



Der „Sonnenfinder“

EINE PROJEKTARBEIT VON STUDENTEN DER TU-BERLIN

## Der Sonnenfinder

Am 20. Oktober des vergangenen Jahres präsentierten die Teilnehmer des „Projektlabors“, einer Laborübung für Studenten im 3. Semester der Elektrotechnik, zum Abschluss ihrer Semesterarbeit den „Sonnenfinder“, ein intelligentes Solarsystem, welches sich selbstständig optimal zur Sonne ausrichtet.

Die Demonstration des „Sonnenfinder“ im Hochspannungsraum konnten ca. 150 Interessierte verfolgen: Ein Montagekran am Hallendach zog langsam eine zweckentfremdete Schreibtischlampe in die Höhe und der mitten in der Halle platzierte „Sonnenfinder“ reagierte sofort. Die Trägerplatte der zehn kleinen integrierten Solarzellen nickte automatisch nach hinten und folgte der aufgehenden „Sonne“

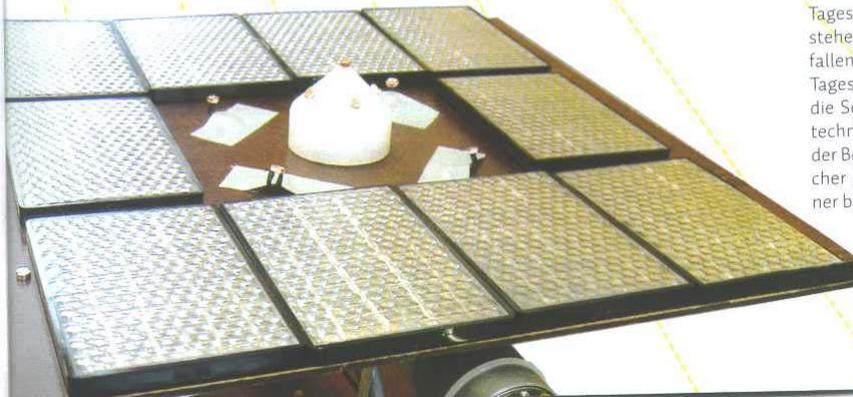
Das Gerät führt roboterähnlich alle notwendigen Bewegungen aus, um der Sonne zu folgen.

bis zum Zenit. Das Einschalten einer zweiten, helleren Lampe im rechten Teil der Hochspannungshalle bewirkte dann eine Drehung des gesamten Gerätes hin zur nun stärksten Lichtquelle im Raum. Erstaunlicherweise werden hier nicht nur die kleinen Solarzellen bewegt. Die Studenten des „Projektlabors“ hatten sich schon früh in ihrer Projektplanung darauf geeinigt, dass ihr Produkt durch eine originelle Be-

sonderheit im Design hervorstechen sollte: Das Gerät in seiner Gesamtheit führt roboterähnlich alle notwendigen Bewegungen aus, um der Sonne zu folgen. Zu diesem Zweck kann es sich beliebig oft und frei um seine eigene Achse drehen, ohne sich selbst in den eigenen Stromkabeln zu verwickeln. Diese Funktion ermöglicht auch die Benutzung der Solarnachführung auf beweglichem Untergrund, wie z.B. auf Booten oder auf dem Dach eines Campers. Denn im Gegensatz zu kommerziell erhältlichen Solarnachführungen, die auf eine feste Montage ausgelegt sind und der Uhrzeit entsprechend nachgeführt werden, kann der Eigenbau der Studenten unabhängig vom Aufstellungsort die exakte Position der Sonne finden und sich danach ausrichten.

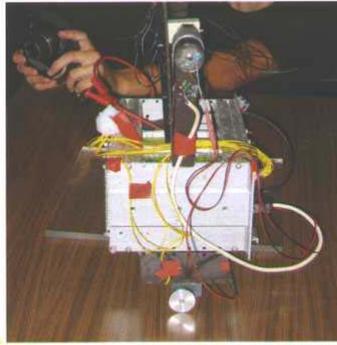
### Sinn und Zweck des Gerätes

Der Sonnenfinder ist eine aktive zweiachsige Solarnachführung. Ein Panel mit 10 Solarzellen wird dabei optimal, d.h. senkrecht zur Sonne, ausgerichtet, um die maximale einfallende Solarstrahlung einzufangen. Durch die Drehung der Erde um die eigene Achse wandert die Sonne im Laufe eines Tages von Ost nach West. Bei einem feststehenden Solarmodul in Südausrichtung fallen die Sonnenstrahlen daher zu jeder Tageszeit unter einem anderen Winkel auf die Solarzellen ein. Um dieses Phänomen technisch beschreiben zu können, wurde der Begriff der aktiven Fläche bemüht, welcher beschreibt, wie viel die Sonne zu einer bestimmten Uhrzeit von der gesamten

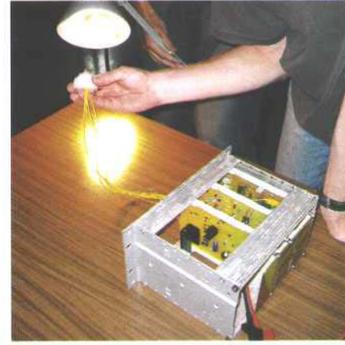




Laborarbeit



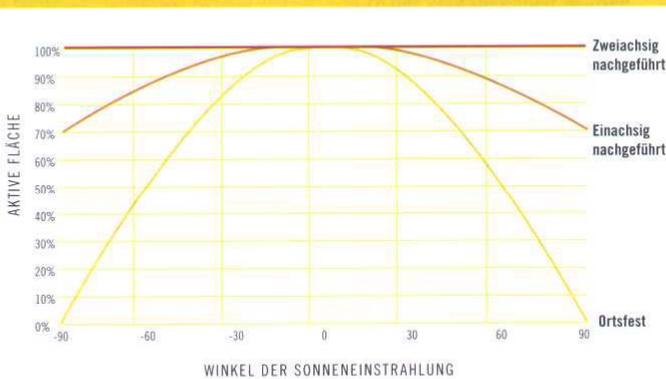
Testaufbau



Funktionstest

### Aktive Fläche eines Solarmoduls

bei fester Montage, einachsiger Nachführung und zweiachsiger Nachführung (schematisch)



Solarzelle „sieht“. Dabei kann diese aktive Fläche alle Werte zwischen 0% und 100% der eigentlichen Modulfläche annehmen. Um die Mittagszeit, wenn die Sonne im Süden steht, nimmt die aktive Fläche nahezu den 100%-Wert an. Am frühen Morgen und am späten Abend, wenn die Sonne ganz flach über dem Horizont steht, fallen dagegen kaum noch Sonnenstrahlen auf die Zellen, die Stromproduktion wird reduziert und setzt schließlich vollständig aus.

Um die Stromausbeute zu erhöhen, ist es daher sinnvoll, die Solarzellen der Sonne nachzuführen. In der Regel erfolgt dieses zeitgesteuert um die senkrechte Hauptachse, morgens zeigt das Modul nach Osten zum Punkt des Sonnenaufganges, mittags nach Süden und abends nach Westen zum Punkt des Sonnenunterganges. Durch dieses Verfahren lässt sich der Wirkungsgrad der Solaranlage erheblich steigern. Der nächste logische Schritt ist eine zusätzliche Nachführung der Solarzellen

um die waagerechte Achse des Solarmoduls. Diese Nachführung berücksichtigt, dass die Sonne mittags höher am Himmel steht als morgens oder abends. Durch die Kombination beider Nachführungen kann damit die aktive Fläche des Solarmoduls nahezu konstant bei 100% gehalten werden: Die Sonne „sieht“ die Solarzellen immer direkt von oben, die Stromproduktion läuft somit immer bei höchster Effizienz (s. Grafik).

Diesen Vorteilen (z.B. besserer Wirkungsgrad der Anlage) der aktiven Nachführung stehen allerdings auch einige Nachteile gegenüber. So verbraucht die Nachführung der Solarmodule leider auch wertvolle Energie, die Zellen müssen bewegt werden, um optimal arbeiten zu können. Dieser Energieaufwand vermindert das durch die Nachführung selbst erreichte Plus an Energie. Im Extremfall kann es sogar vorkommen, dass die Motoren der

Nachführung mehr Energie verbrauchen, als durch die verbesserte Sonneneinstrahlung wieder herein kommt, z.B. an wolkenigen Tagen mit nur diffuser Solarstrahlung. In diesem Fall würde die Nachführung als „Energiefresser“ fungieren und ihrem Zweck entgegenwirken. Es ist daher immer für den Einzelfall zu berechnen, ob sich eine Nachführung für ortsfeste Anlagen lohnt oder ob auf sie verzichtet werden sollte.

Neben diesen energetischen Überlegungen muss ein weiterer Gesichtspunkt berücksichtigt werden. Durch eine aktive Nachführung wird das Gesamtsystem komplexer und damit auch schadensanfälliger. Bewegliche Teile ziehen oft einen nicht unerheblichen Wartungsaufwand mit sich, der zwar nicht in die elektrische Energiebilanz eingeht, aber aus wirtschaftlicher Sicht berücksichtigt werden sollte wie auch die zusätzlichen Kosten dieser Komponenten. Letztlich bleibt die Frage: Will ich als Betreiber einer Solaranlage einen durchschnittlichen sicheren Ertrag oder will ich alles aus der Anlage herausholen, dabei aber ein erhöhtes technisches Risiko eingehen? Diese Entscheidung kann nie pauschal, sondern immer nur im Einzelfall getroffen werden.

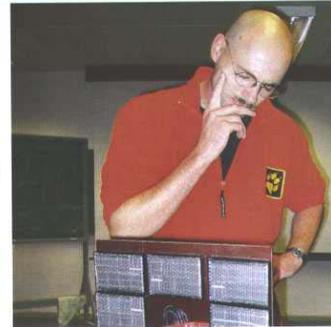
Im Falle des „Sonnefinders“ war die energetische Frage nebensächlich. Hier ging es primär um ein interessantes Projekt für junge Studenten, die erstmals in ihrem universitären Leben als Team eine in sich geschlossene Aufgabenstellung in kürzester Zeit bewältigen sollten. Das technische Ergebnis, die sich selbst ausrichtende und nachführende Solarzelle, hatte dabei lediglich den Charakter eines, wenn auch recht eindrucksvollen, Demonstrationsobjektes, das stolz auf der Hannovermesse und bei der „Langen Nacht der Wissenschaften“ in Berlin einer interessierten Öffentlichkeit vorgestellt werden konnte.



Funktionstest



Modulare Bauweise



Kritischer Blick des Betreuers

### Das „Projektlabor“

Das „Projektlabor“ wurde zum Semesterstart 1989 am Fachbereich für Elektrotechnik der TU-Berlin als so genanntes „projektorientiertes Praktikum im Grundstudium“ ins Leben gerufen und nach einer zweijährigen Modellphase in das reguläre Lehrangebot übernommen.

Eines der Ziele des neu erschaffenen „Projektlabors“ war es, Studenten ingenieurnahe Tätigkeiten und ganzheitliche Lösungsansätze näher zu bringen und durch die daraus resultierende Steigerung der Motivation einen Beitrag zur Reduzierung der Abbrecherquote zu leisten. Gerade zu Beginn des Studiums sollten die Studenten selbst erfahren, was es bedeutet, als Ingenieur zu arbeiten.

### Von der Idee zum fertigen Gerät

Für das Projekt „Sonnenfinder“ bildeten sich die drei Gruppen „Energie“, verantwortlich für die Solarzellen, die Akkus und deren Ladung, die Gruppe „Sensorik“, die die Sonnenposition bestimmen sollte und die Gruppe „Motor“, die basierend auf den Signalen der Gruppe „Sensorik“ die Motorsteuerung zur Ausrichtung der Zellen übernahm.

Um den Überblick über das Gesamtsystem zu behalten, mussten die Gruppen regelmäßig technische Schnittstellen miteinander klären. So musste z.B. die Motorgruppe wissen, welche Leistung die von der Energiegruppe beschafften Solarzellen zur Verfügung stellten. Im Gegenzug war es für die Energiegruppe von Bedeutung, wie viele ihrer Solarzellen durch die Motorgruppe überhaupt bewegt werden konnte. Nach erfolgreicher Entwicklung der Teilschaltungen folgt der erste Testlauf des Gesamtsystems. Hier zeigt sich, ob die

Einzelkomponenten auch wirklich als Ganzes zusammenarbeiten. Ist der Test des Gesamtsystems letztendlich erfolgreich, werden letzte Schönheitsreparaturen durchgeführt, bevor das Projekt innerhalb der Universität den Professoren,

Freunden und Bekannten vorgestellt wird, bei einem besonders gelungenen Projekt wie dem „Sonnenfinder“ sogar der Presse.

### Projektliste (Auswahl)

Das „Projektlabor“ behandelt jedes Semester andere Themen. Neben dem Umweltgedanken war bei der Projektwahl ein weiterer Schwerpunkt die gesellschaftliche Relevanz. Im Gegensatz zu den meist wirklichkeitsfremden Aufgaben und Rechenübungen im Studium sollten Geräte entwickelt werden, die von allgemeinem Interesse waren und auch gebraucht wurden (siehe Tabelle).

Text und Fotos: Kay Rethmeier

### Realisierte Projekte des Fachbereichs Elektrotechnik der TU Berlin

<b>DiscoPixel</b>	Demonstration der Farbmischung aus den drei Grundfarben. Der übergroße Bildschirmpixel wechselt zufällig die Farbe. Betrieb auch als Lichtorgel.
<b>Sonnenfinder</b>	Aktive zweiachsige Solarnachführung.
<b>Roboter</b>	Autonomes Fahrzeug, welches einem Sender folgt und dabei Hindernissen ausweicht.
<b>IR-Kommunikation</b>	Übertragung von 2 verschiedenen Sprachsignalen durch die Luft über Infrarot.
<b>Lügendetektor</b>	Messung der Hauttemperatur, Hautfeuchtigkeit.
<b>Akustische Brille</b>	Hilfsgerät für Gehörlose. Umwandlung von Geräuschen (z.B. Polizeisirene) in Lichtsignale mit Richtungs- und Lautstärkenanzeige.
<b>Metallsucher</b>	Klassischer Metallsucher zum Auffinden von vergrabenen Metallteilen.
<b>Wasserharfe</b>	Musik durch Unterbrechung von Wasserstrahlen.
<b>Wechselrichter</b>	230-V-Erzeugung für Solaranlagen
<b>Biofeedback-Gerät</b>	Messung der Herz- und Atemfrequenz, Hautfeuchtigkeit und Temperatur.
<b>Brennstoffzellen-Messplatz</b>	Überwachung von bis zu 16 Zellen mit Alarmmeldung bei Fehlern
<b>Gitarrenverstärker</b>	Effektgeräte, die es nicht zu kaufen gibt.
<b>Bassverstärker</b>	Spezieller Audiverstärker mit Schaltnetzteil
<b>Sensorturm</b>	Demonstration verschiedenster Sensoren wie Abstand, Annäherung, Licht, Bewegung.
<b>Lichtschrankenklavier</b>	Musik durch Unterbrechung von Lichtstrahlen, großflächige Installation.