uns die Firma Continental an, spezielle Reifen mit sehr geringem Rollwiderstand ($c_w = 0,0035$) und einem Durchmesser von 39 cm anzufertigen. Das Entwurfsproblem bestand bisher immer in der Unterbringung der großen ebenen Zellenfläche und der nach bisheriger Meinung notwendigen großen Räder zum Erreichen eines geringen Rollwiderstandes. Mit den neuen Rädern waren wir nun in der Lage, ein völlig neues Konzept (SOFA III) auszuarbeiten, das ein voll verkleidetes Fahrwerk vorsah. Wir erreichten hier bei fast gleicher Stirnfläche von 0,45 m² einen c_w -Wert von etwa 0,2.

Dieses Konzept war nun auch viel eher eine Fortsetzung der Entwurfsidee von 1985 (SOFA I), die wir wegen der damals zu großen Räder und der damit verbundenen zu großen Stirnfläche fallenlassen mußten. Die Pläne für SOFA



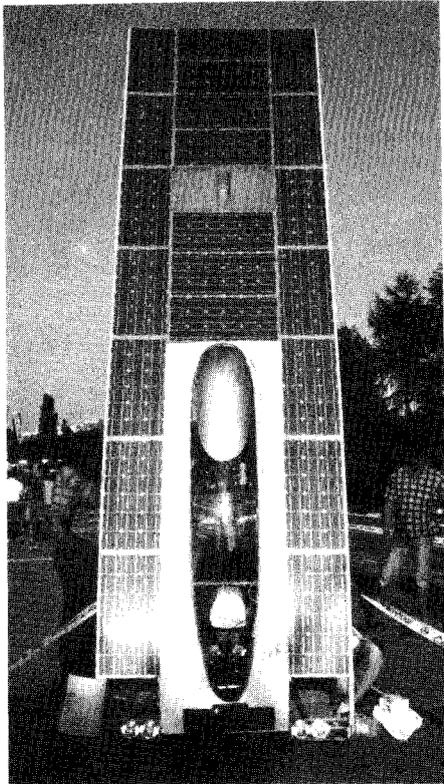
Im Vordergrund Fahrzeug der DGS-Sektion Mittelfranken mit Michael Trykowski am Steuer; aufgenommen von Arthur Thyl Steinemann etwa 500 m unterhalb des Brünigpasses.

sehr gut bei Veränderung einzelner Komponenten den entsprechenden Einfluß auf das Gesamtkonzept feststellen. Nachdem ich hauptsächlich bei diesem Fahrzeug engagiert war, werde ich das Geschehen im folgenden aus dieser Sicht rekapitulieren.

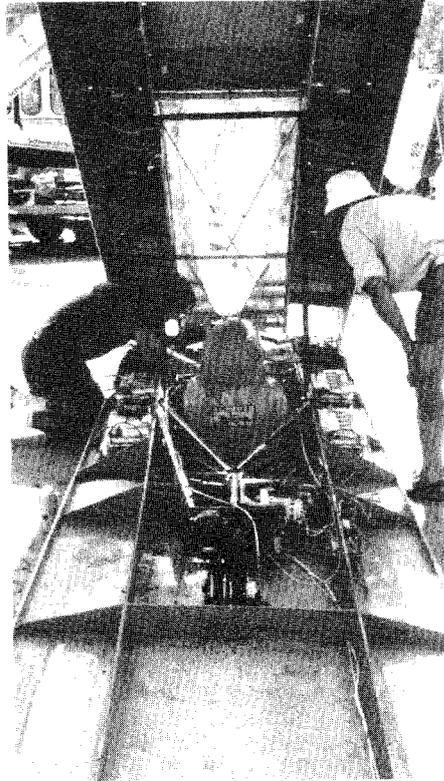
II waren aber fertig, das erste Material war bereits gekauft. Nach einer schlaflosen Nacht und einer langen Vorstandssitzung entschlossen wir uns, die Chance dennoch zu nutzen und das neue Konzept auszuarbeiten und zu verwirklichen. Ostern 1986 waren die neuen Pläne fertig. Obwohl wir sehr früh mit dem Projekt angefangen hatten, war die Zeit wieder einmal sehr knapp geworden.

Das fertige Konzept sah als Kern einen tragenden Gitterrohrrahmen aus Chrom-Molybdän-Rohren der Firma Mannesmann vor, an denen die Radaufhängung, vorne Doppeldreiecksquerlenker, hinten Einarmschwinge, befestigt war. Den Rahmen ließen wir uns aus Sicherheitsgründen für viel Geld von einem Profi anfertigen, da unsere Berechnungen immerhin eine theoretische Höchstgeschwindigkeit von 104 km/h ergeben hatten.

Auf der Suche nach einem für uns geeigneten Federungssystem erhielten wir durch Zufall die Adresse der Firma Elastogran, einer Tochter der BASF. Wir brauchten Federungselemente, die leicht sind, kompakt und trotzdem bei geringen Fahrzeugmassen eine gute Dämpfungs- und Federungscharakteristik aufweisen. Von der Elastogran erhielten wir sie.



Ein Blick auf und unter die Abdeckung des Solarmobils der DGS-Sektion Mittelfranken offenbart gleichermaßen Phantasie und Präzision von der Konzeption bis zur Realität.



Sandwichkonstruktion für die Zelle

Als Außenhaut und Tragkonstruktion für die Zellenfläche nahmen wir eine Kevlar-Schaum-Sandwichkonstruktion, die sich durch ein extremes Festigkeits/Gewichtsverhältnis auszeichnet. So hat Kevlar z. B. bei gleichem Gewicht im Vergleich zu Stahl die fünffache Zugfestigkeit! Das Material selbst wurde uns mit den notwendigen Berechnungen dankenswerterweise von Du Pont zur Verfügung gestellt. Wir selbst waren außer beim GFK absolute Laien auf diesem Gebiet der Kunststoffverarbeitung. Nach einigen Anfangsschwierigkeiten (Kevlar kann nur mit Spezialscheren geschnitten werden) ging die Arbeit aber erstaunlich gut voran.

Unser Team hatte sich inzwischen auf bis zu zehn Personen mit wechselnder Besetzung erhöht, die mit Sorge den Starttermin immer näherkommen sahen. Aus Zeitgründen fertigten wir die Außenhülle aus Kunststoff unabhängig von dem Gitterrohrrahmen, was uns einige unruhige Gedanken bescherte. Am 3. Juli kam endlich der Rahmen, und, erstaunlich genug, alle Kunststoffteile einschließlich der zuerst gefertigten Haube paßten.

Nun konnten wir auch endlich die kostbaren Solarzellen montieren. Diese waren uns zusammen mit einer großzügigen finanziellen Unterstützung für alle drei Fahrzeuge von Siemens zur Verfügung gestellt worden. Schon die ersten Messungen ergaben, daß sie ihre Pflicht entsprechend den Datenblättern mehr als ausreichend erfüllten; wir waren von der Leistungsausbeute, auch während des Rennens, begeistert.

Die Batterien, die leider immer noch das schwerste Bauteil eines Elektrofahrzeuges darstellen, wurden für uns von Sektionsmitglied Möhrstedt, IBC, in Zusammenarbeit mit Varta extra projektiert und zur Verfügung gestellt. Die Batterien mit einem Gesamtgewicht von 96 kg (das fertige Fahrzeug wog 200 kg) hatten immerhin ein Leistungsgewicht von knapp 50 Wh/kg bei 10stündiger Entladung. Für uns aber war besonders wichtig die Entladecharakteristik bei kurzer Entladezeit, hier 25 A/48 V bei 3 Stunden. Die Batterien bereiteten uns diesmal überhaupt keinen Kummer. Bedingt durch das Wetter lag die maximale Entladung bei 2,2 kWh von max. 4,5 kWh.

Zwischenzeitlich war auch (zwei Wochen vor dem Start) das langersehnte Antriebsaggregat eingetroffen. Dieser Deltamat-Antrieb stellt z. Zt. wohl das Ausgereifteste seiner Art dar. Er besteht aus einem Bosch-Motor mit 1400 W Nennleistung, 2 kW Spitzenleistung bei 48 V und einem stufenlosen Reibradgetriebe mit Drehmomentwaage. Sowohl der Motor als auch das Getriebe haben Wirkungsgrade zwischen 92 und 94 Prozent. Dafür kostet dieses Aggregat von Delta/Schweiz aber auch noch 3500 sfr. Der Motor hat sich auch im Einsatz voll bewährt. Nur zu Beginn mußten wir lernen, daß ein Elektromotor doch nicht dasselbe ist wie ein Verbrennungsmotor. Gibt man zu schnell Gas, zieht er beim Anfahren zu viel Strom, wird entmagnetisiert, fallen nach einigen Kilometern die Kohlen glühend heraus, wenn man keine Strombegrenzung

hat. Natürlich hatten wir auch keine, und natürlich war am Abend vor dem Start der Motor am Ende.

Zu unserem Glück zählte der Konstrukteur des Motors auch zu den Teilnehmern. Mit seiner und der Hilfe des Spezialisten der Herstellerfirma gelang es uns, nach einer langen Nacht in Freiburg am Morgen mit neuem Motor und neuen Erfahrungen zu starten.

Die Rallye

Der erste Renntag war wirklich schön. Ich konnte mir endlich in Ruhe die verschiedenen Fahrzeugkonzepte anschauen, nachdem wir glücklich unsere Fahrzeugabnahme gemeistert hatten. Das Weiter war bestens, die Zuschauer waren begeistert, die Aktiven stellten sich auf dem plötzlich zu kleinem Gelände auf. Über 80 Fahrzeuge hatten sich diesmal zum Rennen gemeldet.

Und dann ging es los. Unser Fahrzeug hatte mit Startnummer 14 einen recht guten Platz. Die Strecke war wunderschön, ohne große Hindernisse und ich merkte, wie gut der Wagen fuhr. Wie ein normales Auto zog er ruhig dahin, beschleunigte zügig, hatte eine exzellente Straßenlage und brauchte vor allem nur sehr wenig Energie. Plötzlich war auch schon das Ziel da und wir hatten den dritten Platz auf der ersten Etappe gemacht.

Natürlich schlug die Meldung in unserem Team und auch daheim in Erlangen ein wie ein Bombe. Wir glaubten schon vorher an unser Konzept, aber nun wußten wir, daß es gut ist. Verbrauch hatten wir auf dieser Strecke von 63 km 1,003 kWh bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 56 km/h; das bedeutet einen Energieverbrauch von von 1,59 kWh auf 100 km. Berechnet hatten wir einen Energiebedarf von 2 kWh bei konstant 100 km/h. Wir lagen also nicht schlecht, wenn man einen Energiegewinn während der Fahrt von 300 bis maximal 440 W berücksichtigt.

Abends überholten und verbesserten wir noch die Bremsen, die als Trommelbremsen aus einem Tandem zwar sehr einfach und kompakt waren, aber in der Leistung doch Schwächen zeigten. Sie sollten auch bis zum Schluß unser Sorgenkind bleiben. Das Fahrzeug war für diese Bremsen einfach zu schnell. Aber wer hätte gedacht, daß bei einem Solarmobil Bremsen wichtig werden. 1985 versuchte jeder möglichst ohne Bremsen auszukommen, um Energie zu sparen. 1986 war soviel Energie vorhanden, daß wie bei einem normalen Rennen gefahren wurde: möglichst spät voll runterbremsen, rein in die Kurve und Gas geben. In Anbetracht der Geschwindigkeit montierten wir noch schnell den 6-Punkt-Sicherheitsgurt, an den wir vorsorglich gedacht hatten und der uns von der Firma Schroth gestiftet worden war. Wir waren die einzigen mit Sicherheitsgurt; bei Spitzengeschwindigkeit von über 110 km/h eigentlich notwendig. Auch die Haube wurde endgültig montiert, die wir vorher aus Sorge vor Temperaturproblemen für den Fahrer weggelassen hatten. Aber nun wollten wir es wissen. Mit Haube und optimalem

c_w -Wert mußte das Fahrzeug eigentlich noch besser sein. Irgendwann nach Mitternacht waren dann das Fahrzeug und auch wir endgültig fertig.

Am zweiten Tag in Basel waren wir natürlich sehr nervös. Wir wußten, daß wir echte Chancen hatten, die Sache wurde ernst. Prompt fuhr ich bei den Vorbereitungen zum Start der Nr. 2 vor mir unter das Heck, weil ich zu früh den Kontakt geschlossen hatte. Schon hatte die neue Haube ein paar Kratzer, aber auch ihre Stabilität bewiesen.

Die Strecke war diesmal anstrengender. Wir hatten den oberen Hauenstein mit 200 m Höhenunterschied zu bezwingen. Die Straßen wurden immer verwinkelter, die Dörfer zahlreicher, auch die zahlreichen Zuschauer und Fernsehteams. Lastwagen und Touristenautos machten das Fahren nicht gerade einfacher. Die Strecken waren wie 1985 nicht abgesperrt und voll mit dem normalen Verkehr.

Diesmal brauchten wir für 87 km 1,68 kWh und 2 Std., d.h. bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 43,1 km/h 1,93 kWh auf 100 km. Man sieht deutlich, das Rennen wurde härter und langsamer durch die Hindernisse. Trotzdem hatten wir den 2. Platz auf dieser Etappe gemacht. Probleme hatte vor allem mein Begleitfahrzeug, das am ersten Tag 3 und am zweiten Tag 4 Stunden nach mir eintraf. Es kam einfach im Verkehr nicht durch und die Solarmobile waren zu schnell. Bei den weiteren Etappen wartete es bereits auf der Strecke, um anschließen zu können. An diesem Abend in Brügg polierten wir nur unsere Haube und stellten Versuche mit einer kleineren Übersetzung an, um eine höhere Endgeschwindigkeit zu erreichen. Nachdem wir aber am nächsten Morgen verwahrt wurden, da man uns den Hauenstein mit 110 km/h hinunter fahren gesehen hatte, bauten wir wieder das große Ritzel ein, um wenigstens die Beschleunigung zu erhalten.

Fast ganz vorn

An diesem Morgen in Brügg war alles in Aufregung. Wir als deutsches Fahrzeug standen an zweiter Stelle der Startaufstellung. Man merkte doch, daß die Schweizer ein ausgeprägtes Nationalbewußtsein hatten, daß nun ernsthaft bedroht wurde. Und dann ging es los. Nach dem Startzeichen begann das Spitzenfahrzeug heftig zu rucken und kam nicht vorwärts. Wie sich später herausstellte, war die Elektronik ausgefallen. Plötzlich führte ich das Feld an. Ich wußte, daß ich als Spitzenfahrzeug und dazu noch als deutscher Teilnehmer von der Rennleitung besonders kritisch beobachtet werden würde. Ich hatte meine Verwarnung gerade erst bekommen, Zeitstrafen waren angedroht und mein Tacho war nicht gerade zuverlässig. So blieb mir nichts anderes übrig, als das Feld durch zahlreiche Dörfer brav mit 50 km/h anzuführen. Hier zeigte sich das inzwischen ernst gewordene Problem der Spitzengruppe: Man war zu schnell für die normale Straße

geworden, Spitzengeschwindigkeit war nicht mehr entscheidend, Zufälle wie Ampeln und Omnibusse entschieden über die Zeit. Auf der Strecke wäre mir beinahe noch eine Kutsche mit durchgehendem Pferd in die Kanzel gesprungen, was natürlich zu Aufregung und einem großen Bild in der Schweizer Illustrierten führte.

Schadenfreude

Dann passierte es. Wenn man sich schon klammheimlich über den Ausfall des ersten Fahrzeugs freut! Plötzlich drehte der Motor durch. Wir schoben das Fahrzeug schnell zu einer glücklicherweise an der Straße liegenden Werkstatt und stellten den Schaden fest. Der Freilauf hatte sich von der Nabe gelöst. Nach längerem Probieren konnten wir den Freilauf von der hinteren Nabe mit Klebpaste auf die Nabe eines Vorderrades mit Preßpassung mittels wuchtiger Hammerschläge montieren. Unser Maschinenbauer war in diesem Fall erfreulicherweise ungenau gewesen und hatte die sonst gleiche Nabe vorne etwas größer überdreht. Nach vielen Schweißtropfen und über einer Stunde Reparaturzeit war ich wieder auf der Strecke. Die Laune war auf dem Gefrierpunkt. Als 20. erreichten wir schließlich das Ziel und fielen in der Gesamtwertung vom 2. auf den 8. Platz zurück.

Die vierte Etappe von Bern nach Interlaken verlief problemlos. Nur das nach der Gesamtwertung startende Feld mußte ich nun leider erst überholen, um wieder Anschluß an die Spitzengruppe zu bekommen. Das war aber verkehrsbedingt nicht möglich. Fahrzeug 2 bis 5 (unser Sofa) erreichten das Ziel in geschlossener Formation. Immerhin waren wir in der Gesamtwertung um einen Punkt auf Platz 7 hochgerutscht.

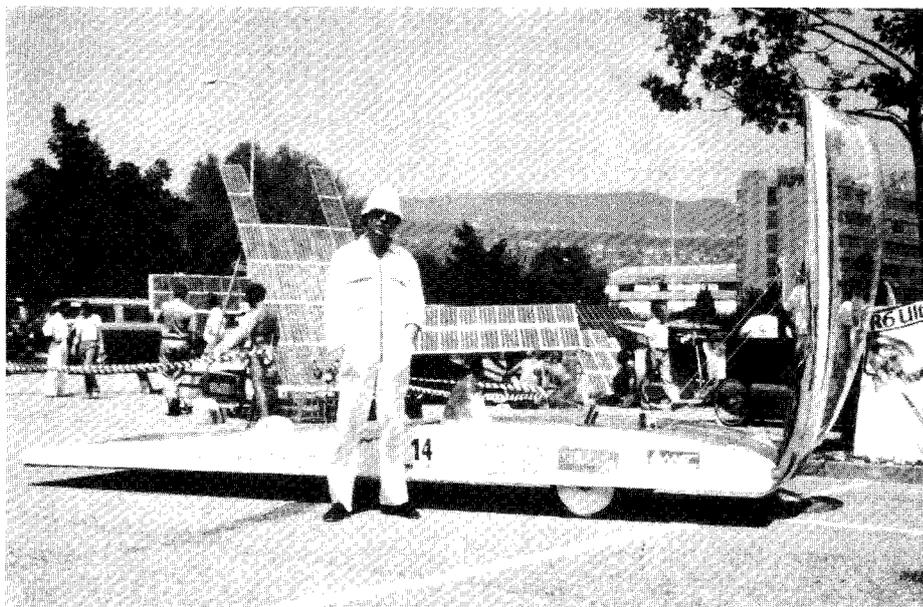
Die fünfte Etappe von Interlaken nach Luzern bot als besonderen Leckerbissen den Brünigpass. Hier mußte auf kür-

zester Strecke ein Höhenunterschied von über 400 m überwunden werden. Sicherheitshalber hatten wir am Abend vorher noch einen pompösen Lüfter aus einem Zubehörshop erworben, der nun lebenswichtige Dienste leistete. Der Motor wurde bei langsamster Geschwindigkeit (10 bis 30 km/h) mit bis zu 3 kW belastet und wäre sicher durchgebrannt, wenn nicht der Ventilator den durch niedrige Geschwindigkeit fehlenden Luftstrom ersetzt hätte. Energie hatten wir ja mehr als genug. So aber kamen wir gut den Berg hoch und konnten unsere Position wieder auf Platz 6 verbessern.

Daß wir genug Energie hatten, merkten wir abends überdeutlich, als wir die gasenden Batterien sicherheitshalber durchprüfen, da wir abschalten wollten. Es entsteht ein Funke am Prüfkontakt, ein enormer Knall, und die Batterie hat keinen Deckel mehr. Nachdem wir uns mit größeren Mengen Wasser von der Säure und dem Schock erholt hatten, bekamen wir aber zum Schaden unverständlicherweise auch noch Probleme mit der Rennleitung. Diese schaltete auf stur und verwies auf das Rennregle-

Ein Film zur Tour de Sol '86

Das Studio Zürich von Rincovision bietet einen 60minütigen Videofilm an, der als offizieller Film von der Tour de Sol '86 gilt. Untermalt von dem Song der Beatles „Here comes the sun“ zeigt er die sportlichen Höhepunkte der Rallye, Aufnahmen von der bezaubernden Landschaft, durch die sie führte, das Geschehen am Rande sowie Portraits von Fahrern und ihren Solarmobilen. Auch technische Aspekte der Solarenergie und der Fahrzeugkonstruktion kommen nicht zu kurz. Die Videokassette (VHS) kann zum Preis von sFr 98,- (zuzüglich Versandkosten) bezogen werden vom Organisator der Tour de Sol, Postfach 73, CH-3000 Bern 9.



Gelassenheit im Fahrerlager; Michael Trykowski vor seinem Fahrzeug.

ment, in dem natürlich in bezug auf Energieknappheit das Batteriewechseln verboten war. Unsere Batterien waren aber nun wirklich randvoll. Gleichzeitig riet die Rennleitung uns dringend, aus Sicherheitsgründen die Batterie auszutauschen und dann in Klasse 5, d. h. ausgeschieden, weiterzufahren. Vor soviel Schweizer Präzisionslogik wollten wir denn doch nicht kapitulieren. So klebten wir die alte Batterie mit fünf Schichten Plastiktüten wieder zu, um so die letzte Etappe zu bewältigen.

Die sechste und letzte Etappe führte von Luzern nach Suhr. Das Fahren war bis auf den Erfolgswang einwandfrei. Aufpassen mußte man immer nur auf die Strecke, da die Hinweisschilder in Kniehöhe angebracht waren und die zahlreichen begeisterten Zuschauer sich natürlich davorstellten, so daß man nicht mehr wußte, wohin es eigentlich geht. Zwar winkten Sie immer eifrig, wenn man falsch fuhr, aber kurz vor dem Ziel passierte es dann: Ich fuhr nach rechts (weil da mehr Zuschauer standen, ein Schild war wieder einmal nicht zu sehen), alle Zuschauer deuteten nach links, und ich reiße das Lenkrad schnell noch rum. Dann wußte ich aber bereits, was passiert. Ich tangiere noch den schönen scharfen Basaltrandstein, es zischt kurz und einer meiner schönen Spezialreifen versagte den Dienst. Wir klappen noch schnell das Fahrzeug hoch und denken, wir könnten mit Reifenpilot etwas retten. Aber als wir den langen Riss sehen, wissen wir Bescheid. Ich frage einen Zuschauer, wie weit es bis zum Ziel ist. Er antwortet: „Vier Kilometer“. Weiter geht's auf der Felge. So humpeln wir dann glücklich ins endgültige Ziel mit kaputtem Reifen und erreichen trotzdem noch die 4. Tagesposition und in der Gesamtwertung den 5. Platz. Am letzten Tag beträgt der Abstand von Platz 1 zu Platz 14 nur 20 Minuten, was wieder die Qualität der Solarmobile beweist.

Mit halbem Fuß auf dem Siegerpodest

Auch wir sind zufrieden, nachdem wir zum Schluß doch noch mit einem halben Fuß auf dem Siegertreppchen stehen. Vor allem wissen wir nun endgültig, daß Solarmobile bei guter Konzeption erstaunliche Leistungen zeigen können. Wir waren mit dem 5. Platz in der Gesamtwertung das schnellste deutsche Fahrzeug und sind z. Zt. dabei die bisherigen Erfahrungen und Ergebnisse des Projekts auszuwerten.

Daß dieses Rennen für uns so erfolgreich war und daß wir die Richtigkeit unseres Konzepts beweisen konnten, haben wir vor allem den zahlreichen Firmen zu verdanken, die uns mit viel Einsatz und auch finanzieller Unterstützung optimales Material zur Verfügung stellten. Diesen Firmen möchte ich an dieser Stelle im Namen der DGS-Sektion Mittelfranken noch einmal ausdrücklich danken. Ohne Ihre Hilfe wäre für uns dieses Projekt so nicht realisierbar gewesen.



Die Tour de Sol, die nun schon zum zweiten Mal stattfand, hat eine Kreativität angeregt, deren Wirkungen noch niemand absehen kann. Erfolg und Mißerfolg, untrennbar miteinander verbunden, reichen Vielen zu einem entschlossenen: jetzt erst recht. Weniger dramatisch, aber umso zielstrebig kam es in Mittelfranken zur Gründung des gemeinnützigen Solarmobil e. V. mit Sitz in Reifenberg 36, 8551 Weilersbach. Viele seiner Mitglieder gehören auch der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie an.

Den Anstoß gab die Tour de Sol, genauer, der Bau der Fahrzeuge, mit denen sich die DGS-Sektion Mittelfranken bisher an diesen schweizerischen Rallyes beteiligte. In diesem Jahr gehörte dazu nicht nur das auf diesen Seiten ausführlich vorgestellte „Rennmobil“, sondern auch das hier im Bild gezeigte dreirädrige, von Vespa hergestellte Serienfahrzeug, das in ein Solarmobil umfunktioniert wurde. Daß es die gesamte Rallye-Strecke allein mit Solarstrom zurücklegen konnte und auch noch den 20. Platz belegte, überraschte selbst seine Konstrukteure. Immerhin handelt es sich grundsätzlich um ein handelsübliches, „schweres“ Straßenfahrzeug, das auch noch fünf 6-Volt-Batterien zu je 190 Ah mit-schleppen mußte. Durch Laden über die Solarzellen während der Fahrt verdoppelt sich die Reichweite mit einer Batterieladung auf rund 100 km.

Auf dem Dach sind 3,6 m² Solarzellenpaneele untergebracht, an der linken Fahrzeugseite noch einmal 1 m². Vom Dach werden 380 W bei 30 V Spannung geliefert, von den sechs Modulen an der Seite wird Strom für Beleuchtung, den Scheibenwischer usw. bezogen. Ohne die vom Verein selbst entwickelte Regelelektronik, schreibt Roland Reichel, der Schriftführer des Vereins, wäre das Fahrzeug nicht viel mehr als ein Elektrokarren. So aber lassen sich Lade- und Fahrstrom optimal an die jeweiligen Bedingungen anpassen, sind akzeptable Geschwindigkeiten und Kilometerleistungen zu erreichen. Angetrieben wird das Fahrzeug über zwei spezielle Elektromotoren mit je 700 W Leistung, die mit zwei Reibradgetrieben verbunden sind. In Kleinserie hergestellt, könnte dieses Fahrzeug nach Ansicht seiner Schöpfer für rund 15 000 Mark angeboten werden.

Der Solarmobil e. V. erfreute sich der tatkräftigen Unterstützung der Stadt Erlangen, der Firma Siemens, der städtischen Berufsschule und zahlreicher privater Spender. Ein Berufsschullehrer, Mitglied des Vereins, ließ Auszubildende an der Produktion von Teilen mitarbeiten.

Zweck des Vereins Solarmobil e. V. ist laut Satzung die Förderung der Wissenschaft und Forschung auf den Gebieten der Sonnenenergie und Verkehrstechnik mit besonderer Berücksichtigung des Umweltschutzes. Der Vereinszweck soll erfüllt werden durch wissenschaftliche Beiträge, insbesondere in Verbindung mit: neuen Möglichkeiten der Verkehrs- und Antriebstechnik, der Demonstration praktischer Alternativen für den Individual- und Kurzstreckenverkehr sowie neue Möglichkeiten für abgas- und lärmfreie Verkehrskonzepte.

So aber konnten wir nachweisen, daß mit einem guten Fahrzeugkonzept eine Teilnahme am normalen Straßenverkehr durchaus möglich ist. Der Entwicklungssprung von der Tour de Sol 85 zur Tour de Sol 86 war enorm. Alle Fahrzeuge der Spitzengruppe von ungefähr fünf bis zehn Fahrzeugen bei insgesamt

etwa 80 Teilnehmern erreichten eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 50 km/h. Die Geschwindigkeit wurde dabei aber leider weniger durch das Fahrzeugkonzept begrenzt, sondern durch die normalen Verkehrsbehinderungen wie Lastwagen, Zuschauer, Kamera-teams, Ortsdurchfahrten u. ä. Alle Spit-

zenfahrzeuge hatten Probleme mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 bzw. 50 km/h. So wurde auch über uns leider eine Zeitstrafe von 10 Minuten verfügt, da wir, wie gesagt, im Eifer des Renngeschehens auf einer Gefällestrecke mit 110 km/h ertappt wurden.

Bei vielen Fahrzeugen war diese Geschwindigkeit allerdings nur durch das extrem gute Wetter möglich. Für uns war dieses Wetter eher ein Nachteil, da wir, bedingt, durch das Fahrzeugkonzept und die sehr guten Solarzellen, nur einen Teil der angebotenen Sonnenenergie aufbrauchen konnten. Schätz-

ungsweise zwei Drittel bis zur Hälfte der Sonneneinstrahlung hätte für die von uns benötigte Leistung ausgereicht. Dieses ist nicht zuletzt ein Erfolg unserer konsequenten Leichtbauweise. Das Fahrzeug wiegt ohne Batterien fahrfertig etwa 100 kg. Davon wiegt die Kevlar-Karosserie rund 25 kg. Das Gesamtgewicht mit Fahrer beträgt 270 kg, da leider die Batterien allein 96 kg wiegen. Ein generelles Problem für Elektrofahrzeuge, dessen Beseitigung aber laut Laborberichten nur noch eine Frage der Zeit ist.

Das BP Solar Challenge 1987 stellt für nächstes Jahr eindeutig das größte, interessanteste und auch härteste Rennen dar. Es geht darum, den ganzen Kontinent auf der neu gebauten Nord-Süd-Verbindung mit einer Länge von rund 3200 km von Darwin nach Adelaide zu durchqueren. Die besondere Herausforderung besteht darin, daß hier das hochwertigste Zellenmaterial in Verbindung mit dem besten Fahrzeugkonzept eindeutig die größten Chancen hat, da Störungen durch den normalen Verkehr und Ortschaften wesentlich weniger behindern werden. Deshalb rech-

nen wir uns hier sehr gute Chancen aus. Bei dem bereits jetzt erreichten Wirkungsgrad des Fahrzeugs haben wir eine Zeit von sieben bis acht Tagen für eine pannenlose Durchquerung Australiens errechnet. Der Veranstalter kalkuliert eine Zeit von 10 bis 12 Tagen für den Gewinner.

Unsere Probleme sind, daß erstens das Fahrzeug neu aufgebaut werden muß (nach dem Reglement sind andere Abmessungen des Fahrzeugs und zusätzliches Zellenmaterial notwendig, da die Zellenfläche größer wird), und zweitens die Transportkosten für ein mindestens vierköpfiges Team (drei Fahrer sind Pflicht) und das Fahrzeug allein zwischen 40 und 50000 DM ausmachen. Zusammen mit den Baukosten, die wir mit 60000 DM veranschlagen, und Aufenthalts-/Betriebskosten in Höhe von rund 12000 DM ergibt sich ein Gesamtbedarf von etwa 120000 DM.

Ich glaube, daß dies wirklich die Herausforderung des Jahres 1987 sein wird, die bei einer Strecke von 3200 km endgültig nachweist, daß neue Fahrzeugkonzepte in Verbindung mit Photovoltaik ernstzunehmende Alternativen sind. Sich daran zu beteiligen, setzt meiner Meinung nach eindeutige Zeichen für den Umweltschutz. Es sind also wieder einmal Sponsoren gesucht.

Zielvorstellungen

Die nächsten sportlichen Prüfungen für unser Konzept sind die Tour de Sol 87 im Juni 1987 in der Schweiz und das BP Solar Challenge im Oktober 1987 in Australien. Ob die Tour de Sol '87 stattfindet, steht noch nicht definitiv fest, ist aber nach den bisherigen Informationen sehr wahrscheinlich. Wir werden auf jeden Fall wieder dabei sein, und zwar sowohl mit dem alten Fahrzeug als auch mit einem neuen nach demselben Prinzip. Dieses neue Fahrzeug wird speziell für den Einsatz in Australien gebaut sein, soll aber hier bereits seine erste Bewährungsprobe ablegen.

Silicium bleibt Grundmaterial für Solarzellen

Leistungsfähigere Massenprodukte erst bei wesentlich größerer Nachfrage

Silicium wird aller Voraussicht nach das Grundmaterial für Solarzellen bleiben, soweit diese auf der Erde zur Umwandlung des Sonnenlichtes in elektrischen Strom genutzt werden. Kommt es dabei auf Leistung an, dürfte kristallines Silicium noch lange Zeit vor amorphem Material rangieren, das, in Dünnschicht-Technologie verarbeitet, eines Trägermaterials bedarf. Zwar gibt es verheißungsvolle Ansätze, den Wirkungsgrad von Dünnschichtzellen beträchtlich zu steigern, aber naheliegender sind weitere Leistungsverbesserungen beim multikristallinen Silicium. Obwohl die mit diesem erzielbaren Wirkungsgrade generell unter denen von Zellen aus monokristallinem Silicium liegen, fällt ihm wegen seines relativ niedrigen Preises die entscheidende Rolle bei der weiteren Verbreitung der Photovoltaik zu. „Sonnenenergie“ sprach darüber mit den Firmen Wacker-Chemie und AEG.

Die Wacker-Chemitronic GmbH in Burghausen an der Salzach ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der Wacker-Chemie, München. Mit einem Marktanteil von über 80 Prozent ist sie der Welt größter Hersteller von dem Silicium, das in der terrestrischen Photovoltaik zum Einsatz kommt. Als Rohstoff wird metallurgisches Silicium eingekauft, das eine Reinheit von rund 98 Prozent aufweist. Aus ihm werden einerseits Einkristalle gewonnen, die vor allem in elektronische Schaltungen Eingang finden, andererseits das multikristalline Material für Solarzellen. Mit dem Ziel, die Herstellung großflächiger multikristalliner Scheiben weiter zu verbilligen, ist man bemüht, die einzelnen Verfahrensschritte zu optimieren und neue Verfahren zu entwickeln. Ein entsprechendes Förderprogramm ist vom Bundesministerium für Forschung und Technologie um weitere vier Jahre bis 1989 verlängert worden.

Bernhard Authier, für den Technologietransfer verantwortlicher Verwaltungsdirektor von Wacker-Heliotronic, der Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft für Solarzellen-Grundstoffe, sieht bei allen Verfahrensschritten Möglichkeiten der Kostenreduzierung. Der Preis der Siliciumscheiben ist zu etwa 30 Prozent an den Kosten eines fertigen Moduls beteiligt. Das heute angewandte chemische Verfahren zur Gewinnung von elementarem Reinst-Silicium könne allerdings kein billigeres „polykristallines“ Silicium liefern. Bei diesem Zwischenprodukt sind die unerwünschten Verunreinigungen bereits in die Größenordnung von „parts per trillion“ verwiesen. Zum Vergleich: Ein Zuckerwürfel, aufgelöst in 2,7 Milliarden Liter Wasser, ergibt 1 ppt. Mit neuartigen metallurgischen Verfahren, die derzeit untersucht werden, sind laut Authier Kostensenkungen um den Faktor 3 bis 4 denkbar. Auch mit künftigem, billigerem

Solar-Silicium würden sich Solarzellen mit Wirkungsgraden über 10 Prozent herstellen lassen.

Das polykristalline Silicium wird bei Wacker-Chemitronic zu „multikristallinen“ Blöcken vergossen, die zu „Säulen“ zersägt werden. Gegen Ende dieses Jahrzehnts, so Authier, dürfte man in der Lage sein, eine Gießanlage mit einer Jahreskapazität entsprechend 10 bis 40 MW photovoltaischer Leistung in Betrieb zu nehmen. Allerdings nur unter der Voraussetzung, daß ein entsprechend großer Markt für die fertigen Solarzellen vorhanden ist. Das könnte schwerfallen, wenn man bedenkt, daß bis Ende 1985 in der westlichen Welt insgesamt nur 60 MW an photovoltaischer Leistung installiert waren. Wäre dagegen eine große und verbesserte Gießanlage wirtschaftlich einsetzbar, könnte sich nach Authiers Meinung die Herstellung multikristalliner Siliciumblöcke um einen Faktor zwischen 5 und 10 verbilligen.

Weitere Kostensenkungen sind beim Zersägen der Säulen zu erwarten, das zu den „rohen“ Solarzellenscheiben führt. Noch bedient man sich dabei bei Wacker des sogenannten Innenlochsägens. Es wird durch das Gattersägen abgelöst werden, von dem man sich eine Kostensenkung um den Faktor 3 bis 4 erhofft. Addiert man alle angestrebten Einsparungen, wird die zu Solarzellen zu verarbeitende Silicium-