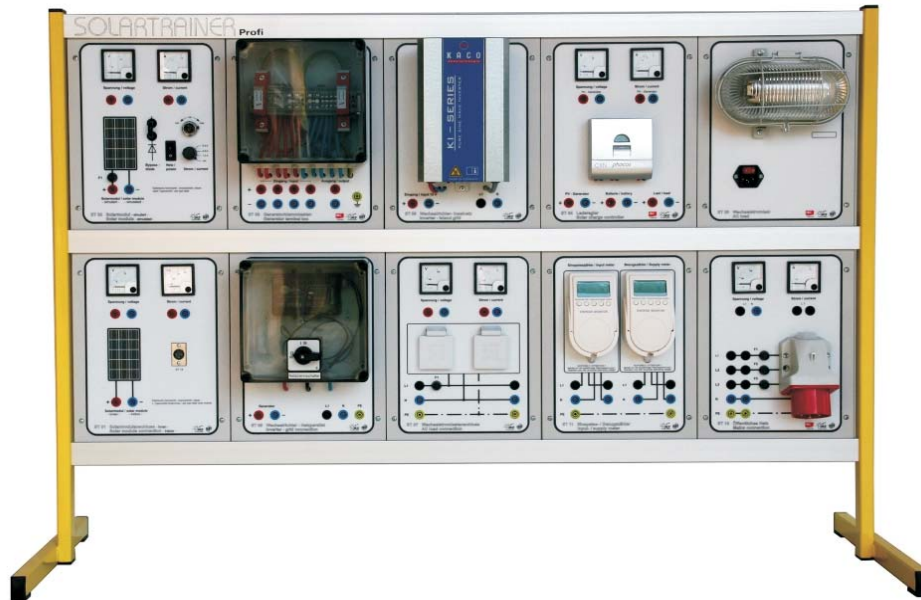


## Photovoltaik – Lehrsystem für die berufliche Aus- und Weiterbildung

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

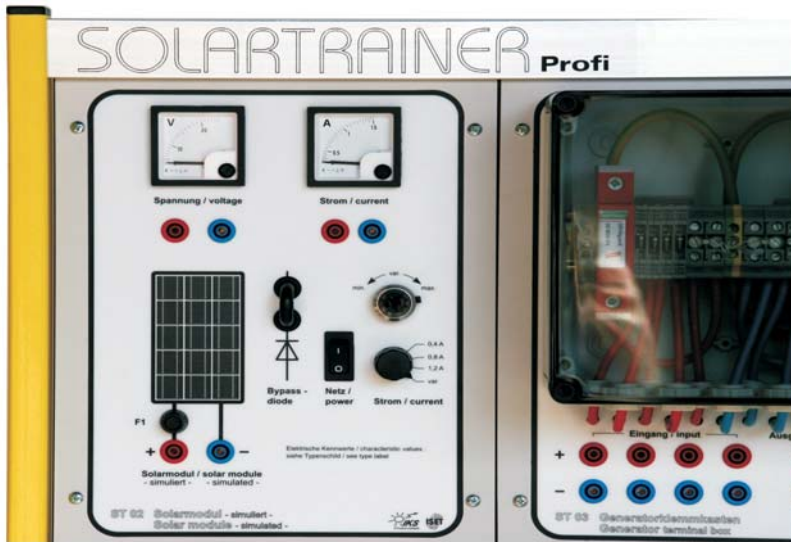
einem sowohl senkrecht als auch horizontal beweglichen Ausleger angebracht ist, lassen sich problemlos jahreszeitlich abhängige Tagesgänge simulieren.

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.



### 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

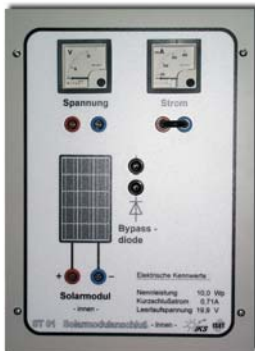
Die Grundzüge der Photovoltaik unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflussparameter können ebenso vermittelt werden, wie die Anwendungsfälle der Direktkopplung kleiner Systeme, die Inselnetzbildung und der, für den Handwerker besonders interessante Netzparallelbetrieb:

- Kennlinienaufnahme einer Diode/eines Diodenbandes
- Kennlinienaufnahme eines Solarmoduls
- Kennlinienaufnahme eines Solarmoduls bei unterschiedlichen Bestrahlungsstärken
- Temperatureinfluss auf die Kennlinie eines Solarmoduls
- Einfluss des Neigungswinkels auf die Leistungsabgabe eines Solarmoduls
- 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 Solarmoduls im Außenbereich
- Meßwerterefassung mittels PC-Anbindung



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

Technische Änderungen vorbehalten 10/2009



### ST 01 Solarmodulanschluss – innen –

Zum Anschluss des Solarmoduls von "ST 14 Modulgestell" an die rückseitige Buchse.  
An den vorderen Buchsen des schematisch dargestellten Solarmoduls steht die Spannung zur Verfügung.



### ST 05 Wechselrichter – Netzparallel –

Wandelt Gleichstrom in sinusförmigen Wechselstrom, einphasige Einspeisung, netzgeführt.

Eingang 24 - 35 V DC/3 A  
Ausgang 230 V AC  
Leistung ca 110 W.



### ST 02 Solarmodul – simuliert –

Solarmodulsimulator zur exakten Nachbildung eines Solarmoduls. Kurzschlussstrom in Stufen oder variabel einstellbar. Parallel- und Reihenschaltung möglich. Schaltbare Bypassdiode.

Netzanschluß, Ausgang Leerlaufspannung 23,1 V, Kurzschlussstrom 0 - 1,5 A, Nennleistung 24 Wp.



### ST 06 Wechselrichter – Inselnetz –

Wandelt Gleichstrom in rechteckförmigen Wechselstrom zur Bildung eines Inselnetzes

Eingang 12 V DC/8 A  
Ausgang 230 V AC  
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.



### ST 06 A Wechselrichter – Inselnetz –

Wandelt Gleichstrom in sinusförmigen Wechselstrom zur Bildung eines Inselnetzes.

Eingang 12 V DC/8 A  
Ausgang 230 V AC  
Leistung ca 100 W.



### ST 04 Laderegler

Zur Überwachung des Ladezustands der Batterie. Steuert den Ladevorgang sowie die Zu- und Abschaltung der Verbraucher (Tiefentladeschutz).

Informations- und Betriebszustandsanzeige mittels LED.

Nennspannung 12 V/max 8 A.



### ST 07 Wechselstromlastanschluss

Zum Anschluss an das öffentliche Netz (über "ST 13 "Öffentliches Netz") und Betreiben von Wechselstromlasten von max. 450 W.

# SOLARTRAINER

## Profi



**ST 08  
Gleichstromlastanschluss**

Zum Anschluß an "ST 04 Laderegler" und Betreiben von Gleichstromlasten 12 V / max. 8 A.



**ST 13  
Öffentliches Netz**

Dreiphasiger Wechselstromanschluss zum Anschluss des öffentlichen Netzes über eine 5-polige CEE – Kupplung 16 A an das Schulungssystem.



**ST 09  
Batterieanschluss**

Zum Anschluß von "ST 21 Solarbatterie" an "ST 04 Laderegler".



**ST 10  
Erzeugungszähler**

Einphasiger elektronischer Wechselstromzähler zur Messung der erzeugten Solarenergie unmittelbar nach dem Einspeisewechselrichter ST 05.

Anzeige von aktueller Leistung, kWh, Messdauer, Tarifeingabe möglich.



**ST 14  
Modulgestell**

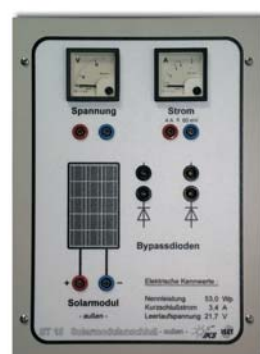
Zur künstlichen Beleuchtung eines 10 W Solarmoduls mittels eines 500 W Helligkeitsregulierbaren Halogenstrahlers. Die Neigung des Solarmoduls sowie die Höhenposition und der Abstand des Strahlers zum Solarmodul sind einstellbar. Die Neigung des Strahlers lässt sich zur Feinjustierung ebenfalls verstellen. Zur Nachbildung des Sonnenlaufes lässt sich der Strahler um das Solarmodul schwenken.



**ST 11  
Einspeise- / Bezugszähler**

Einphasige elektronische Wechselstromzähler zur Messung der eingespeisten Solarenergie in das öffentliche Netz sowie zur Messung der bezogenen Energie aus dem öffentlichen Netz.

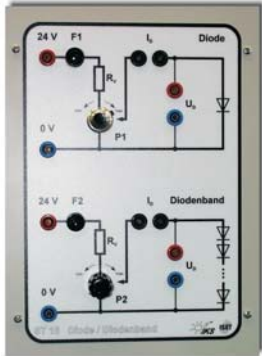
Anzeige von aktueller Leistung, kWh, Messdauer, Tarifeingabe möglich.



**ST 15  
Solarmodulanschluss – außen –**

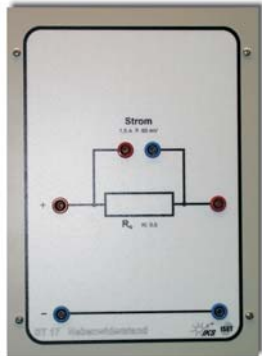
Zum Anschluss des Moduls "ST 22 Solarmodul – außen –" oder vergleichbar an die rückseitige Buchse.

An den vorderen Buchsen des schematisch dargestellten Solarmoduls steht die Spannung zur Verfügung.



### 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 17 Nebenwiderstand

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

Für Messungen im Netzparallelbetrieb mittels Oszilloskop.



### ST 18 Satz Sicherheitsleitungen

Hochflexible Sicherheitsverbindungsleitungen mit 4 mm Steckern. Kontakte Messing/Hartkupfer vergoldet.

Meßleitungshalter mit 21 Konsolen für Wandbefestigung.

### ST 19 Laborwagen mit Satz Sicherheitsleitungen

Hochflexible Sicherheitsverbindungsleitungen mit 4 mm Steckern. Kontakte Messing/Hartkupfer vergoldet.

Messleitungshalter mit 42 Konsolen.

Rollen mit Feststeller

Höhe 1.450

### ST 20 A Elektrische Lasten

Leuchtmittel auf je einer Tafel:  
2 x 230 V AC/60 W Glühlampe  
1 x 230 V AC/7 W Energiesparlampe, 1 x 12 V DC/50 W Halogenlampe.

### ST 20 B Elektrische Lasten

Vier Stück regelbare Widerstände,

13,1 Ohm/6 A  
148,0 Ohm/1,6 A  
378,0 Ohm/1,3 A  
12,8 K.Ohm/0,16 A



# SOLARTRAINER

Profi



**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.



**ST 23  
Gleichstromzähler**

Elektronischer Gleichstromzähler zur Erfassung von Gleichstromverbrauchern. Einschleifung in den Verbraucherkreis. Anzeige der aktuellen Leistung, kWh, Messdauer. Tarifeingabe möglich.

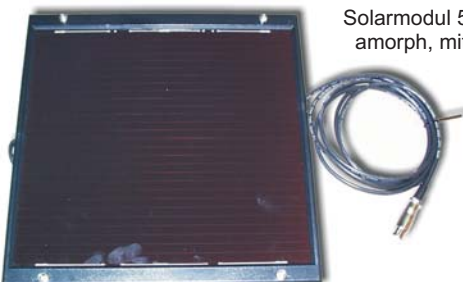


**ST 27  
Labornetzgerät**

Zur Spannungsversorgung von "ST 16 Diode/Diodenband". Spannungseinstellung 0 - 30 V DC/ 0-2 A.

**ST 29  
Solarmodulamorph zu ST 14**

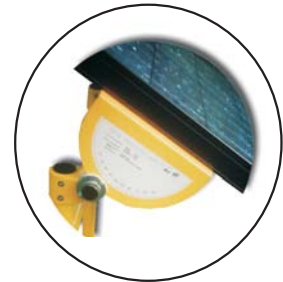
Solarmodul 5 W, amorph, mit Wechselbefestigung zu "ST 14 Modulgestell".



**ST 22  
Solarmodul außen**

Solarmodul für Versuche im Außenbereich. Neigungswinkel verstellbar, auf großer Gradskala ablesbar.

Leistung 56 Wp.



**ST 30  
Sicherungsbox**

Vorschaltungsbox mit 4-poligem FI-Schutzschalter, CEE-Steckdose und 1,5 m Zuleitung mit CEE-Stecker.

# SOLARTRAINER

## Profi



**ST 99**  
**Halterahmen**

Zum Einhängen von 10 Lehrtafeln.



**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



**ST 96**  
**Labortisch**

Labortisch auf Rollen mit  
Feststellern. Als Unterbau für  
"ST 99 Halterahmen", inkl.  
Befestigungsmaterial.



**Schulung Photovoltaik**

Beratung, Planung, Installation.

Herausgegeben vom Förder-  
verein für Neue Technik, Photo-  
voltaik und Regenerative  
Energien im Handwerk e.V.

**Schulungsbuch auf CD-ROM  
und CD-ROM Versuche**

ebenfalls lieferbar.

Technische Änderungen vorbehalten. Stand: 10/2009

IKS Photovoltaik GmbH  
An der Kurhessenhalle 16 b  
D-34134 Kassel / Germany  
Tel. 0561 / 9538050  
Fax 0561 / 9538051  
[www.iks-photovoltaik.de](http://www.iks-photovoltaik.de)  
[info@iks-photovoltaik.de](mailto:info@iks-photovoltaik.de)



Lehrsysteme  
Messechnik  
Sonderentwicklungen

Vertriebspartner