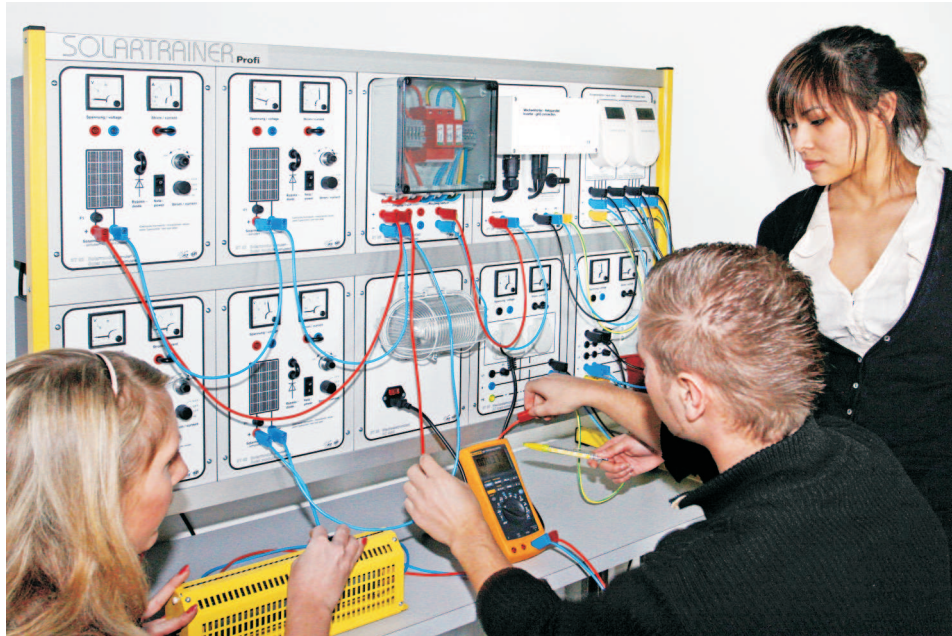


## Photovoltaik – Lehrsystem für die berufliche Aus- und Weiterbildung

Die Solarbranche ist einer - wenn nicht sogar *der* - Wachstumsmarkt der Zukunft. Die Zahl der Arbeitsplätze wächst, der Bedarf an Nachwuchs-, Fach- und Führungskräften steigt kontinuierlich an.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die schulische und berufliche Ausbildung sowie die qualifizierte Weiterbildung im Bereich Photovoltaik weltweit an immer mehr Aufmerksamkeit.



### Entwicklung

In Zusammenarbeit mit dem Kasseler Institut für Solare Energieversorgungstechnik - ISET e. V. (heute: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES) wurde daher das Photovoltaik-Trainingssystem Solartrainer profi entwickelt.

### Einsatz

Das Lehrsystem ist geeignet für den Unterricht in Schulen, Berufsschulen, Ausbildungszentren, Weiterbildungseinrichtungen, Fachhochschulen und Universitäten. Es können elektrotechnische Lehrinhalte zu Aufbau, Funktionsweise, Verschaltung sowie Installation- und Anlagentechnik von Photovoltaikanlagen vermittelt werden. Es eignet sich sowohl zur unterrichtsbegleitenden Demonstration wie auch für den Einsatz im Praktikumsversuch

### Aufbau

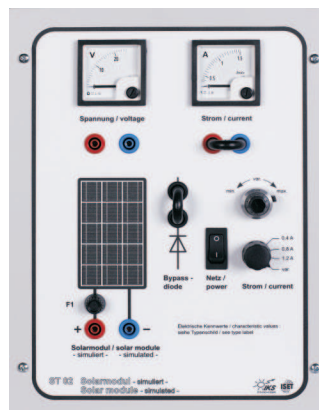
Das System besteht aus einzelnen Lehrtafeln mit Komponenten für die verschiedenen Versuchsanordnungen. Die Lehrtafeln werden nach Bedarf in den Halterahmen eingehängt und verschaltet. Die Konzeption des Systems erlaubt Versuche im Innen- und Außenbereich.

Für die Innenraumversuche kommt u.a. ein Modulgestell mit einem Solarmodul zum Einsatz. Beleuchtet mit einem dimmbaren Strahler, der auf

einem sowohl senkrecht als auch horizontal beweglichen Ausleger angebracht ist, lassen sich problemlos jahreszeitlich abhängige Tagesgänge simulieren.

Die Verstellung des Modulneigungswinkels, der Einfluss von Einstrahlung und Temperatur sind zusätzliche Optionen. Zur Reproduzierbarkeit von Messungen und um tageszeitlich und wetterunabhängig zu sein, wurde ein Modulsimulator entwickelt. Dieser bildet die Funktion eines PV-Moduls exakt nach. Der Kurzschlussstrom ist einstellbar.

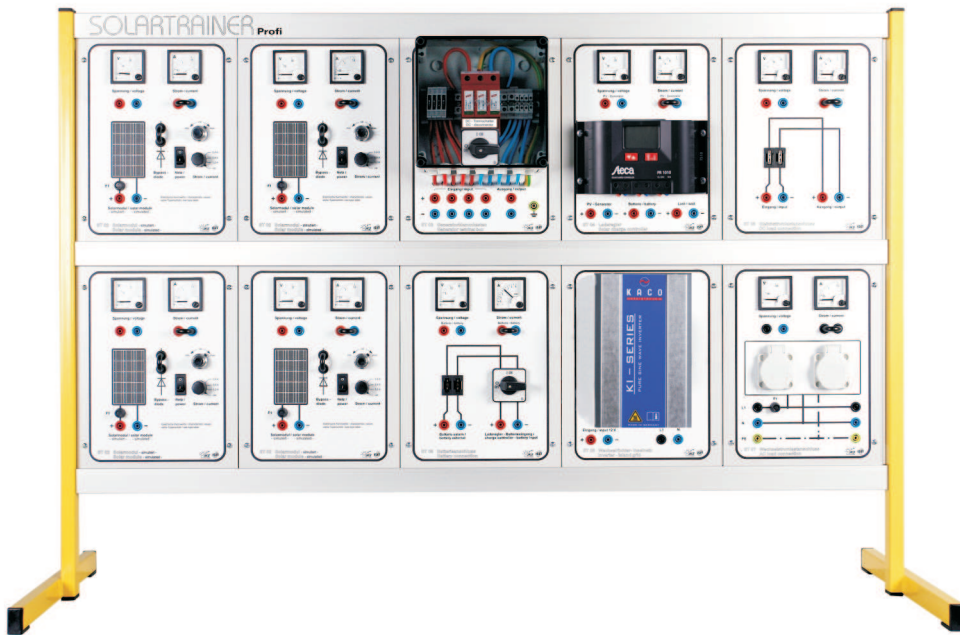
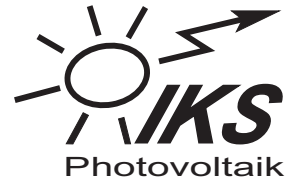
Besonders wurde darauf geachtet, dass hochwertige Komponenten und Materialien zum Einsatz kommen, wie der Installateur sie auch beim Bau der Anlagen einsetzen wird.



Was der Auszubildende oder Schüler im Labormaßstab auf absolut praxisorientierte Weise sich selbst erarbeiten kann, ist ohne Probleme auf reale Systeme im größeren Leistungsbereich übertragbar.

# SOLARTRAINER

## Profi



### Flexibel

Die modulare Konzeption des Lehrsystems erlaubt die Auswahl der Komponenten für die verschiedenen Ausbildungsziele.

Die jederzeit mögliche Erweiterung und Integration neuer Technologie garantiert ein sich stets auf dem Stand der Technik befindliches Lehrsystem.

### Schulungsunterlagen

Eine Versuchsanleitung sowie zwei ausgearbeitete Lehrgänge sind lieferbar und ersparen Zeit bei der Erstellung Ihres eigenen Bildungsangebotes oder die Ausrichtung hin zu einer Standardausbildung.

### Versuchsinhalte

Die Grundzüge der Photovoltaik unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflussparameter können ebenso vermittelt werden, wie die Anwendungsfälle der Direktkopplung kleiner Systeme, die Inselnetzbildung und der, für den Handwerker besonders interessante Netzparallelbetrieb:

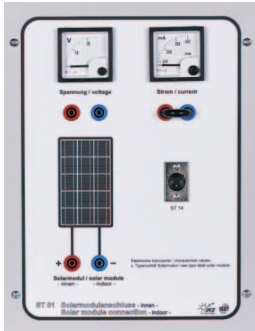
- Kennlinienaufnahme einer Diode/eines Diodenbandes
- Kennlinienaufnahme eines Solarmodules
- Kennlinienaufnahme eines Solarmodules bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärken
- Temperatureinfluss auf die Kennlinie eines Solarmodules
- Einfluss des Neigungswinkels auf die Leistungsabgabe eines Solarmodules
- Aufnahme eines Tagesganges für Sommer und Winter
- Reihenschaltung von Solarmodulen
- Parallelschaltung von Solarmodulen
- Abschattung von Solarmodulen ohne Bypassdiode
- Abschattung von Solarmodulen mit Bypassdiode
- Photovoltaikanlage zum Netzparallelbetrieb  
Verschiedene Konstellationen der Energieflussrichtung  
Messung des Wechselrichterwirkungsgrades
- Photovoltaikanlage zum Inselnetzbetrieb in mehreren Varianten
- Einbindung eines Solarmodules im Außenbereich



Die Auflistung umfasst nicht alle möglichen Versuche. Durchführbare Versuche abhängig vom Ausstattungsumfang.

Technische Änderungen vorbehalten 06/2014





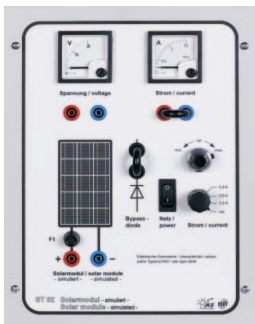
### ST 01 Solarmodulanschluss innen

Zum Anschluss des Solarmoduls von "ST 14 Modulgestell" an die vorderseitige Steckerbuchse. An den vorderen Buchsen des schematisch dargestellten Solarmoduls wird eine variable Last (z.B. ST 20 B) angeschlossen. Messung von Strom und Spannung.



### ST 05 O / ST 05 D Wechselrichter Netzparallel

Wandelt Gleichstrom in sinusförmigen Wechselstrom, einphasige Einspeisung, netzgeführt. Eingang 28 - 50 V DC, MPP-Regelung. Leistung ca. 110 W. Lieferbare Versionen: 230 V / 50 Hz (ST 05 O / ST 05 D) 230 V / 60 Hz (ST 05 D) 115 V / 60 Hz (ST 05 D)



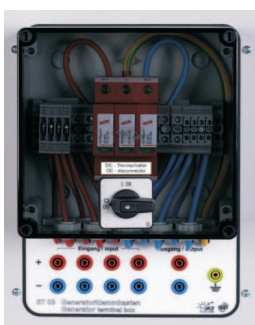
### ST 02 Solarmodul simuliert

Solarmodulsimulator zur exakten Nachbildung eines Solarmoduls. Kurzschlussstrom in Stufen oder variabel einstellbar. Parallel- und Reihenschaltung möglich. Schaltbare Bypassdiode. Netzanschluss 230 V / 50-60 Hz Leerlaufspannung 23,1 V, Kurzschlussstrom 0 - 1,5 A, Nennleistung 24 Wp.



### ST 06 R Wechselrichter Inselnetz

Wandelt Gleichstrom in rechteckförmigen Wechselstrom zur Bildung eines Inselnetzes. Eingang 12 V DC/8 A, Ausgang 230 V / 50 Hz. Leistung ca. 100 W.



### ST 03 Generatorklemmkasten

Zur Parallelschaltung von 4 Solarmodulen/ Simulatoren über jeweils eine Diode auf einen Ausgang. Überspannungsableiter o. Funktion. Belastbarkeit je Eingang 24 V/3 A. DC-Trennschalter.



### ST 06 S Wechselrichter - Inselnetz

Wandelt Gleichstrom in sinusförmigen Wechselstrom zur Bildung eines Inselnetzes. Eingang 12 V DC/ 8 A. Leistung ca. 100 W. Lieferbare Versionen: 230 V / 50 Hz 230 V / 60 Hz 115 V / 60 Hz



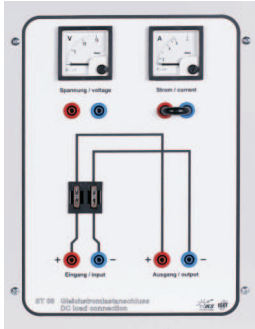
### ST 04 Laderegler

Zur Überwachung des Ladezustands der Batterie. Steuert den Ladevorgang sowie die Zu- und Abschaltung der Verbraucher (Tiefentladschutz). Informations- und Betriebszustandsanzeige mittels LCD Display. Nennspannung 12 V/max 8 A.



### ST 07 Wechselstromlastanschluss

Zum Anschluss an das öffentliche Netz ("ST 13 "Öffentliches Netz") oder an einen Inselnetzwechselrichter („ST 06 R / ST 06 S“). Betrieb von Wechselstromlasten, max 450 W. Lieferbare Versionen: 230 V / 50-60 Hz 115 V / 60 Hz

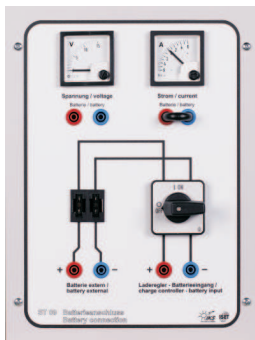


**ST 08**  
**Gleichstromlastanschluss**  
Zum Anschluss an "ST 04 Laderegler" und Betreiben von Gleichstromlasten 12 V / max. 8 A.



**ST 12**  
**Automatische Freischaltschleife**

Zur Überwachung von einphasig einspeisenden Anlagen (ENS). Verhindert bei Ausfall oder Abschalten des öffentlichen Stromnetzes eine unkontrollierte Inselbildung. Betriebsspannung 230 V / 50 Hz.



**ST 09**  
**Batterieanschluss**  
Zum Anschluss von "ST 21 Solarbatterie" an "ST 04 Laderegler".



**ST 13**  
**Öffentliches Netz**  
Dreiphasiger Wechselstromanschluss zum Anschluss des öffentlichen Netzes über eine 5-polige CEE Kupplung 16 A an das Schulungssystem. Adapter einphasig lieferbar.



**ST 10**  
**Erzeugungszähler**

Einphasiger elektronischer Wechselstromzähler zur Messung der erzeugten Solarenergie. Anzeige von akt. Leistung, kWh, Messd., Tarifeingabe möglich. Lieferbare Versionen: 230 V / 50 Hz, 230 V / 60 Hz, 115 V / 60 Hz



**ST 11**  
**Einspeise-/Bezugszähler**

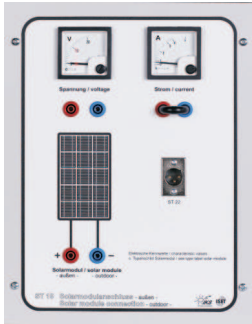
Einphasige elektronische Wechselstromzähler zur Messung der eingespeisten Solarenergie sowie der bezogenen Energie aus dem Netz. Anzeige wie ST 10. Lieferbare Versionen: 230 V / 50 Hz, 230 V / 60 Hz, 115 V / 60 Hz



**ST 14**  
**Modulgestell**

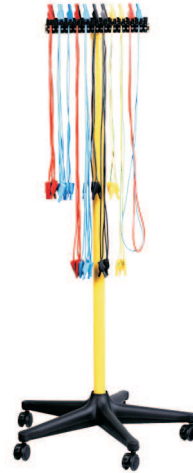
Zur Bestrahlung eines 10 W Solarmoduls mittels eines 400 W helligkeitsregulierbaren Halogenstrahlers. Die Neigung des Solarmoduls sowie die Höhenposition und der Abstand des Strahlers zum Solarmodul sind einstellbar.

Die Neigung des Strahlers lässt sich zur Feinjustierung ebenfalls einstellen. Zur Nachbildung des Sonnenlaufes kann der Strahler um das Solarmodul geschwenkt werden. Betriebsspannung 230 V / 50-60 Hz.



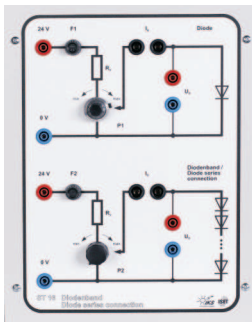
### ST 15 Solarmodulanschluss außen

Zum Anschluss des Moduls "ST 22 Solarmodul-außen", oder vergleichbar, an die vorderseitige Steckerbuchse. Die Anschlüsse des Moduls stehen an den vorderen beiden Buchsen des schematisch dargestellten Solarmoduls zur Verfügung.



### ST 19 Satz Sicherheitsleitungen mit fahrbarem Laborständer

Hochflexible Sicherheitsverbindungsleitungen mit 4 mm Steckern. Kontakte Messing/Hartkupfer vergoldet. Messleitungshalter mit 42 Konsolen. Rollen mit Feststeller, Höhe 1,45 m.



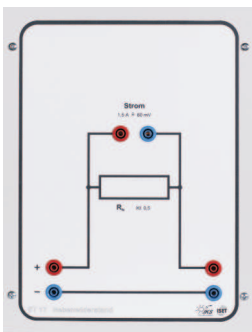
### ST 16 Diode/Diodenband

Zur Durchführung der Grundlagenversuche "Kennlinie einer Diode" und "Kennlinie eines Diodenbandes". Spannungsversorgung extern 24 V DC mit "ST 27 Labornetzgerät".



### ST 20 AC Wechselstromlast

Tafel 1  
60 W Glühlampe. Kaltgerätesteckdosenanschluss mit Schalter. Lieferbare Versionen: 230 V / 50-60 Hz, 115 V / 60 Hz



### ST 17 Nebenwiderstand

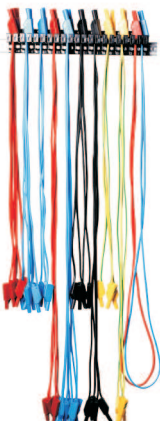
Zur Messung von Strömen bis 1,5 A als Spannungsabfall am Nebenwiderstand.

Für Messungen im Netzparallelbetrieb mittels Oszilloskop.



### ST 20 AC Wechselstromlast

Tafel 2  
60 W Glühlampe. Kaltgerätesteckdosenanschluss mit Schalter. Lieferbare Versionen: 230 V / 50-60 Hz, 115 V / 60 Hz



### ST 18 Satz Sicherheitsleitungen

Hochflexible Sicherheitsverbindungsleitungen mit 4 mm Steckern. Kontakte Messing/Hartkupfer vergoldet. Messleitungshalter mit 21 Konsolen für Wandbefestigung.



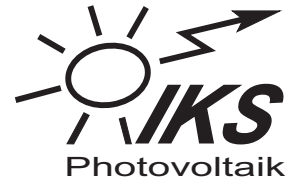
### ST 20 AC Wechselstromlast

Tafel 3  
9 W Energiesparlampe. Kaltgerätesteckdosenanschluss mit Schalter. Lieferbare Versionen: 230 V / 50-60 Hz, 115 V / 60 Hz



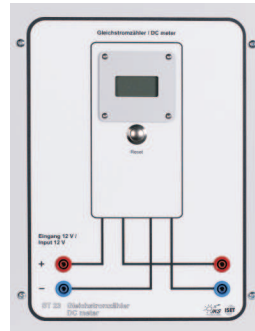
# SOLARTRAINER

## Profi



**ST 20 DC  
Gleichstromlast**

Tafel 4  
50 W Halogenlampe,  
mit Schalter, 12 V .



**ST 23  
Gleichstromzähler**

Elektronischer Gleichstrom-  
zähler zur Erfassung von  
Gleichstromverbrauchern.  
Einschleifung in den Verbrau-  
cherkreis.  
Anzeige der aktuellen Leistung  
und Wh, Reset-Taster.



**ST 20 RW  
Satz Elektrische  
Lasten**

Vier Stück regelbare  
Widerstände:  
15 Ohm / 5,5 A  
170 Ohm / 1,7 A  
325 Ohm / 1,2 A  
15,8 K.Ohm / 0.17 A



**ST 24  
Satz Multimeter**

Besonders robust.  
Automatische Bereichswahl,  
großes Display.  
DC / AC max. 1000 V,  
max. 10 A.



**ST 21  
Solarbatterie**

Geschlossene Blei-Gel Batterie  
speziell zur Speicherung von  
Solarenergie. Anschluss über  
"ST 09 Batterieanschluss"  
an "ST 04 Laderegler"  
zum Aufbau eines Inselnetzes  
mit Speicher.  
12 V / 27 Ah C100.



**ST 27  
Labornetzgerät**

Zur Spannungsversorgung  
von "ST 16 Diode/Diodenband".  
Regelbereich 0 - 30 V DC/ 0-2 A.  
Netzanschluss:  
115-230 V / 50-60 Hz.



**ST 22  
Solarmodul außen**

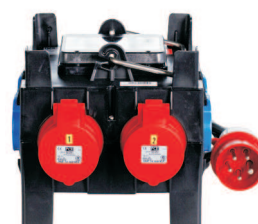
Solarmodul für Versuche  
im Außenbereich.  
Neigungswinkel verstellbar, auf  
großer Gradskala ablesbar.  
Leistung 55 Wp.  
Anschluss an „ST 15  
Solarmodulanschluss  
Außen“.



**ST 28 Solarmodul polykristallin  
ST 28 Solarmodul amorph**



Alternativ zusätzliches  
Solarmodul zu  
"ST 14 Modulgestell",  
Wechselbefestigung,  
Leistung:  
polykristallin ca. 10 W  
Amorph ca. 5 W

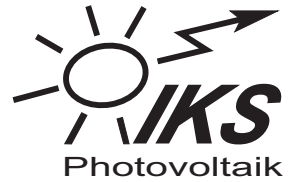


**ST 30  
Sicherungsbox**

Vorschalt-Sicherungsbox mit  
4-poligem FI-Schutzschalter,  
CEE-Steckdose und 1,5 m  
Zuleitung mit CEE-Stecker.  
400 V / 50 Hz.

# SOLARTRAINER

## Profi



### ST 95 Transformator

Zur Spannungsanpassung von ST 02 und ST 14 in 115 V-Systemen. Einschließlich Steckdosenleiste 230 V. Transformator 115 V AC auf 230 V AC / 500 W.



### ST 96 Labortisch

Labortisch auf Rollen mit Feststellern. Als Unterbau für "ST 99 Halterahmen", inkl. Befestigungsmaterial. Tischplatte 1,25 x 0,62 m, Höhe 0,74 m.



### ST 99 15 Module Aufnahmegestell

Zum Einhängen von 15 Modulen.



### ST 99 10 Module Aufnahmegestell

Zum Einhängen von 10 Modulen.



### ST 97 Versuchsanleitung

Grundlagenlabor Photovoltaik. Ausführliche Anleitung zu 12 Themen; mit Lösungen.

Lieferbare Sprachen:  
Deutsch  
Englisch  
Spanisch  
Französisch



### ST 98 Bedienungsanleitung

Bedienungsanleitung zu allen Komponenten.

Lieferbare Sprachen:  
Deutsch  
Englisch  
Spanisch  
Französisch

Vertriebspartner

Technische Änderungen vorbehalten. Stand: 06/2014

IKS Photovoltaik GmbH  
An der Kurhessenhalle 16 b  
34134 Kassel / Germany  
Tel. 0561 / 9538050  
Fax 0561 / 9538051  
www.iks-photovoltaik.de  
info@iks-photovoltaik.de

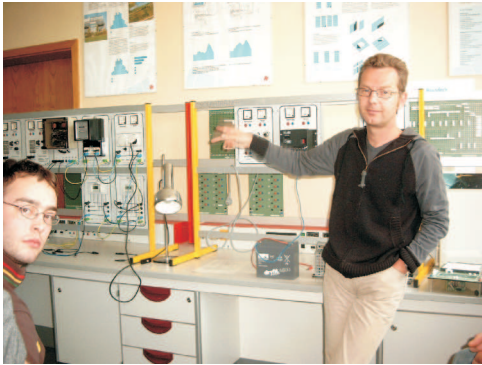


Lehrsysteme  
Messechnik  
Sonderentwicklungen

Einige Anwender berichten:

## Technikerschule Butzbach

„Solartrainer profi seit 15 Jahren völlig fehlerfrei und ohne Reparaturen im Einsatz“



## Handwerkskammer Münster

„Schon der Prototyp überzeugte – Solartrainer profi seit 1997 erfolgreich im Einsatz“



## Landesstelle Hessen für gewerbliche Berufsförderung in Entwicklungsländern

„Solartrainer profi für die Multiplikatoren Ausbildung“



## Bildungsinstitut Pscherer:

„Fit für die Praxis: Aus- und Weiterbildung mit dem Solartrainer profi“



## BZ Bildungszentrum Kassel

„Seit 1997 mit dem Solartrainer profi über 500 Teilnehmer ausgebildet“



## University of Nairobi

Institute of Nuclear Science and Technology

