



# Endbericht

Neues Leben für Solarbruchzellen

**2009/2010**

Dipl.-Päd. Rolf Behringer

ULOG Freiburg

Büro: Haierweg 27

79114 Freiburg

Tel: 0761 - 1373680

Fax: 0761 - 4808412

E-Mail: [sun@robeh.de](mailto:sun@robeh.de)

[www.solarfood.de](http://www.solarfood.de)

Gefördert aus dem Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz der badenova AG & Co. KG

Projektnummer: 2009-12

Berichtsdatum: 26.03.2012

## Hintergrund

Das Projekt hatte das Ziel aus Bruchzellen kleine Solarmodule herzustellen und einen Laderegler zu entwickeln, der leicht nachgebaut werden kann. Damit kann ein 12 Volt Akkumulator geladen werden. Dieser versorgt kleine Verbraucher wie z.B. LED- Lampen oder Radio mit Strom und es können Handys oder MP3-Player geladen werden.

Das Set eignet für die einfache Stromversorgung von Schrebergärten und es war geplant 100 Bausätze mit Schulen ab der 8. Klasse zu bauen.

In einem späteren Schritt sollte das erprobte System in Burkina Faso (West Afrika) zum Einsatz kommen.

Das Kleinverbrauchersystem besteht aus folgenden Komponenten:

- Bruchsolarzelle für 12 Volt-Systeme mit unterschiedlicher Leistung, je nach Energiebedarf. Jedoch nicht größer als 30 Watt.
- Laderegler
- 12 Volt Akku
- Elektronik für LED-Beleuchtung, geeignet für Außenbeleuchtung, Radio und zum laden von Handys, MP3-Player etc.
- Evtl. Wechselrichter bei Bedarf für kleine 230 Volt-Verbraucher (z.B. Notebook)

## Projektverlauf

- Entwicklung eines Prototypen von einem Fold- bzw. Klappmodul. Das Foldmodul hat sich in der Projektlaufzeit deutlich verändert. Zu Beginn wurden die gebrochenen Zellen direkt verarbeitet. Heute schneiden wir den Zellbruch mit einer Diamantkreissäge zu gleichgroßen Solarzellen und konnten dadurch die Leistung pro Fläche erhöhen und die Anordnung der Solarzellen verbessern.
- Auswahl eines passenden Akkus, 12 LED-Leuchten und ein Radio
- Entwicklung und Anfertigung der Solar-Box (Laderegler mit 3V, 5V USB und 12V Ausgang)
- Tests mit den Modulen, Ladegerät, Akku und Verbraucher in Deutschland und Burkina Faso
- Anfertigung von Test-Solar-Boxen und Solarmodulen und erste Tests mit Schülern und Privatpersonen

## Aufgetretene Probleme

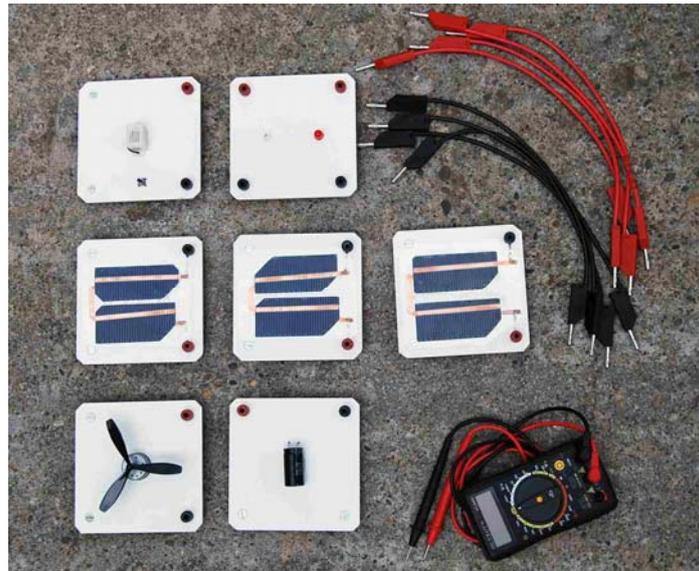
Die größte Herausforderung war die Haltbarkeit des Solarmoduls, d.h. die UV-Beständigkeit und eine dauerhafte Verbindung des Lötbandes. Wir fanden UV-beständige Folie und wechselten von dem verzinnten Lötband (das der Solarmodulhersteller) zu einem dünneren Kupferband. Dadurch erzielten wir einen besseren Kontakt und hatten deutlich weniger Ausschuss. Im Laufe des Projekts stellte sich heraus, dass die Solarmodule keine dauerhafte Leistung brachten. Während eines Jahres hatten wir über 50 % schadhafte Module und bekamen dieses Problem auch nicht zufriedenstellend in den Griff.

Die Solarbox wurde in drei Schritten entwickelt. Die dritte Variante war die letzte Version und sollte dann in einer Serie hergestellt werden, um diese mit den Schülern zu bauen. Nach einem kleinen Test mit Schülern hatte es sich jedoch leider herausgestellt, dass die Bausätze zu komplex waren und dass diese auch für die Lehrpläne zu anspruchsvoll waren. Dies hatte zur Folge, dass wir die Produktion einer größeren Serie nicht durchführten.

## Erfolge trotz Problemen

Die Solarmodule, die sich nicht für den dauerhaften Einsatz eignen, sind bei den Bastelveranstaltungen sehr beliebt. Sie haben eine deutlich höhere Leistung als die handelsüblichen Solarzellen für den Bastelbereich. Die Zellen wurden auch bei der Zisch-Aktion eingesetzt. Eine Aktion für Grundschulklassen von badenova und der Badischen Zeitung in Kooperation mit dem Verein Solare Zukunft e.V..

Auf Grund der Möglichkeit kleine Module selbst zu fertigen wurde in Zusammenarbeit mit Solare Zukunft e.V. ein PV SchulSet entwickelt und ist inzwischen ein beliebtes Experimentierset bei den Schuleinsätzen geworden.



Schulset Photovoltaik

Die Solar-Box (Ladereglereinheit) hat sich bewährt und wird in Burkina Faso getestet. Vielleicht wird es sogar möglich sein den Solarladeregler vor Ort herzustellen.

In Freiburg sind die entwickelten Solarladeregler weiterhin im Einsatz und befinden sich in einem Langzeittest. Allerdings haben wir handelsübliche Solarmodule angeschlossen.

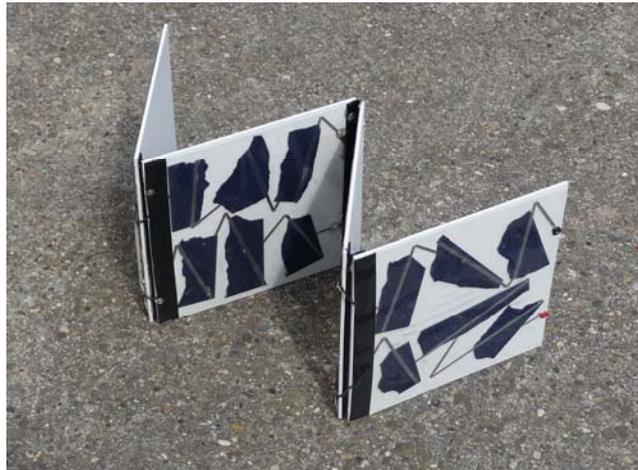
## Auswertung

### Solarmodul

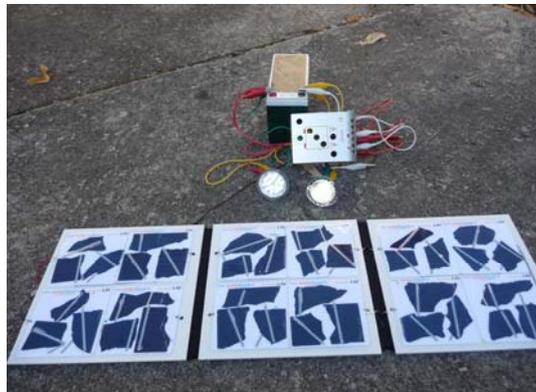
Das Solarmodul wurde in verschiedenen Größen hergestellt. Allerdings ist die Leistungsgrenze auf ca. 15 Watt begrenzt. Das liegt an der Handhabbarkeit der Bruchzellen und der Größenbegrenzung durch die Laminierfolien (ca. 3 x A4).

Um eine größere Leistung zu realisieren, können mehrere Solarmodule miteinander verschaltet werden. Dadurch erhöht sich aber auch die Fehlerwahrscheinlichkeit. Die Zellen werden nur von Hand hergestellt, dadurch gibt es mehr Fehlerquellen als bei einer maschinellen Herstellung.

Erstes klappbares Modul mit Bruchzellen



Modul gefaltet



Erste Versuche mit Laderegler, Akku und Licht



19 Volt Faltmodul



Geklapptes Modul



Zusammengefaltetes Modul

## Einige Beispiele von solaren Basteleien mit den kleinen Solarzellen



Solar-Auto mit Bruchzelle



Kinder mit Solarmodellen (Osterferiencamp 2012)



Sommerferienpass Freiburg 2011

## Solarbox (Laderegler)

Der Laderegler und die Schaltung mit Anschlüssen für die Verbraucher wurden als Bausatz entwickelt, der dann in Schulen oder von Privatpersonen selbst hergestellt werden sollte. Elektrotechnische Vorkenntnisse sind dafür erforderlich. Das System eignet sich für Beleuchtung im Außenbereich, für Kleingeräte und Licht in Schrebergärten und in abgelegenen Hütten, oder auf Balkon und Terasse.

In einem ersten Schritt wurde die Solarbox (Laderegler mit 3 unterschiedlichen Gleichstromausgängen) entwickelt und getestet. Sie wurde anschließend noch zweimal verbessert, so dass ein zuverlässiger Prototyp entstanden ist. Hier wurden deutlich mehr Entwicklungsstunden investiert als ursprünglich im Antrag vorgesehen. Weitere technische Details siehe Technische Dokumentation im Anhang.

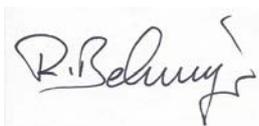


Laderegler (3. Version)

## Ergebnisse

- Selbstgefertigte Solarmodule unterschiedlicher Größe und Leistung.
- Ein funktionierender Bausatz eines Ladereglers.
- Ein funktionierendes Solarset (für kleine Verbraucher, 3 Volt, 5 Volt (USB), 12 Volt)
- Ein Bericht in der Solarregion-Zeitschrift
- Großer Lerneffekt durch die Entwicklung bei allen Beteiligten
- Projektdarstellung auf der Webseite ([www.solarfood.de](http://www.solarfood.de))

**ULOG Freiburg bedankt sich für die Förderung und die Möglichkeit für Innovation!**



## Technische Dokumentation

Solarbox mit Ladefunktion  
und 2 DC-Ausgängen  
(5V und variable Spannung)



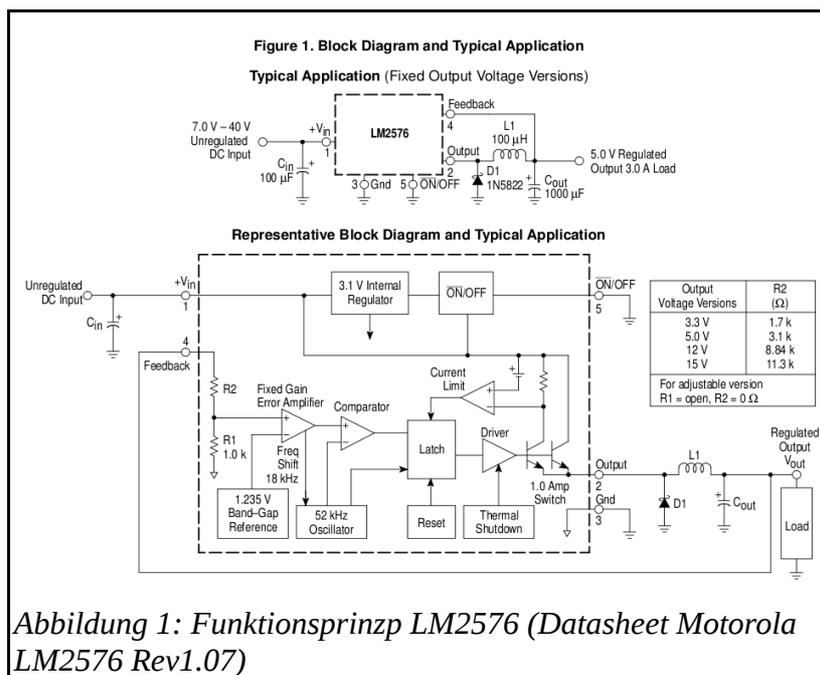
## Ausgangspunkt der Entwicklung

Verbraucherbetrieb: Gesucht war eine elektronische Schaltung, die möglichst effizient aus einer Batteriequelle (Bleigel-Akkumulator, 12V) weitere Standard-Spannungen erzeugen kann. Da inzwischen viele Verbraucher ihren Strom über den USB-Bus beziehen können, lag es nahe, eine solche Versorgung mittels USB-Buchse (5 V) bereitzustellen. Eine weitere Buche (Hohlsteckerbuchse) sollte eine variable Spannung liefern, um einen möglichst großen Einsatzbereich der Solarbox zu gewährleisten. Zusätzlich muss die Batteriespannung an der Solarbox verfügbar sein.

Ladebetrieb: Die Solarbox muss in der Lage sein, eine Batterie über ein anzuschließendes Solarmodul zu laden.

## Lösungsansatz

Inzwischen sind moderne leistungselektronische Bauelemente verfügbar, die mit einer minimalen zusätzlichen Beschaltung in der Lage sind, (fast) beliebige Spannungen ohne größere Verlustleistung, wie beispielsweise einem Längsregler, zu erzeugen. Gewählt wurden zur Realisation die ICs LM2576-5.0 und LM2576-ADJ. Diese erfordern extern eine Beschaltung mit einer Induktivität L1 und einer nachfolgenden Glättungskapazität Cout. Bei der Dimensionierung der Spannung sind die Empfehlungen des Herstellers (s. Datenblatt, Anhang) übernommen worden. Der maximale Strom der Ausgänge beträgt 3 Ampere. Der Wirkungsgrad der Schaltung beträgt typ. besser als 77%.



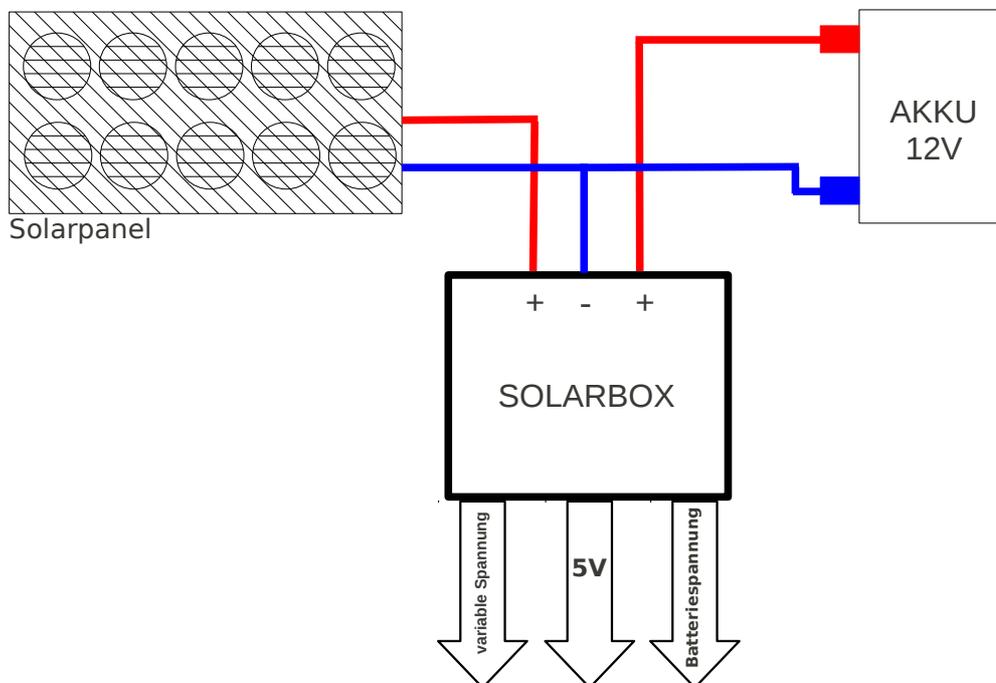
## Technische Dokumentation Solarbox

Für den Ladebetrieb kommt ein handelsüblicher Solar-Laderegler zum Einsatz. Dieser kann je nach Anforderungen (Solargenerator, Größe des Akkumulators) durch einen anderen Standard-Typ ersetzt werden.

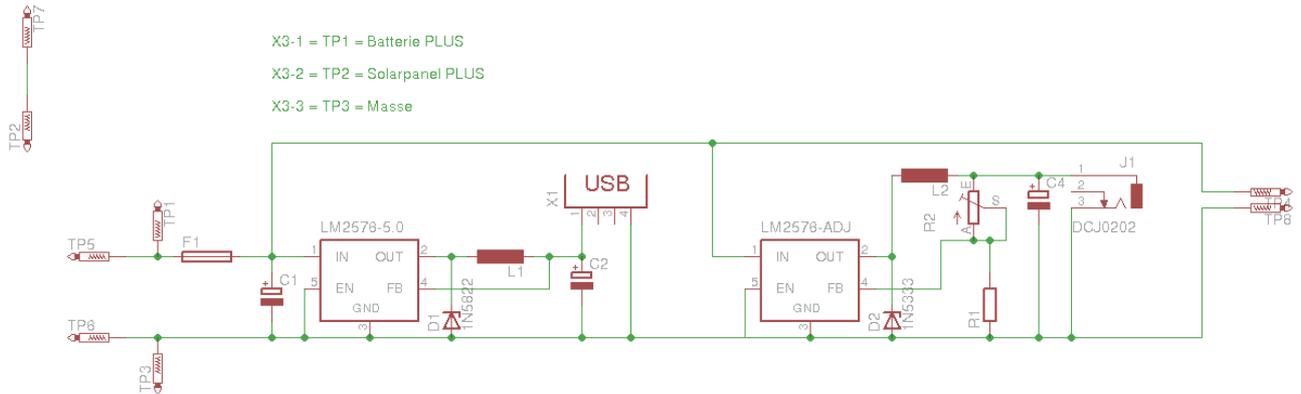


Abbildung 2: Laderegler

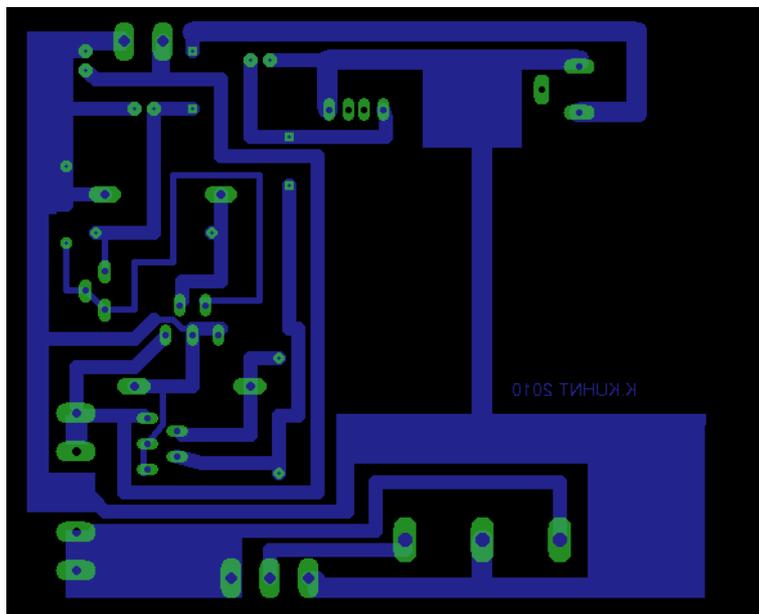
## Verkabelung der Solarbox



## Schaltplan Solarbox

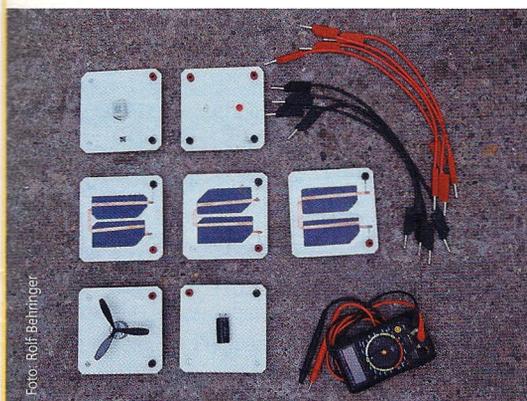


## Platinenlayout



# Innovation erleben (26): Neues Leben für Solarbruchzellen

Seit 2001 fördert die badenova AG & Co. KG mit ihrem Innovationsfonds für Klima- und Wasserschutz zukunftsweisende Projekte. Jedes dieser Vorhaben trägt zu einer nachhaltigen Energieversorgung bei. Wir stellen Ihnen in unserer Reihe „Innovation erleben“ einige der interessantesten Projekte vor. Eine Liste der geförderten Innovationsfonds-Projekte finden Sie unter [www.badenova.de/innovationsfonds/](http://www.badenova.de/innovationsfonds/) Von Stefanie Witt, fesa e.V.



Solar-Bausatz für die Schule

► Bei der Produktion von Solarmodulen gehen häufig Solarzellen kaputt. Was machen die Hersteller von Photovoltaikanlagen im Normalfall mit den beschädigten Zellen? Sie entsorgen den „Abfall“ oder verschicken ihn nach China. Die Freiburger Solartechnologiefirma ULOG hat nun Verwendung für die Solarbruchzellen gefunden. Die Firma nimmt den Solarmodulherstellern die kaputten Zellen ab und bastelt daraus neue, funktionierende Zellen. Durch die Nutzung von Abfall entsteht somit ein wertvolles Projekt, ganz im Sinne der Nachhaltigkeit.

## Verwendung der Solarbruchzellen

ULOG entwickelt aus den Bruchzellen ein System, aus dem mit einfachen technischen Vorkenntnissen ein kleines Ladegerät mit einer Leistung von 12 Volt gebastelt werden kann. Das Kleinverbrauchersystem besteht aus mehreren Komponenten: einem Modul aus Solarbruchzellen für 12-Volt-Systeme mit unterschiedlicher Leistung, je nach Energiebedarf bis zu 30 Watt, einem Laderegler,

einem 12-Volt Akku und der Elektronik für die LED-Beleuchtung. Bei Bedarf kann noch ein Wechselrichter für kleine 230 Volt-Verbraucher, wie zum Beispiel ein Notebook, beigefügt werden. Das System ist für die Beleuchtung im Außenbereich und für Radios geeignet. Alternativ

kann es auch als Ladegerät für Kleingeräte wie Handys und MP3-Player genutzt werden. Dadurch ist die Entwicklung besonders für Jugendliche mit ihren vielen elektronischen Geräten interessant. Ursprünglich plante ULOG, die Herstellung der Bausätze mit Hilfe von Schülerinnen und Schülern durchzuführen. Die Anfertigung der Sets erwies sich allerdings als zu komplex und schwierig. Doch aus der Innovation ergaben sich neue, ungeahnte Einsatzfelder für die Solarbruchzellen.

## Nutzung in Burkina Faso

Der Geschäftsführer von ULOG, Rolf Behringer, pflegt schon seit einigen Jahren guten Kontakt nach Burkina Faso in West-Afrika. Ein lokaler Ingenieur erkannte sofort den Einsatzbereich in seinem Land. Er meinte: „Das ist genau das, was wir brauchen!“ Rolf Behringer berichtet von seinen Plänen: „Ich fliege in einigen Tagen nach Burkina Faso, um das Personal auszubilden. Dann kann das Set als Mini-Solarhome-System kostengünstig an die ländliche Bevölkerung verkauft wer-

den.“ Die meisten Menschen auf dem Land haben keinen Zugang zu elektrischer Energie. Sie benötigen dringend Licht, um zu lesen oder um kleine Arbeiten zu verrichten. Die Menschen in Burkina Faso hören viel Radio, momentan meist im Batteriebetrieb. Eine umweltgerechte Entsorgung der Batterien ist nur selten gegeben. Zur Zeit installiert ULOG die kleine Produktion vor Ort und bildet Handwerker aus, damit sie die Platinen löten und die Solarmodule herstellen können.

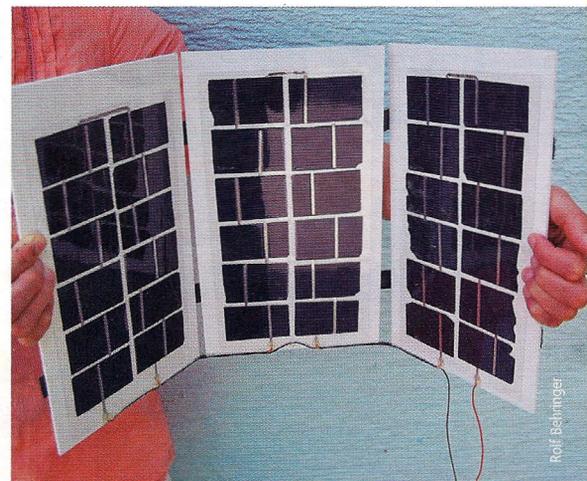
## Bastelmodelle aus Solarbruchzellen

Die Solarbruchzellen eignen sich auch hervorragend zum Basteln und Experimentieren. ULOG hat aus den Modulen ein Experimentierset entwickelt, das von den Schulen bereits sehr gut angenommen wird. Die Solartechnologiefirma bietet außerdem regelmäßig Bastelangebote an, bei denen die Solarzellen verbaut werden. Mit Hilfe der Solarbruchzellen können die Kinder zum Beispiel kleine Boote oder Windräder herstellen. Der Vorteil bei diesen Zellen liegt klar auf der Hand: Durch die große Zellfläche bringt die Solarzelle genug Leistung, um den Solarmotor auch bei bewölktem Himmel anzutreiben. Dadurch bewegen sich die schönen Solar-Bastelmodelle auch auf dem Fenstersims.

## Plan geändert – Ziel erreicht

badenova-Innovationsfonds: Das heißt oftmals Experimentieren mit neuen hoffnungsvollen Technologien und neuen Ansätzen – nicht immer gelingt dabei der geplante Durchbruch. Einige Vorhaben verfehlen ihr ursprüngliches Ziel, können aber trotzdem als Erfolg verbucht werden. „Innovation verläuft eben manchmal auch ungeplant, man muss dann die sich neu bietenden Chancen nutzen, anstatt stur weiter nach Plan zu verfahren“, so Anke Held, bei badenova für den Innovationsfonds verantwortlich. Mit 6.600 Euro unterstützt der Innovationsfonds dieses Bildungsprojekt. ■

Nähere Infos zur Firma ULOG finden Sie auf [www.solarfood.de](http://www.solarfood.de). Dort können auch viele verschiedene Solarprodukte, wie zum Beispiel Solarkocher, erworben werden.



Mit diesem 12-Volt-Klappmodul kann man Radios und Handys aufladen.