

Solartechnikausbildung für das Handwerk

Münchener Konzept

Die für die Zukunft notwendige verstärkte Nutzung regenerativer Energiequellen kann nur umgesetzt werden, wenn bereits jetzt in den Schulen entsprechende Weichenstellungen vorgenommen werden. Besonders die Berufsschulen sind hier gefordert, da ohne rechtzeitige Schulung des Handwerkernachwuchses bereits heute und erst recht in der Zukunft die Fachleute zur Planung, Beratung, Montage und Wartung solcher Anlagen fehlen. In dem folgenden Artikel wird von dem „Münchener Konzept“ zur Solartechnikausbildung an der dortigen *Berufsschule für Elektroinstallationstechnik und Elektromechnik* berichtet.

Im Elektro- und Sanitär-/Heizungs-/Klima-Handwerk (SHK) ist jetzt schon absehbar, daß mit der verstärkten Nutzung des größten Energiepotentials – der Sonnenenergie – ein entsprechender Fachkräftebedarf entstehen wird. Deshalb ist es notwendig, in der beruflichen Erstausbildung der betroffenen Handwerke das dazu notwendige Know-how zu vermitteln. Die Verantwortlichen für die Berufsbildung müssen dazu über die Anpassung der Ausbildungsrahmenpläne und der Lehrpläne die Handlungsmöglichkeiten der Schulen unterstützen und fördern.

Leider wird hier von offiziellen Stellen zur Zeit noch wenig Bereitschaft aufgebracht. Dies wurde auch in einem von

der *Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS)* organisierten „Runden Tisch“ im Anschluß an die EuroSun-Tagung in Freiburg am 19. September 1996 deutlich.

Geladen waren dazu Vertreter der Kultusministerien, der Fachverbände des Handwerks, des *Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)* und des *Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi)*. Doch die von dem seit zwei Jahren bestehenden *DGS-Fachausschuß Aus- und Weiterbildung* dargelegten Gründe für eine Anpassung der beruflichen Erstausbildung im Bereich Solartechnik – bis hin zur langfristigen Schaffung eines neuen Ausbildungsberufsbil-

des (z. B. Solarteur) – wurden dabei zurückhaltend bis ablehnend diskutiert.

Mittlerweile gibt es jedoch immer mehr Berufsschulen, die eigenverantwortlich Ausbildungsangebote im Bereich der Solartechnik realisieren (siehe auch SE 2/97, Seite 12 und 13). Dabei bieten die bestehenden Lehrpläne pädagogische Freiräume und Interpretationsspielräume an, die für eine Grundunterweisung in der Solartechnik ausreichend sind.

Europaweit: Berufliche Aus- und Weiterbildung

Am Münchener *Berufsbildungszentrum für Elektrotechnik* werden seit Dezember 1995 die Ausbildungsaktivitäten im Bereich Solartechnik über das Leonardo-Programm durch die EU gefördert. Neben der Durchführung einer beruflichen Erstausbildung der Elektroinstallateure auf dem Gebiet der Photovoltaik sollen Unterrichtsunterlagen für eine die gesamte Solartechnik umfassende Weiterbildung für das Elektro- und SHK-Handwerk erstellt werden. Außer den Unterrichtseinheiten werden auch die zugehörigen Laborplätze entwickelt.

Hauptsächlich soll jedoch ein europäischer Lernzielkatalog für neue Ausbildungsinhalte im Bereich der Solartechnologien erstellt werden.



Abb. 1: Insgesamt 72 Solarmodule mit einer Gesamtleistung von 5,4 kW_p sind in drei Reihen mit Winkeln von 35°, 45° und 55° an der Südfassade des Berufsbildungszentrums in München montiert.

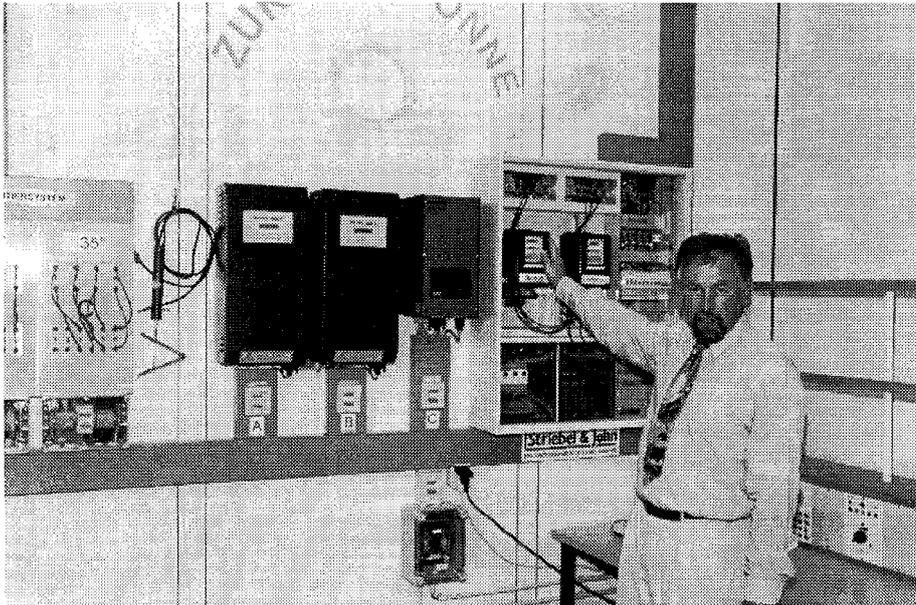


Abb. 2: Willi Kirchensteiner, Lehrer am Berufsbildungszentrum in München, erklärt die Netzparallelanlage: links die am Solarexperimentiersystem gesteckten Verbindungen zu den Generatorabzweigkästen, in der Mitte zwei Netzparallelwechselrichter und der Netzparallel-/Inselwechselrichter, rechts der Zählerverteilerschrank, unter dem Labortisch der Batterietrog mit 7 x 100 Ah-12-V-Akkus mit Zentralentgasung nach außen.

Zur Kontrolle des erreichten Kenntnisstandes werden geeignete Prüfungsaufgaben erarbeitet und getestet. Diese Aktivitäten basieren auf einer Gemeinschaftsstrategie der EU nach der Zielvorgabe, bis zum Jahre 2010 den jetzigen Anteil an erneuerbaren Energien von 6 auf 12 % zu verdoppeln (Grünbuch der EU-Kommission KOM 576).

Um eine fundierte Vermittlung der physikalischen und anwendungstechnischen Grundlagen der Photovoltaik zu ermöglichen, wurden zunächst zwei Ausbildungsmodulare geschaffen.

Während in dem ersten Modul die Grundlagen der Photovoltaik anhand der Technik von Inselanlagen erarbeitet wer-

den, kann in dem zweiten Modul die Anwendung im Netzparallelbetrieb in verschiedensten Kombinationen aufgebaut, untersucht, vermessen und protokolliert werden. Die Ausbildungsmodulare werden im Rahmen des pädagogischen Konzeptes des handlungsorientierten Projektunterrichts angeboten.

Praxis an Insel- und Netzparallelanlage

Da einerseits im Lehrplan für die Elektroberufe die Photovoltaik noch nicht erwähnt ist, es aber andererseits Probleme bereitet, die geforderten Inhalte zum Lehrplanthema „Ersatzstromversorgung“ praktisch zu vermitteln, bietet sich in der

Kombination beider Bereiche ein idealer Weg zur Vermittlung solartechnischen Wissens an.

In einem viertägigen Projekt „Ersatzstromversorgung für die Allgemein- und Sicherheitsbeleuchtung“ erarbeiten die Schüler sowohl die Grundlagen der Photovoltaik als auch die der Ersatzstromanlagen. Dabei werden die notwendigen Betriebsmittel in durchsichtigen Boxen an einer Lochrasterwand befestigt und mit Sicherheitsleitungen verbunden.

Als Ersatzstromquelle dient eine Photovoltaik-Inselanlage mit einem 20 W-Solarmodul, einem 50 Ah-Solarakku, einem 200 VA-Wechselrichter und allen für den Betrieb einer solchen Anlage notwendigen Betriebsmitteln.

Zum Lehrprogramm, das auf Informationstexten und Arbeitsblättern aufgebaut ist, gehört die Ermittlung der Modulkennlinien bei verschiedenen Einflüssen, Meß- und Sicherheitstechniken, Oszilloskopieren der Wechselrichterspannung, TAB-gerechte Netzumschaltung und viele andere Bau- und Meßaufgaben. Der seit vier Jahren in der Unterrichtspraxis bewährte Laborplatz wird inzwischen auch am Lehrmittelmarkt angeboten.

Angesichts eines wachsenden Marktes für netzgekoppelte PV-Anlagen, muß der Elektroinstallateur in Zukunft jedoch besonders die Technik dieser Anlagen beherrschen. Aus diesem Grunde steht den Elektroinstallateuren der Elektroberufsschule in München im zweiten Ausbildungsmodul eine 5,4 kW_p-Anlage im Netzparallelbetrieb als Ausbildungsanlage zur Verfügung.

72 monokristalline Module von je 75 W_p sind in drei Reihen mit verschiedenen Winkeln an der Südfassade des

Ein Überblick über Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen!



Preis: DM 12,- inkl. Versand
DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH
Augustenstraße 79 · 80333 München
Tel.: 089/524071 · Fax: 089/521668
Email: DGS-SE@T-Online.de

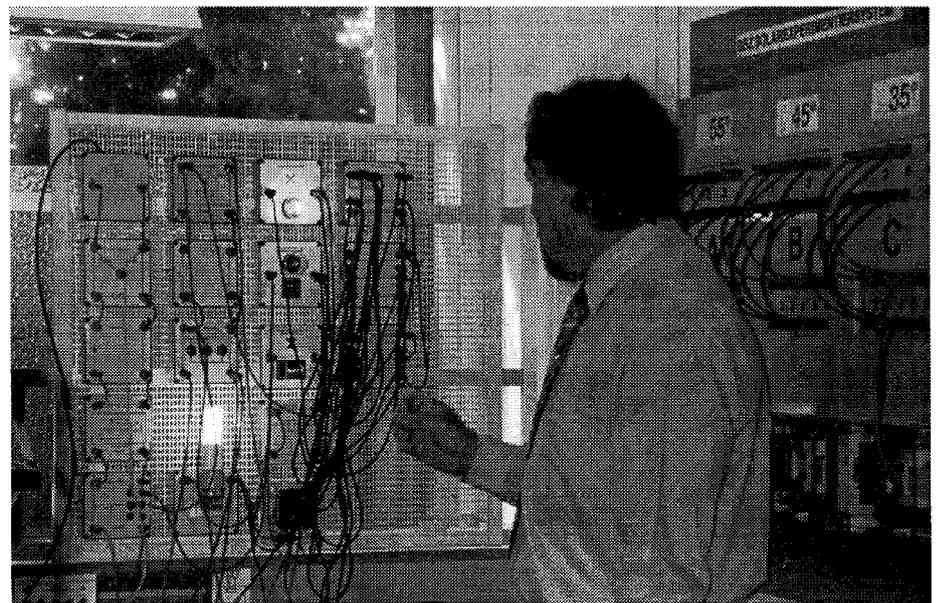


Abb. 3: Labortisch mit aufgebauter Ersatzstromanlage als PV-Inselanlage. Die Solarakkus in den zehn Labortischen werden über zwei 40-Watt-Solarmodule an der Südfassade geladen. Im Laborbetrieb wird die Sonne durch einen 500-W-Halogenstrahler simuliert.

Schulgebäudes montiert. Je sechs Module sind in Reihe zu einem Strang zusammengeschaltet und getrennt an die Buchsen des „Solarexperimentiersystems“ geführt. An diesem Experimentiersystem können die insgesamt zwölf Stränge meßtechnisch erfaßt und in allen Kombinationen auf die drei Wechselrichter geschaltet werden.

Um die Abhängigkeit des Energieertrages vom Einstrahlungswinkel untersuchen zu können, wurde statt der aufwendigen mechanischen Verstellung der Module eine Montage der drei Modulreihen mit festen Winkeln gewählt. Außerdem kann ferngesteuert durch eine mechanische Abschattung eines Moduls die Auswirkung auf den Strang und die Gesamtanlage untersucht werden.

Da es besonders wichtig ist, den Elektroinstallateuren auch die Gefahr der Lichtbogenbildung bei Gleichstromanlagen zu zeigen, kann mit einem Lichtbogenschweiß-Gerät ein solcher Lichtbogen erzeugt werden. Bereits bei mäßiger Sonneneinstrahlung entsteht an einem Strang ein ständig brennender Lichtbogen von 1 cm Länge.

Von diesem Sachverhalt leitet sich auch die VDE-Forderung nach „erd- und kurzschlußsicherer Verlegung der Gleichstromleitungen ab“.

Zwei der drei Wechselrichter sind bewährte 1.800 VA-Netzparallelwechselrichter, die über eine dreipolige Absicherung in den Zähler-Verteilerschrank einspeisen.

Der dritte 1.500-VA-Wechselrichter ist eine Neuentwicklung, die sowohl den Netzparallelbetrieb als auch den Inselbetrieb zuläßt.

Bei einem Netzausfall übernimmt er wie eine USV-Anlage die weitere Stromversorgung, indem er sich die Energie direkt aus dem Solargenerator und/oder aus der Akkuanlage holt. Im Netzparallelbetrieb wird vorrangig der Akku geladen und der Überschuß in das Netz eingespeist. Alle drei Wechselrichter haben die notwendige „Konformität“ zur Netzeinspeisung.

Der Zähler-Verteilerschrank ist in die Zuleitung zur Stromversorgung des Raumes (ohne Beleuchtung) zwischengeschaltet. Somit kann am Bezugs- und Lieferzähler, die ebenfalls mit Sicherheits-Experimentierleitungen von Schülern verdrahtet werden müssen, der momentane Energiefluß bewertet und eine Energiebilanz erstellt werden.

Neben der konventionellen meßtechnischen Erfassung werden über die serielle Schnittstelle jedes Wechselrichters Daten an drei PC's ausgelesen und mit einem entsprechenden Auswerteprogramm am Monitor dargestellt. Zusätzlich zu dieser Meßwertverarbeitung kann

über ein Sensorkit mit entsprechendem Meßprogramm direkt die Einstrahlungsenergie, die Modul- und die Außentemperatur gemessen und am PC bearbeitet werden.

Damit können Aussagen zu vielen Parametern, wie z. B. dem Wirkungsgrad und zur Funktionsweise einzelner Komponenten der Anlage erstellt werden.

Von der Aus- zur Weiterbildung

Mit der beschriebenen Anlage wurde an der Münchner Berufsschule ein leistungsfähiges Ausbildungssystem zur Photovoltaik geschaffen, das dem jungen Elektrohandwerker in der Erstausbildung sowohl die theoretischen Grundlagen als auch den notwendigen Wissenstransfer für diese Technik anbietet.

Im Rahmen des an der Berufsschule verankerten Leonardo-Projekts zur Solartechnikausbildung und wegen der dort vorhandenen Möglichkeiten durch Lehrpersonal und Laboreinrichtungen wird zur Zeit ein Weiterbildungslehrgang für Gesellen und Meister des Elektro- und SHK-Handwerks vorbereitet.

In 200 Stunden sollen über 10 Wochen (Abend- und Samstagsunterricht) die theoretischen und praktischen Kenntnisse zur Photovoltaik, zur Solartechnik, zur Wärmepumpentechnik und zum Installationsbus (EIB) vermittelt werden. Zusätzlich werden Grundlagen der Elektrotechnik, der rationellen Energieverwendung und der ökologischen Bedingungen der Energietechnik (ökologisches Marketing) angeboten.

Zur Vermittlung der praktischen Kenntnisse werden neben den PV-Laborplätzen und der Netzparallelanlage eine mo-

bile solarthermische Laboranlage mit vielfältigen Meßmöglichkeiten, eine moderne Luft-Wasser-Wärmepumpe als Experimentieranlage und umfangreiche Laborplätze zum Installationsbus bereitgestellt. Selbstverständlich stehen den Kurssteilnehmern auch verschiedenste Meßgeräte, Oszilloskope und PC's für Planungs- und Simulationsaufgaben zur Verfügung.

Der Lehrgang wird im Oktober 1997 starten. Mit entsprechend bestandenen Prüfungen wird das Zertifikat zum „Solartechnik-Techniker“ vergeben. Das Zertifikat ist durch den österreichischen Projektpartner, die *Solartechnikzentrale Wien*, europaweit geschützt.

Der Qualifikationsnachweis für den „Solartechnik-Techniker“ basiert auf den im Leonardo-Projekt festgelegten Lernzielen und den dazu erstellten Prüfungsaufgaben.

Im Rahmen des Leonardo-Projekts arbeiten die Münchner Firma *ECO-Sun*, die *Solartechnikzentrale Wien (EGS-Solartechnik)*, die *Fachhochschule Kozani*, Griechenland, und die Athener Berufsschule *OMIROS* unter der Projektleitung der Münchner Berufsschule zusammen.

Mit weiteren EU-Projekten zur Solartechnik und der regenerativen Energienutzung bestehen entsprechende Kontakte, um die europäische Koordination der Ausbildung in diesen Bereichen voranzubringen.

Willi Kirchensteiner

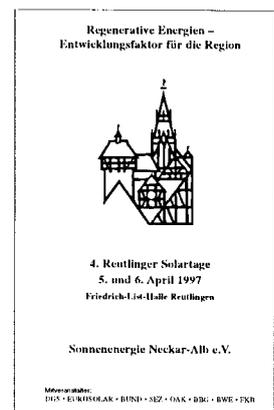
Über den Autor:

Oberstudienrat Willi Kirchensteiner ist Lehrer am Berufsbildungszentrum für Elektrotechnik in München sowie „Energie- und Solarbeauftragter“ aller Münchner Schulen.

Aus dem Inhalt:

- **Möglichkeiten der Photovoltaik mit Anwendungsbeispielen**
Dr. Reinhard Jahraus, DGS
- **Therm. Solaranlagen – Entwicklungen, Erfahrungen, Perspektiven**
Thomas Merkle, ZSW
- **Kosten und Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen**
Marcella Elser, ZSW
- **Passive Sonnenenergienutzung im Hausbau**
Thomas Krötz, Sonnenenergie Neckar-Alb e.V.
- **Fördermöglichkeiten für regenerative Energien**
Klaus Fink, Sonnenenergie Neckar-Alb e.V.
- **Blockheizkraftwerke**
Rudolf Fröhle, Sonnenenergie Neckar-Alb e.V.
- **Holzhackschnittel-Heizungsanlagen**
M. Ersing, ELS
- **Nutzung der Wasserkraft**
E. Reitter, AG Wasserkraftwerke e.V.
- **Windenergienutzung in Baden-Württemberg**
Frank Hummel, DGS
- **Kostendeckende Vergütung**
Dieter Breisch, Sonnenenergie Neckar-Alb e.V.
- **Beratung, Wirtschaftlichkeit und Förderung von Biogasanlagen in Baden-Württemberg**
Th. Weiler, Amt für Landwirtschaft Backnang

Tagungsband zu den 4. Reutlinger Solartagen



10,- DM inkl. Versand

DGS-Sonnenenergie Verlags-GmbH
Augustenstraße 79 • 80333 München
Tel.: 089/524071 • Fax: 089/521668
eMail: DGS-SE@T-Online.de