

April 2002

Programm Photovoltaik Ausgabe 2002

Überblicksbericht 2001

ausgearbeitet durch:
NET Nowak Energie & Technologie AG



Titelbild:

Mobicat

(Bildquelle: NET AG)

ausgearbeitet durch:

NET Nowak Energie & Technologie AG

Waldweg 8, CH - 1717 St. Ursen (Schweiz)

Tel. +41 (0) 26 494 00 30, Fax. +41 (0) 26 494 00 34 mail.net@bluewin.ch

im Auftrag des:

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH- 3062 Ittigen Postadresse: CH- 3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax. 031 323 25 00 office@bfe.admin.ch www.energie-schweiz.ch

PHOTOVOLTAIK

Überblicksbericht Ausgabe 2002

zum Programm 2001

Stefan Nowak
stefan.nowak.net@bluewin.ch



Mobicat

Nachhaltige Mobilität mit dem weltgrössten, solar-elektrisch angetriebenen Passagierschiff
Dieses Schiff mit einer Länge von 33m und einer Breite von 11m bietet Platz für 150 Personen.
Die elektrische Energie wird mit einer autonomen 20 kWp Photovoltaik Anlage erzeugt. Fast laut-
loses Dahingleiten bei niedrigstem Energieverbrauch zeichnet dieses Schiff aus.

(Bildquelle: NET AG)

Inhaltsverzeichnis

1. Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele 2001	4
2. Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse	5
Zell-Technologie.....	5
Solarmodule und Gebäudeintegration	7
Elektrische Systemtechnik	8
Ergänzende Projekte und Studien	9
Internationale Zusammenarbeit IEA, IEC, PV-GAP	10
3. Nationale Zusammenarbeit	11
4. Internationale Zusammenarbeit.....	11
5. Pilot- und Demonstrationsprojekte	12
Einleitung	12
P+D Projekte 2001	13
6. Bewertung 2001 und Ausblick 2002.....	20
7. Liste der F+E - Projekte	21
8. Liste der P+D – Projekte	24
9. Referenzen.....	27
10. Für weitere Informationen.....	28
11. Verwendete Abkürzungen (inkl. Internetlinks).....	28
12. Weiterführende Internetlinks	30

1. Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele 2001

Das Jahr 2001 war für das Programm Photovoltaik (PV) insgesamt durch eine Konzentration auf anwendungs- und marktorientierte Projekte im nationalen wie im internationalen Rahmen gekennzeichnet. Geprägt durch die nationale sowie die internationale Photovoltaik-Marktsituation fand auch eine Konsolidierung bestimmter Aktivitäten statt: Während einzelne mehr exploratorische und damit langfristige Projekte in ihrer Priorität eher zurückgestuft wurden, fanden umsetzungsorientierte und mehr kurzfristige Aktivitäten einen Aufschwung. Die Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen konnte dabei weiter intensiviert werden. Besonders hervorzuheben sind die fortschreitenden Arbeiten zur Umsetzung im Bereich der Dünnschicht-Solarzellen. Laufende Aktivitäten in Forschung und Entwicklung sowie Pilot- und Demonstrationsanlagen umfassen im Berichtsjahr rund 80 Projekte, wobei alle bekannten Projekte mit einer Förderung der öffentlichen Hand berücksichtigt sind. Die Anzahl der Projekte und der Mitteleinsatz liegen in der Grössenordnung des Vorjahres.

Entsprechend dem von der Eidgenössischen Energieforschungskommission CORE genehmigten Forschungskonzept Photovoltaik 2000 – 2003 [85] ist das Programm Photovoltaik in folgende Bereiche gegliedert:

Solarzellen der Zukunft

Die Arbeiten zu **Dünnschicht Solarzellen** wurden im Berichtsjahr weitergeführt mit den Schwerpunkten **Silizium** (amorph, mikrokristallin, Nieder-Bandgap), Zellen auf der Grundlage von **Verbindungshalbleitern** (CIGS, CdTe) sowie **Farbstoffzellen**. In allen Technologien fanden die Bestrebungen zur Umsetzung ihre Fortsetzung und einzelne Projekte konnten mit privaten Unternehmen konkretisiert werden.

Module und Gebäudeintegration

Die **Integration der Photovoltaik** im bebauten Raum bildet weiterhin den wichtigsten Schwerpunkt der angestrebten Anwendungen. Für kommerzielle Solarmodule mit fortgeschrittenen Montagesystemen an Flachdach, Schrägdach und Fassaden wurde eine ansprechende Ästhetik bei tieferen Kosten realisiert; mittelfristig wird eine weiterführende Integration von Dünnschicht-Solarzellen in Gebäudebauteile angestrebt.

Elektrische Systemtechnik

Die **Qualitätssicherung** von Photovoltaikmodulen, von Wechselrichtern und von gesamten Systemen bildet, zusammen mit **Langzeitbeobachtungen** an diesen Komponenten, ein Thema mit hoher Relevanz für die Praxis. Langjährige Messreihen bilden die Grundlage für statistische Informationen und Erfahrungen mit dem Betrieb von verschiedenen Anlagenkonzepten. Die **Standardisierung** von Produkten und Systemen und die dazugehörigen **Normen** stellen demgegenüber ein Gebiet dar, welches angesichts der fortschreitenden Marktpenetration der Photovoltaik hohe Dringlichkeit hat. Dies trifft sowohl für netzgekoppelte Systeme wie für Inselanlagen zu. Für letztere sind zuverlässige und langlebige Speicher ebenfalls von Bedeutung.

Ergänzende Projekte und Studien

Im Vordergrund dieses Bereichs stehen Projekte, welche die erfolgreiche Umsetzung von Projekten begünstigen sowie für die Planung und den Anlagenbetrieb moderne **Hilfsmittel** bereitstellen. Neuste Technologien des Internets, Computermodelle und Bildverarbeitung bis hin zur Satellitenkommunikation gelangen dabei zum Einsatz. Für Anwendungen in Entwicklungsländern sind dagegen nicht-technische Aspekte von grösster Bedeutung.

Institutionelle internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit bildet ein zentrales Standbein in allen Bereichen. Der Anschluss an die internationale Entwicklung sowie ein intensivierter Informationsaustausch war im Berichtsjahr ein wichtiges Ziel, welches im Rahmen der internationalen Programme der **EU** sowie der **IEA** mit Kontinuität weiterverfolgt wurde. Auch hier findet eine Konsolidierung der Aktivitäten mit einer zunehmend marktorientierten Strategie statt. Für Photovoltaik-Anwendungen in Entwicklungsländern galt es, eine bessere Integration in die internationalen Bemühungen und Netzwerke zu bewerkstelligen.

2. Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Zell-Technologie

Die **grosse Bandbreite der Schweizer Solarzellenforschung** konnte im Berichtsjahr 2001 mit Unterstützung verschiedenster Institutionen fortgesetzt werden. Erfreulicherweise erfolgen grundlegende Arbeiten vermehrt auch im Programm TOP NANO 21 des ETH-Rates. Andererseits finden auch mehr Industrie-Projekte mit Unterstützung der KTI statt. Die ausgeprägte Zusammenarbeit innerhalb von EU-Projekten belegt die internationale Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Solarzellenforschung.

Silizium

Im Berichtsjahr setzte das IMT an der Universität Neuchâtel die Hauptaktivität bei den **mikromorphen Solarzellen** [1] mit Schwerpunkt auf industriell relevanten Produktionsschritten und –prozessen fort (Bild 1). Die Arbeiten konzentrieren sich auf die Verbesserung der Eigenschaften transparenter Oxydschichten (TCO), die Möglichkeiten zur Optimierung der p-i-n und n-i-p Schichtabfolgen für das amorphe Silizium sowie die Herstellung von mikromorphen Mini-Modulen. Die Resultate in den einzelnen Arbeitsbereichen können wie folgt zusammengefasst werden: Für die Abscheidung von mikrokristallinem Silizium konnte die Abscheiderate auf 10Å/s erhöht werden. Andererseits konnte für einfache amorphe Zellen in der p-i-n Schichtabfolge der Anfangswirkungsgrad auf 10.6% verbessert werden. Für p-i-n/p-i-n mikromorphe Zellen wurde ein Anfangswirkungsgrad von 12.3% realisiert. Die gute Qualität des hauseigenen TCO auf der Basis von ZnO konnte durch spektrale Messungen bestätigt werden. Für die n-i-p Schichtabfolge wurden zwei neue Schichten für den Rückkontakt entwickelt und bezüglich ihrer Lichtstreuung charakterisiert. In dieser Konfiguration erreichten die mikromorphen Tandemzellen einen Anfangswirkungsgrad von 9.6%. Die Arbeiten an den mikromorphen Solarzellen konnten im Berichtsjahr durch das neue EU-Projekt **DOIT** [2] ergänzt werden. Hier ist das Ziel ein mikromorphes Klein-Modul von 30 x 30 cm² mit einem stabilen Wirkungsgrad von 11%; die Hauptaufgabe des IMT besteht in diesem Zusammenhang in der Verwendung der VHF-Deposition für die grossflächige Abscheidung. Der entsprechende Reaktor konnte im Berichtsjahr realisiert und erste Schichten mit einer Homogenität von besser als 10% deponiert werden. Im Projekt **ASOLANT** [3] wurde mit Unterstützung der ESA ein realitätsnaher Prototyp einer Satellitenantenne mit integrierten Solarzellen auf Kunststoffsubstraten hergestellt. Mit einem speziellen Design konnten die Parameter der einzelnen Module ($V_{oc}=6.36$ V, $I_{sc}=55.8$ mA, $FF=0.554$) gemäss den gestellten Anforderungen realisiert werden. Das im Berichtsjahr abgeschlossene Projekt konnte damit die grundsätzliche Möglichkeit der Nutzung von dünnen Silizium Solarzellen in Sattelitenantennen aufzeigen.

Das KTI-Projekt zwischen dem CRPP an der EPFL, dem IMT und Unaxis einer **grossflächigen, schnellen Beschichtungsanlage** [4] für Silizium-Dünnschichtsolarzellen wurde im Berichtsjahr fortgesetzt. Nebst der am CRPP vorhandenen Unaxis Plasma-Beschichtungsanlage wurde am IMT eine ähnliche Anlage aufgebaut. Damit können am CRPP die grundlegenden Prozessaspekte untersucht und am IMT die Solarzellen bezogenen Arbeiten durchgeführt werden. Nebst der Konfiguration der Reaktorelektroden stehen besonders auch Fragen der Prozesskontamination in einem Einkammersystem im Vordergrund. Es konnten in diesem Reaktor erste Solarzellen hergestellt werden.

Das KTI-Start-up Projekt zwischen der Fachhochschule Le Locle und der VHF-Technologies zur Entwicklung eines **kontinuierlichen (roll-to-roll) Fabrikationsprozesses** [5] von amorphen Solarzellen auf Kunststoffsubstraten wurde im Berichtsjahr erfolgreich abgeschlossen. Mit einer in-situ Abscheidung sämtlicher Schichten konnte auf einem 30 m langen, 30 cm breiten Polyimidsubstrat bei einer Beschichtungskapazität von 2000 m²/Jahr ein Wirkungsgrad von 3 – 4 % erreicht werden (Bild 2).

Das Projekt am PSI zur Entwicklung von **Nieder-Bandgap-Zellen** für Anwendungen der Thermophotovoltaik [6] wurde im Berichtsjahr fortgesetzt. Die Arbeiten bezüglich der photovoltaischen Zelle konzentrierten sich dabei auf grundlegende Aspekte von SiGe Quantum Well Strukturen, welche in einem UHV-CVD Reaktor hergestellt wurden.



Bild 1: Plasmareaktoren am IMT, (Bildquelle: IMT)

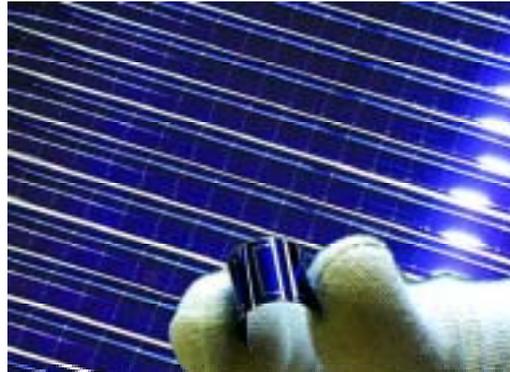


Bild 2: Flexible Solarzellen von VHF-Technologies, (Bildquelle: VHF-Technologies)

II-VI Verbindungen (CIGS, CdTe)

In der Gruppe Dünnschichtphysik an der ETHZ wurden verschiedene EU-Projekte zum Thema Solarzellen auf der Basis von Verbindungshalbleitern fortgesetzt: Das EU-Projekt **CADBACK** [7] geht der Frage der Optimierung des Rückkontaktes weiter nach: Mit Pufferschichten von Sb oder Sb₂Te₃ und Mo Metallschichten als Rückkontakt erreichten die CdTe-Zellen einen Wirkungsgrad von ungefähr 12%. Mit beschleunigten Alterungsmessungen konnte eine gute Stabilität nachgewiesen werden. Das Projekt wurde Ende 2001 abgeschlossen. Das EU-Projekt **FLEXIS** [8] für CIGS-Zellen auf flexiblen Substraten (Polyimid) wurde im Berichtsjahr ebenfalls abgeschlossen. In Ergänzung zur früher im Projekt verwendeten einstufigen Deposition im lift-off Verfahren konnten mit einem 3-Stufenprozess bei einer tieferen Temperatur von 450°C (Abscheidung vorläufig auf Glas) ein Wirkungsgrad von 14% erzielt werden. Im neuen EU-Projekt, **PROCIS** [9], werden produktionsrelevante Aspekte für CIGS-Zellen auf grösserer Fläche entwickelt: reduzierte Depositionstemperaturen und Pufferschichten (z.B. CdS, ZnS, ZnSe), welche mit Vakuumprozessen kompatibel sind. Erste Versuche mit CdS-Schichten mittels PVD (Physical Vapor Deposition) sind positiv verlaufen. Mit der Alternative ZnS resultierten hingegen noch weniger gute Ergebnisse. Die Schichteigenschaften mit dem 3-Stufenprozess aus dem Projekt FLEXIS wurden in PROCIS weiter auf ihre Struktur untersucht.

Im neuen Projekt **NANOCIS** [10] innerhalb des Programms TOP NANO 21 werden neue Prozesse für CIGS-Zellen auf der Grundlage von Nanopartikeln angestrebt. Damit soll die Möglichkeit von vereinfachten und damit kostengünstigeren Herstellungsprozessen aufgezeigt werden. In einem ersten Schritt wurden die einzelnen Schichten mittels geeigneter precursors hergestellt und strukturell charakterisiert.

Farbstoffzellen

Die weitere Entwicklung von farbstoffsensibilisierten, **nanokristallinen Solarzellen** [11] wurde am ICP der EPFL fortgesetzt. Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten an festen Hetero-Übergängen vorangetrieben, wobei photovoltaische Zellen hergestellt werden konnten. Diese Arbeiten sind nun

ebenfalls Bestandteil eines Projektes innerhalb des Programms TOP NANO 21 [12]. Zusammen mit Greatcell Solar werden in einem weiteren Projekt von TOP NANO 21 **Innenraum-Anwendungen** [13] der Farbstoffzelle entwickelt. In einem PSEL-Projekt werden die **Freiluftmessungen** [14] an farbstoffsensibilisierten Solarzellen fortgesetzt, welche das Verhalten dieser Zellen unter realen Aussenbedingungen beschreiben sollen. Von besonderem Interesse ist das Verhalten unter UV-Strahlung. Erste Messungen unter Freiluftbedingungen wurden am PSI durchgeführt.

Solaronix hat im EU-Projekt **LOTS-DSC** die Arbeiten zur Langzeitstabilität [15] von Farbstoffzellen abgeschlossen. Die Resultate zeigen, dass die Stabilität dieser Zellen im UV-Licht stark vom Elektrolyten abhängig ist und durch Additive verbessert werden kann; thermische Zyklen bis 60°C resultieren in einer hochgerechneten Lebensdauer von mindestens 5 Jahren unter Aussenbedingungen. Dieses Resultat ist ein erster Schritt in Richtung eines Solarmoduls für Aussenanwendungen über eine Lebensdauer von mehr als 20 Jahren.

Antennen-Solarzellen

An der Universität Bern wurden die grundlegenden Arbeiten zu **Antennen-Solarzellen** [16] im Rahmen des Programms Solarchemie und mit Unterstützung des schweizerischen Nationalfonds weitergeführt. Unter Verwendung von farbstoffbeladenen Zeolith-Kristallen wird eine neue Variante farbstoffsensibilisierter Solarzellen angestrebt.

Solarmodule und Gebäudeintegration

Das EU-Projekt **PV en face!** [17] am LESO der EPFL für neue Lösungen zur Fassadenintegration wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Nachdem die Konzept- und Designphase für das Produkt Solface im Vorjahr abgeschlossen werden konnte, konzentrierte man sich auf die Umsetzung. Es fanden dazu Verhandlungen mit zwei Schweizer Metallbaufirmen statt, welche an diesen Anwendungen Interesse gezeigt hatten. Eine erste Fassade (Bild 3) wurde am DEMOSITE der EPFL aufgebaut. Der nächste Schritt ist, eine geeignete Fassade für ein Pilotprojekt zu finden.

Das Projekt **DEMOSITE** [18] zeigt nebeneinander zahlreiche Varianten der Photovoltaik-Gebäudeintegration auf Flachdächern, Schrägdächern und Fassaden. Als internationales Projekt ist es in Task 7 des IEA PVPS eingebettet. Aufgrund der Möglichkeiten zum praxisnahen Vergleich konnten verschiedene Produkte bzw. Lösungen im Verlauf des Projektes angeregt oder verbessert werden. Im Berichtsjahr wurden erneut vier neue Stände eingereicht: Solgreen II, Solface (Bild 3), Freestyle (Bild 4) und Kawneer. Das Projekt und detaillierte Informationen dazu können über Internet besucht und abgerufen werden (www.demosite.ch). Unter Verwendung des Internets soll auch die Weiterbildung mit einem Kurs zur Photovoltaik Gebäudeintegration vorangetrieben werden.



Bild 3: Photovoltaik Fassade Solface (Demosite),
(Bildquelle: LESO / EPFL)



Bild 4: Photovoltaikdach Freestyle (Demosite),
(Bildquelle: LESO / EPFL)

Enecolo beteiligte sich weiterhin am EU-Projekt **ENERBUILD** [19], welches als Thematisches Netzwerk (www.enerbuild.net) bezüglich Energie im Gebäude die laufenden F&E-Aktivitäten erfassen und die Zusammenarbeit in diesem Gebiet verstärken soll. Dabei ist Enecolo für das Arbeitspaket Photovoltaik in Gebäuden verantwortlich. Im Berichtsjahr wurden die laufenden Arbeiten zur Photovoltaik Gebäudeintegration in Europa zusammengestellt und daraus erste Vorschläge für künftige Strategien und den Handlungsbedarf abgeleitet.

Das EU-Projekt **HIPERB** [20] wurde in der Schweiz nach dem Konkurs von Atlantis durch die Nachfolgefirma Swiss Sustainable Systems fortgesetzt. Es strebt die Verwendung von CIGS-Zellen in Photovoltaik Dach- und Fassadensystemen an und konkretisiert damit die Integration dieser Dünnschicht-Technologie in der Photovoltaik Gebäudeintegration.

Verschiedene weitere neue Konzepte und Produkte zur Photovoltaik-Gebäudeintegration wurden im Rahmen von P+D-Projekten erprobt (siehe Kapitel Pilot- und Demonstrationsprojekte).

Elektrische Systemtechnik

Das **Schwergewicht in der Systemtechnik** liegt weiterhin generell auf der Qualitätssicherung von Komponenten (Module, Wechselrichter), Systemen (Auslegung, Energieertrag) und Anlagen (Langzeitbeobachtungen). Die Erkenntnisse aus diesen anwendungsnahen Fragen sind – besonders in einem rasch wachsenden Markt – für die Sicherheit und Zuverlässigkeit künftiger Anlagen wie auch für die Standardisierung der Produkte von grosser Bedeutung. Besonders bei aktuellen Normen für Photovoltaiksysteme und der damit einhergehenden Qualitätssicherung ist weiterer Handlungsbedarf gegeben. Dieser Bedarf betrifft besonders auch Komponenten für die Gebäudeintegration, für welche trotz wachsendem Markt noch keine verbindlichen Normen vorliegen.

Das LEEE-TISO an der SUPSI setzte im Berichtsjahr die neuste Projektphase zur **Qualitätssicherung und Energieertrag von Photovoltaik Modulen** [21] fort. Der 7. Testzyklus an insgesamt 17 Solarmodulen wurde abgeschlossen und eine 8. Messserie an 12 weiteren Modultypen (4 mc-Si, 5 pc-Si, 2 a-Si, 1 CIS) begonnen. Die Messprozedur wurde angepasst, um die Degradation innerhalb der ersten Betriebsstunden zu berücksichtigen. Die detaillierten Messungen beginnen fortan nach einer Anfangsenergie von 20 kWh/m². Der im Vorjahr installierte Sonnen-Simulator der Klasse A wurde durch eine akkreditierte Stelle gemäss ISO 17025 für Messungen der I-V Kennlinie bei 1000 W/m² Einstrahlung und 25°C zertifiziert, was Messungen entsprechend der Norm IEC 60904-1 erlaubt. Die Genauigkeit liegt bei $\pm 2.0\%$ und es wurden im Berichtsjahr insgesamt ca. 1000 Modulmessungen durchgeführt, wovon 10% für externe Kunden. Die Messungen an den 3 Photovoltaik Anlagen des LEEE-TISO wurden fortgesetzt. Mit den LEEE News [86] wird neu ein Newsletter mit aktuellen Ereignissen und Resultaten publiziert. Das LEEE-TISO wurde 2001 für seine langjährigen Photovoltaikarbeiten mit dem Schweizer Solarpreis ausgezeichnet.

Im EU-Projekt **MTBF-PV** [22], welches das TISO zusammen mit der Europäischen Prüfstelle ESTI in Ispra durchführt, erfolgten ausführliche Messungen mit dem Sonnen Simulator an 252 Modulen der inzwischen bald 20 Jahre alten Anlage (10 kWp, 1982) am LEEE-TISO. Bemerkenswert ist, dass trotz visuellen Veränderungen der Module (Vergilbung, Delaminationen, usw.) 59% davon eine Leistungsabweichung von weniger als -10% der spezifizierten Leistung aufweisen. Diese Feststellung lässt darauf schliessen, dass die Mehrheit der Module nach 20 Jahren die Herstellerangaben erfüllt. Detaillierte Untersuchungen erfolgten an einzelnen Zellen und Modulen mittels I-V Kennlinien, IR Analyse und beschleunigten Alterungsmessungen.

Das PSI setzte seine Messungen [37] unter **realen Betriebsbedingungen** fort; aufgrund der ausführlichen Analyse kann der Energieertrag von Photovoltaik-Modulen unter Teillastverhalten parametrisiert werden. Dieses Thema soll im Frühling 2002 innerhalb eines durch Enecolo organisierten **Workshops** [38] vertieft werden.

Am Photovoltaiklabor an der HTA Burgdorf wurde das Projekt über das **Langzeitverhalten von netzgekoppelten Photovoltaik Anlagen** [23] mit Unterstützung der Gesellschaft Mont Soleil, der Localnet AG und Elektra Baselland sowie des BFE fortgesetzt. Im Projekt werden 38 Anlagen mit 51 Wechselrichtern überwacht. Im Berichtsjahr konnte auch die 560 kWp Anlage auf dem Mont Soleil im Feinmessprogramm der HTA Burgdorf aufgenommen werden. Die in den letzten Jahren laufend beobachteten Verbesserungen in der Wechselrichter-Verfügbarkeit dürfte aufgrund der

Messungen den Zenit erreicht haben. Nach Abschluss des EU-Projektes **PV-EMI** [24] im Vorjahr hat das PV-Labor an der HTA Burgdorf einige Anschlussarbeiten ausgeführt. So wurde die im Projekt vorgeschlagene DC-Netznachbildung realisiert und auf den Experimenten aufbauend ein weiterer Vorschlag zur Impedanz in dieser Netznachbildung formuliert. Ausserdem wurde an der HTA Burgdorf ein 25 kW Photovoltaik-Generator-Simulator für Wechselrichterprüfungen aufgebaut (Bild 5).

Im neuen EU-Projekt **INVESTIRE** [25] wirkt Dynatex zusammen mit 19 weiteren Unternehmen und 15 Forschungslabors an einer breiten Evaluation von Speichertechnologien für erneuerbare Energien und speziell Photovoltaik-Insulanlagen mit. Mit insgesamt 9 Speichertechnologien werden die wichtigsten Batterietypen (Blei, Lithium, Nickel, Metall-Luft) sowie alternative Speicherverfahren (Supercaps, Elektrolyse/Wasserstoff/Brennstoffzelle, Schwungrad, komprimierte Luft, Redox Systeme) erfasst und bezüglich ihren Anwendungsbedingungen charakterisiert. Daraus wird das Entwicklungspotential und der Handlungsbedarf für die Zukunft ermittelt.



Bild 5: PV-Generator-Simulator 25 kW (HTA Burgdorf),
(Bildquelle: HTA Burgdorf)

Ergänzende Projekte und Studien

Das EU-Projekt **PVSAT** [26] zur Fernüberwachung von Photovoltaik-Anlagen wurde von Enecolo und den europäischen Projektpartnern im Berichtsjahr abgeschlossen. Dabei wurde das im Lauf des Projektes entwickelte Verfahren an über 50 Photovoltaik Anlagen in Holland, Deutschland und der Schweiz validiert. Für 60% der Anlagen konnte zwischen vorhergesagtem und tatsächlichem Ertrag eine Abweichung innerhalb $\pm 10\%$ eingehalten werden. Die Gründe für Abweichungen von mehr als 10% sind vielfältig und konnten zum Teil eruiert werden. Das Verfahren soll nun von einem Photovoltaik-Hersteller zur Qualitätssicherung genutzt werden.

Meteotest beteiligt sich am EU-Projekt **SoDa** [27], welches weltweite Solardaten per Internet vermitteln will (<http://soda.jrc.it>). Dazu werden entsprechende Algorithmen auf der Grundlage des Europäischen Strahlungsatlas ESRA, sowie Meteonorm [87] und Satellight [88] entwickelt.

Das CUEPE an der Universität Genf beteiligt sich am EU-Projekt **Heliosat 3** [28] zur energiespezifischen Bestimmung der Solarstrahlung von Meteosat-Daten.

Die systemorientierten Arbeiten zur **Thermophotovoltaik** [6] wurden am PSI fortgesetzt. Im Berichtsjahr wurden die verschiedenen Komponenten in einem kleinen sowie einem grossen 20 kW-Prototyp-Brenner weiter untersucht und durch ein Simulationsmodell beschrieben. Diese Arbeiten wurden durch Kostenabschätzungen ergänzt. Für die Anwendungen steht der autonome Betrieb (elektrische Versorgung) eines Heizkessels im Vordergrund.

Im EU-Projekt **MSG: Multi-user solar hybrid grids** [29] wurden an der Universität Zürich die sozialwissenschaftlichen Aspekte einer Solarstromversorgung in netzfernen Dörfern weiter verfolgt. Im Berichtsjahr wurde ein Simulationsmodell zum sozialen Verhalten den Projektanforderungen angepasst. Es findet eine Wechselwirkung zwischen den physikalischen Daten (insbesondere Ladungszustand der Batterien) und dem sozialwissenschaftlichem Modell statt.

Internationale Zusammenarbeit IEA, IEC, PV-GAP

Die Beteiligung am Photovoltaikprogramm der IEA (IEA PVPS) wurde im Berichtsjahr mit Kontinuität fortgesetzt, sowohl auf der Projektebene wie im Executive Committee (ExCo). Die Schweiz übernahm im Berichtsjahr nach Italien und Holland den 3. Vorsitz dieses weltweiten Programms. Eine Vielzahl von Berichten und Publikationen zu diesem Programm können von der website www.iea-pvps.org abgerufen werden. Das Berichtsjahr 2001 war aus Sicht von IEA PVPS insgesamt sehr produktiv.

Nova Energie vertritt die Schweiz in Task 1 des IEA PVPS, welches allgemeine **Informationsaktivitäten** [30] zur Aufgabe hat. Im Berichtsjahr wurde ein weiterer nationaler Bericht über die Photovoltaik in der Schweiz bis 2000 [89] erstellt; auf dieser Grundlage wurde die 6. Ausgabe des jährlichen internationalen Berichtes über die Marktentwicklung der Photovoltaik in den IEA-Ländern erstellt [90]. Dieser Bericht ist inzwischen eine vielzitierte Referenz über die Entwicklungen und Trends im Photovoltaik-Markt der IEA-Länder. Der IEA PVPS-Newsletter [91] informiert regelmässig über die Arbeiten in und rund um das IEA-Programm. Ein neuer Bericht zum Thema Mehrwert durch Photovoltaik-Anlagen (added values of photovoltaic power systems) wurde im Berichtsjahr fertiggestellt [92].

In Task 2 über **Betriebserfahrungen** [31] stellt TNC den Schweizer Beitrag. Die PVPS-Datenbank Performance Database [93] mit Daten von 256 Photovoltaik-Anlagen aus 11 Ländern (insgesamt mehr als 8000 Monats-Betriebsdaten) wurde im Berichtsjahr international verteilt. Verhalten, Zuverlässigkeit und Dimensionierung von Photovoltaik-Anlagen waren die Themen eines Workshops [94], welcher im Rahmen dieses Projektes an der 17. Europäischen Photovoltaik Konferenz in München erfolgreich durchgeführt wurde.

Dynatex beteiligt sich an den Arbeiten in Task 3 über **Inselanlagen** [32]. Schwerpunkte der Aktivitäten dieses Projektes bilden die Qualitätsverbesserung und die Zuverlässigkeit von autonomen Photovoltaik-Anlagen sowie technische Fragen in hybriden Systemen und Batterien. Im Berichtsjahr wurde eine Reihe von Berichten weiterbearbeitet, sodass die Endfassungen dazu im Verlauf des Jahres 2002 vorliegen sollten.

Das ewz stellt den Schweizer Beitrag in Task 5 zu technischen Fragen der **Netzankoppelung** [33] von Photovoltaik-Anlagen. Dieses Projekt wird in nächster Zeit mit einer Reihe von Schlussdokumenten abgeschlossen. Über die Richtlinien zur Netzanbindung von Photovoltaik-Anlagen, die Inselbildung, grössere Anzahl von PV-Systemen in einem Versorgungsnetz und dem entsprechenden maximalen Volumen liegen eine Fülle von nützlichen Informationen vor, welche zum Teil auch für andere dezentrale Energiesysteme von Bedeutung sind. Im Januar 2002 fand in Holland ein abschliessender internationaler Workshop [95] statt.

Task 7 zur **Integration der Photovoltaik in den bebauten Raum** [34] wird von Enecolo betreut. Eine Datenbank mit 450 Projekten zur Gebäudeintegration kann unter www.task7.org eingesehen werden. Produkte und Anwendungen der Photovoltaik im bebauten Raum werden in einer neuen Datenbank zugänglich gemacht: www.pvdatabase.com. Im Berichtsjahr wurde ein Bericht zu Anwendungen in non-building structures [96] publiziert. Auch IEA PVPS Task 7 schliesst in nächster Zeit mit einer Reihe von weiteren Schlussdokumenten ab, wobei 15 besondere Projekte als Fallstudien zusammengestellt werden. Ein neues Buch zur Gebäudeintegration der Photovoltaik [97] stellt die aktuellsten Erkenntnisse aus diesem Gebiet zusammen. Task 7 kann für sich in Anspruch nehmen, das Thema der Photovoltaik-Gebäudeintegration um viele Aspekte bereichert zu haben. Nach dem Abschluss dieses Projektes diskutiert das IEA PVPS ExCo zur Zeit eine Fortsetzung der allgemeinen Thematik der Photovoltaik-Gebäudeintegration in einem neuen Task 10. Dabei soll nicht einfach Task 7 fortgesetzt werden, sondern die notwendigen Fragestellungen und Expertisen sowie die Arbeitsgebiete in einem neuen Prozess definiert werden.

Im Rahmen des Projektes Drehscheibe Photovoltaik Entwicklungszusammenarbeit leistet Entec mit Unterstützung des Staatssekretariats für Wirtschaft (seco) den Schweizer Beitrag zu Task 9 über die **Photovoltaik-Entwicklungszusammenarbeit** [35]. Inzwischen liegen für verschiedene Arbeitsgebiete fortgeschrittene Entwürfe zu den Endpublikationen vor. Die Arbeiten zur Formulierung von Empfehlungen in Hinsicht auf die Anwendung der Photovoltaik in Entwicklungsländern konnten damit grosse Fortschritte erzielen, und erste definitive Resultate sollten im Verlauf von 2002 vorliegen. Die Schweiz ist in diesem Projekt für die Koordination der Arbeiten mit

multilateralen und bilateralen Organisationen verantwortlich. Im nationalen Rahmen wird angestrebt, die Schweizer Photovoltaik vermehrt in dieses wichtige Gebiet einzubringen. Dazu wurde im Berichtsjahr mit Unterstützung des BUWAL, des seco und der DEZA, ein nationaler Workshop Photovoltaik Entwicklungszusammenarbeit (PV EZA) durchgeführt. Die Initiative für Projekte der PV EZA mit Schweizer Beteiligung soll durch konkrete Beispiele und die Nutzung internationaler Projektfonds (z.B. Global Environmental Facility – GEF, oder Solar Development Group – SDG) gefördert werden. Das BUWAL unterstützt dabei ein diesbezügliches Pilotprojekt [39].

Alpha Real vertritt die Schweiz im TC 82 der IEC und leitet die Arbeitsgruppe, welche internationale **Normenvorschläge** [72] für Photovoltaiksysteme vorbereitet und verabschiedet. Alpha Real beteiligt sich ausserdem an **PV-GAP (PV Global Approval Program)** [36], einem weltweiten Programm zur Qualitätssicherung und Zertifizierung von Photovoltaik-Systemen. Im Berichtsjahr konnten Fortschritte erzielt werden in Bezug auf eine wachsende Akzeptanz von PV-GAP in der Industrie und in Finanzkreisen. Differenzen bestehen dagegen zwischen Exponenten von IEC und PV-GAP, welche teilweise die Umsetzung der notwendigen Massnahmen zur Normierung und Qualitätssicherung verzögern.

3. Nationale Zusammenarbeit

Im Berichtsjahr wurde die vielfältige nationale Zusammenarbeit anlässlich von Projekten und Veranstaltungen weiter gepflegt. In Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen konnten wiederum neue Projekte in Angriff genommen werden und das Interesse an der Photovoltaik hält auch bei einem gedämpften Schweizer Markt an, wobei zum Teil eine Bereinigung der zahlreichen Akteure zu beobachten ist: Einzelne Akteure suchen vermehrt Kooperationen mit ausländischen Partnern. Allgemein ist eine vermehrte Ausrichtung auf den internationalen Markt festzustellen. Themenspezifische Workshops haben auch in diesem Jahr den Austausch gefördert.

Auf Programmebene wurde die Zusammenarbeit mit vielen Stellen des Bundes, der Kantone und der Elektrizitätswirtschaft weiter gepflegt. Besonders hervorzuheben sind dazu der stete Austausch mit dem BBW, der KTI, dem Programm Top Nano 21, dem BUWAL, der DEZA und dem seco sowie dem VSE, dem PSEL und der Gesellschaft Mont Soleil. Insgesamt konnte dadurch die Projektstätigkeit im Programm Photovoltaik noch breiter abgestützt werden.

4. Internationale Zusammenarbeit

Die traditionsreiche internationale Zusammenarbeit wurde auch im Berichtsjahr fortgesetzt: Die institutionelle Zusammenarbeit innerhalb der IEA, der IEC und PVGAP wurde bereits oben beschrieben. Auf der Projektebene konnte die Zusammenarbeit innerhalb der EU mit vielen Projekten fortgesetzt werden: Im Jahr 2001 waren es 16 Projekte in der Forschung und 4 Projekte im Programm Energie der EU. Weitere Projekte finden in den Programmen Altener, mit der ESA und im Programm IST der EU statt. Leider wurde die Ratifizierung der bilateralen Verträge mit der EU weiter verzögert, sodass die erhoffte Besserstellung von Schweizer Gruppen in EU-Projekten immer noch nicht möglich ist. Mit den verantwortlichen Stellen in Brüssel wird dennoch ein intensiver Austausch gepflegt. Ein neues EU-Projekt **PV-EC-NET** [40] wird ab 2002 die verschiedenen nationalen Photovoltaik-Programme noch besser vernetzen. Weitere Kontakte wurden mit internationalen Stellen mit Bedeutung für die Entwicklungszusammenarbeit gepflegt (Weltbank, GEF, IFC, UNDP, GTZ, KfW u.a.). Auch unter den gegenwärtigen Verhältnissen im Schweizer Markt ist die Schweizer Photovoltaik angesichts dieser zahlreichen Wechselwirkungen international sehr präsent.

5. Pilot- und Demonstrationsprojekte

Einleitung

Insgesamt waren im Jahr 2001 im Photovoltaik P+D Bereich rund 45 Projekte aktiv. Dazu befanden sich anfangs 2002 im PV P+D Programm wie gewohnt diverse Projekte in der näheren Abklärung. Die P+D Aktivitäten verteilten sich auf die Bereiche Pilotanlagen, Studien und Hilfsmittel, Komponentenentwicklung und Messkampagnen. Die pilotmässige Erprobung neuer Komponenten bei P+D Anlagen im Massstab 1:1 wurde im Vergleich zum letzten Jahr nochmals gestärkt und bildete einen klaren Schwerpunkt. Zuwachs war vor allem im Bereich der **gebäudeintegrierten Photovoltaikanlagen** zu verzeichnen. Thematisch behandelten im Berichtsjahr neu rund 2/3 aller Projekte den Bereich der **Photovoltaik Gebäudeintegration**. Die andern Projekte verteilten sich auf die Bereiche Wechselrichtertechnologie, Schallschutz, frei aufgestellte Anlagen, Messungen zu diversen Anlagen, Qualitätssicherung und PV Planungshilfsmittel.

Weiterhin konnten sich diverse Schweizer Produkte mit Wurzeln in verschiedenen P+D Projekten auch im europäischen Raum vor allem in den Bereichen Wechselrichter (Bild 6) und Modulintegrations- und -befestigungssysteme ihren Marktanteil sichern. Der sich bereits zu Beginn des letzten Jahres abzeichnende Erfolg der beiden Montagesysteme SOLRIF und AluTec / AluVer hat sich bei beiden Systemen klar bestätigt. Bis Ende 2001 wurden europaweit SOLRIF Profile [82], (Bild 7) für PV Module mit einer Leistung von rund 2 MWp ausgeliefert, das AluTec / Aluver System (Bild 8) [48] kam sogar auf über 3 MWp. Anhand der beobachteten Marktentwicklung dieser beiden Systeme ist auch fürs laufende Jahr mit gleichbleibenden oder steigenden Umsätzen zu rechnen. Damit reihen sich diese beiden Systeme bei den erfolgreichsten P+D Entwicklungen der letzten Jahre ein.



Bild 6: In den letzten Jahren wurden auf dem Europäischen Markt Wechselrichter der Firma Sputnik Engineering mit Erfolg verkauft (Bildquelle: NET AG)



Bild 7: Vollflächige Dachintegration mit SOLRIF (Bildquelle: Enecolo AG)



Bild 8: Dachintegrationen mit Alutec / AluVer in Holland (Bildquelle: NET AG)

P+D Projekte 2001

Neue P+D Projekte

Im Jahr 2001 wurden im PV P+D Programm 11 neue Projekte begonnen. Ein grosser Teil davon sind verschiedene Photovoltaik Gebäudeintegrationen, vor allem im Dachbereich. Besonderes Interesse könnte allgemein die Realisierung des Mehrfamilien Passivhauses Sunny Woods [52] (Bild 9) in Zürich, mit einer vollflächig dachintegrierten 16 kWp PV Anlage mit amorphen Zellen hervorrufen. Die detaillierten Messungen zu diesem Projekt begannen im März 2002, erste genauere Betriebsergebnisse sind auf Ende 2002 zu erwarten. Gespannt darf man sein auf die Reaktionen zur Photovoltaik Dachintegration in der geschützten Dorfkernzone in Wettingen [83] (Bild 10) und die weitere Entwicklung von Gründachintegrierten Photovoltaik Anlagen, im P+D Bereich u.a. vertreten durch die Anlage Solgreen Kraftwerk 1, Zürich [54] (Bild 11).



Bild 9: PV Dachintegration mit amorphen Tripelzellen 'Sunny Woods',
(Bildquelle: Architekturbüro Beat Kämpfen)



Bild 10: Dachintegration mit SOLRIF Wettingen
(Bildquelle: H.-D. Koepfel)



Bild 11: Solgreen Kraftwerk 1, Zürich
(Bildquelle: Enecolo AG)

Bei den im Jahre 2001 neu angefangenen Projekten handelt es sich um:

Anlagen

- ◆ 12,75 kWp PV Dachintegration Wettingen (Harmonische PV Dachintegration in der geschützten Dorfkernzone von Wettingen, wobei gleichzeitig eine möglichst kostengünstige Lösung mit Standardkomponenten angestrebt wurde; Leitung: Eigentümergemeinschaft P.P. Stöckli / H.-D. Koepfel und Energiebüro) [83], Bild 10
- ◆ Newtech, Vergleich dreier 1 kWp Anlagen (Direkter Vergleich von drei Anlagen mit verschiedenen Dünnschichtzellen - a-Tandemzellen, a-Tripelzellen, CIS Zellen; Leitung: HTA Burgdorf) [71]
- ◆ 25 kWp Gründachintegration Solgreen Kraftwerk 1, Zürich (Piloteinsatz einer neu entwickelten Modul - Haltekonstruktion für den Gründachbereich; Leitung: Enecolo AG) [54], Bild 11
- ◆ 16 kWp Dachintegration Sunny Woods (Dachintegrierte PV Pilotanlage mit amorphen Tripelzellen in einem Mehrfamilien - Passivhaus; Leitung: Architekturbüro Kämpfen, Naef Energietechnik) [52], Bild 9
- ◆ Miet Solarboot Zholar auf dem Zürichsee (6 -plätziger Elektrokatamaran mit einer integrierten autonomen 730 Wp Photovoltaik Anlage für die elektrische Energieversorgung des Antriebs; Leitung: SSES Regionalgruppe Zürich) [61], Bild 13
- ◆ 16,8 kWp Photovoltaik Anlage St. Moritz mit CIS Modulen (Piloteinsatz von Modulen mit CIS Technologie in einer Anlage dieser Grösse, umfangreiche Messkampagne; Leitung Teil Anlage: Rätia Energie AG, Leitung Teil Messungen: SUPSI-DCT, TISO) [62], Bild 12
- ◆ 275 kWp Photovoltaik Anlagen Dock Midfield Flughafen Zürich, davon 55 kWp als PV Demonstrationsanlage (Multifunktionale Photovoltaik Gebäudeintegration mit Beschattungsfunktion und besonderen Anforderungen an die mechanische Stabilität der Module; Leitung: ARGE Zayetta) [63]
- ◆ Photocampa: Multifunktionale PV Beschattungsanlagen mit einer Gesamtleistung von 318 kWp (Parking de l'étoile, école de cirque, école de Lullier, Zürich Flughafen Dock Midfield; Leitung: Windwatt SA) [66]



Bild 12: Anlage in St. Moritz mit CIS Modulen
(Bildquelle: TISO)



Bild 13: Miet Solarboot auf dem Zürichsee
(Bildquelle: NET AG)

Komponentenentwicklung

- ◆ Kostengünstige Photovoltaik-Anlagenüberwachung (Entwicklung einer einfachen und kostengünstigen Überwachungseinheit für Solaranlagen mit kabelloser Datenübertragung; Leitung: NewLink Andereggen) [84]

Studien - Hilfsmittel - diverse Projekte

- ◆ Quality in the Key of PV Market - accreditation / certification (Erarbeiten von Qualitätssicherungsprogrammen für den PV Bereich, siehe auch Normenarbeit [72], Alternier- Projekt, Leitung Alpha Real) [79]
- ◆ REMAC Renewable Energy Market Accelerator (Massnahmen zur Beschleunigung des Marktes im Bereich des erneuerbaren Stroms: Leitung Schweizer Beitrag: NET AG) [78]

Laufende P+D Projekte

Im Juli 2001 wurde der Solar-Katamaran Mobicat [60], Bild 14, ein Passagierschiff mit Platz für 150 Personen, offiziell eingeweiht und in Betrieb genommen. Die ersten Betriebserfahrungen belegen den angestrebten sparsamen Energieverbrauch, was auch bei schlechtem Wetter oder in der Nacht einen autonomen Betrieb von mehreren Stunden zulässt. Die Passagiere waren allgemein vom neuen Schifffahrtserlebnis des fast geräuschlosen Dahingleitens auf dem Wasser beeindruckt.

Bei den netzgekoppelten Anlagen belegen die Messwerte der Anlage PV Eurodach amorph [49], Bild 15, die erwartete geringe Temperaturabhängigkeit der Spannung und damit des Energieertrags.



Bild 14: Einweihung des Mobicat
(Bildquelle: NET AG)



Bild 15: PV Eurodach amorph Flumroc
(Bildquelle: NET AG)

Bei der 10 kWp Solgreen Anlage in Chur [53], Bild 16, entwickelt sich der Pflanzenwuchs wie gewünscht. Gründach und PV Anlage harmonieren bestens, Beschattungen durch zu hohe Pflanzen traten nicht auf. Die bei der Montage des Systems gesammelte Erfahrungen flossen direkt in die Weiterentwicklung des Solgreen Systems ein.

Die 80 kWp Schallschutzanlage entlang der A1 in Safenwil [56], Bild 17, ging Ende 2000 ans Netz und wurde im Frühling 2001 offiziell eingeweiht. Ein grosser Teil der produzierten Energie konnte erfolgreich als Solarstrom platziert und verkauft werden, was den erheblichen Anstrengungen der IG SOLAR Safenwil zu verdanken ist.

Das erste Betriebsjahr des LonWorks Überwachungssystems, installiert bei der 260 kWp Anlage Felsenau [50], Bild 18, mit 68 Wechselrichtern, belegt die gute Stabilität und Funktionalität dieses Systems. Eine abschliessende Auswertung der Betriebsdaten und Beurteilung dieses Projekts erfolgt nach Abschluss der Messphase gegen Mitte 2002.



Bild 16: Solgreen Anlage Chur
(Bildquelle: ars solaris hächler)



Bild 17: Schallschutzanlage A1 Safenwil
(Bildquelle: BFE)

Die laufenden Projekte umfassen:

Anlagen

- ◆ Héliotrope, 3 x 2 kWp PV Anlagen Le Locle (direkter Vergleich identischer, aber unterschiedlich montierter (gebäudeintegriert, frei, nachgeführt) Anlagen; Leitung: EICN, Le Locle) [57]
- ◆ 10 kWp Anlage 'SolGreen' integriert in ein Gründach (neu entwickelte Unterkonstruktion für Gründächer, Flachdachintegration; Leitung: ars solaris hächler) [53], Bild 16
- ◆ Héliotram, 800 kWp PV Anlagen Lausanne/Genf mit DC-Direkteinspeisung ins Tramnetz (Leitung: Sunwatt Bio Energie SA) [65]
- ◆ 3 kWp Anlage Ferme Amburnex (mobile Inselanlage mit Hilfs-Diesellaggregat zur elektrischen Versorgung einer Alp, autonome Anlage; Leitung: Services Industriels Lausanne) [58], Bild 19
- ◆ 3 kWp PV Eurodach amorph (Thermisch isoliertes PV Metallfalzdach mit amorphen Tripelzellen, Gebäudeintegration; Leitung: PAMAG Engineering) [49], Bild 15
- ◆ 80 kWp PV Schallschutzanlage A1 Safenwil (Kombination einer Photovoltaik - Holzschallschutzwand, modular aufgebaut aus teilweise vormontierten Elementen; Leitung: Ekotech AG) [56], Bild 17
- ◆ 10 dachintegrierte PV Kleinsysteme (Integrierte PV Kleinanlage (240 Wp), meist in Kombination mit einer thermischen Anlage, Gebäudeintegration; Leitung: Ernst Schweizer Metallbau AG) [51]
- ◆ PV gestütztes, elektrisch angetriebenes Passagierschiff (Katamaran mit einer Kapazität für 150 Passagiere mit einer autonomen 20 kWp Anlage für die Versorgung des elektrischen Antriebs; Leitung: Minder Energy Consulting) [60], Bild 14, Titelbild
- ◆ 260 kWp PV Anlage ausgerüstet mit LonWorks Feldbus-Wechselrichtern (pilotmässiger Einsatz von 68 PV Wechselrichter mit LON Knoten für den Datenaustausch und die Überwachung der Anlage; Leitung: Sputnik Engineering AG) [50], Bild 18



Bild 18: Anlage Felsenau mit LON Überwachung
(Bildquelle: NET AG)



Bild 19: Autonome Anlage Alp Amburnex
(Unterstand)
(Bildquelle: Services industriels Lausanne)

Komponentenentwicklung

- ◆ Solardachziefer Sunplicity (Entwicklung eines PV Dachziefers unter Berücksichtigung von hoher Robustheit, Alterungsbeständigkeit, einfacher Montage und einfacher Verkabelung, Gebäudeintegration; Leitung: Alpha Real AG) [44], Bild 20

Messkampagnen

- ◆ Visualisierung und Auswertung der PV Anlage auf dem Rothorn; (Leitung: HTA Chur) [67]
- ◆ 1 Megawatt Solarkette der NOK (normierte Daten 1997 - 2001; Leitung Axpo) [68]
- ◆ Messkampagne Mark I (100 kWp Anlage A 13; Leitung: TNC Consulting AG) [69]
- ◆ 47,5 kWp Anlage IBM (schmutzabweidende Oberflächenbeschichtung der Module, Flachdachanlage; Leitung: awtec AG, Zürich) [70], Bild 21



Bild 20: Teststand mit Sunplicity Dachziefern
(Bildquelle: TISO)



Bild 21: Flachdachanlage IBM Zürich
(Bildquelle: NET AG)

Studien - Hilfsmittel - diverse Projekte

- ◆ Normenarbeit PV Systeme (Leitung: Alpha Real) [72]
- ◆ Integration von kombinierten PV- und thermischen Kollektoren in Gebäudesystemen (Leitung: S. Kropf, ETH Zürich) [76]
- ◆ PV Programm Elektro-Berufsschulhäuser 2001 (Leitung: TNC Consulting) [A]
- ◆ Photovoltaikstatistik der Schweiz 2000 (Leitung: Energiebüro) [B]
- ◆ Solarstrom vom EW 2000 / 2001 (Leitung: Linder Kommunikation AG) [C]

Im Jahr 2001 abgeschlossene Projekte

Bei den in diesem Jahr abgeschlossenen Projekten fiel die dachintegrierte 6,4 kWp Anlage mit amorphen Zellen des IMT Neuenburg [46] durch die regelmässig hohen Erträge um 1000 kWh/kWp pro Jahr und den unterbrochslosen Betrieb während der letzten 5 Jahre auf. Aufsehen, insbesondere im Bereich Architektur erregten die Anlagen Kantonsschule Stadelhofen [59], Bild 22, und die PV Dächer Altstadt Unterseen [47], Bild 23. Insbesondere bei den abgeschlossenen Projekten in den Bereichen Studien und Hilfsmittel steht nun die praktische Umsetzung an, eines der Hauptziel des anwendungsorientierten P+D Programms.

Im Jahr 2001 wurden die folgenden P+D Projekte abgeschlossen:

Anlagen

- ◆ Hybride 7 kWp PV Anlage Domdidier, (hybride Anlage Strom - Warmluft, Gebäudeintegration; Leitung: GEIMESA) [45]
- ◆ 6,4 kWp Anlage integriert ins Dach des Instituts de Microtechnique in Neuenburg (PV Elemente mit amorphen Zellen, Gebäudeintegration; Leitung: IMT) [46]
- ◆ Drei 10 kWp Photovoltaik Schallschutzanlagen entlang der Autobahn (Kombination Photovoltaik - Schallschutz, 3 Prototyp-Anlagen; Leitung: TNC Consulting) [55]
- ◆ 3 kWp Dachintegration mit Sunslates (autonome Anlage, Gebäudeintegration; Leitung: Atlantis Solar Systeme AG) [80]
- ◆ 23,5 kWp PV Anlagen Kantonsschule Stadelhofen (PV Isoliertglas- und Beschattungsanlagen, Gebäudeintegration; Leitung: TNC Consulting) [59], Bild 22
- ◆ 6 kWp PV Dächer Altstadt Unterseen (PV Integration in Alstadthäuser, Gebäudeintegration; Leitung: Industrielle Betriebe Interlaken) [47], Bild 23
- ◆ PV Anlage Strafanstalt Wauwilermoos (PV Demonstrationsanlage; Leitung: Kantonale Fachstelle für Energiefragen Luzern) [81]
- ◆ 32 kWp Anlage EG Hünenberg (PV Anlage mit neuer, kostengünstiger Unterkonstruktion für Standardmodule; Leitung: Urs Bühler Energy Systems and Engineering) [48]
- ◆ 151 kleine, netzgekoppelte PV Anlagen (Kleinanlagen mit Strangwechselrichtern, Gesamtleistung 200 kWp, davon 30 kWp in der Schweiz; Leitung Schweizer Beitrag: Phébus Suisse) [64]



Bild 22: Kanti Stadelhofen, Zürich
(Bildquelle: NET AG)



Bild 23: PV Dächer Altstadt Unterseen
(Bildquelle: NET AG)

Komponentenentwicklung

- ◆ Modulaufständerung SOLight (leichte Unterkonstruktion für Flachdachanlagen; Leitung: Energiebüro) [42]
- ◆ Optimierung System Solgreen (Systemoptimierung in Bezug auf Kosten, Montagefreundlichkeit und Material, Gebäudeintegration; Leitung: Enecolo AG) [43]

Studien - Hilfsmittel - diverse Projekte

- ◆ GRS Garantierte Resultate bei PV Systemen (EU Altener Projekt, Qualitätssicherung; Leitung Schweizer Beitrag: Energiebüro) [73]
- ◆ Machbarkeitsstudie Photovoltaik Anlage Stadion Wankdorf (Grundlagen für die Realisierung einer grossen PV Anlage mit Dünnschichttechnologie, Studie; Leitung: Ingenieurbüro Hostettler) [75]
- ◆ HORIZsolar Phase II (Exakte digitale Erfassung und Verarbeitung des Horizonts für Sonnenenergie Anlagen, Umsetzung, PV-Hilfsmittel; Leitung: Energiebüro) [74]
- ◆ PV City Guide, Phase 1: internationale Arbeiten, allgemeiner Schlussbericht (Realisierungen von PV Anlagen im städtischen Raum; Leitung Schweizer Beitrag: NET AG) [77]

6. Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Das Jahr 2001 – das Jahr nach den Abstimmungen vom 24. September 2000 – erfordert eine differenzierte Betrachtung. Der Schweizer Photovoltaik-Markt dürfte ungefähr bei den Werten des Vorjahres stagnieren und wird in erster Linie durch die Solarstrombörsen getrieben. Solarstrombörsen stützen zwar die anhaltende Marktentwicklung aber sie tragen nicht im selben Mass zur Produktinnovation bei, da der Kostendruck häufig – aber nicht immer - zu den einfachsten Lösungen zwingt. Durch die zu den Kantonen verlagerte Verantwortung für die Photovoltaik Förderung ergibt sich ein regional sehr unterschiedliches Bild. Vor diesem Hintergrund ergeben sich aufgrund firmeninterner Beurteilungen erwartungsgemäss Verschiebungen bei den Akteuren: während einzelne die Entwicklung kritisch beurteilen und es auch zu einem Betriebskonkurs gekommen ist, suchen andere eine mehr nach vorwärts und vor allem mehr international ausgerichtete Strategie. Dabei sind einzelne Unternehmen bzw. Produkte sehr erfolgreich. **Die Situation kann generell unter dem Stichwort Konsolidierung subsummiert werden.**

Die finanziellen Mittel für Forschung, Entwicklung und Umsetzung konnten insgesamt in derselben Grössenordnung wie bisher gehalten werden. **Angesichts einer weiterhin angespannten Finanzlage ist eine breite Programmabstützung jedoch unabdingbar.** Diese konnte im Jahr 2001 ausgebaut werden. Aus technologischer Sicht, aus der Perspektive der Umsetzung und der internationalen Zusammenarbeit kann – wie die aufgeführten Beispiele belegen – auch das Jahr 2001 als Erfolg gewertet werden. Eine grosse Präsenz der Schweizer Photovoltaik war an der 17. Europäischen Photovoltaikkonferenz in München zu verzeichnen [98].

Aufgrund der laufenden und zur Zeit neu initiierten Projekte fällt der **Ausblick für 2002 grundsätzlich positiv** aus. Die angespannte Finanzlage zwingt jedoch zu einer konsequenten Marktorientierung und einer Fokussierung. Gemeinsame Ziele und Visionen der verschiedenen Akteure können die Schweizer Photovoltaik weiter stärken. Im P+D-Bereich sollten neue grössere Projekte initiiert werden, welche eine starke Demonstrationswirkung ausüben. Der Informationsaustausch wird in spezialisierten Workshops und besonders anlässlich der nationalen Photovoltaiktagung in Lugano gepflegt. Die Schweizer Photovoltaik website www.photovoltai.ch wird im Jahr 2002 voll betriebsbereit sein.

7. Liste der F+E - Projekte

(JB) Jahresbericht 2001 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

- [1] A. Shah, (arvind.shah@unine.ch), IMT, UNI-Neuchâtel: **IMT 2000 - 2002 Technologische Weiterentwicklung der mikromorphen Solarzellen** (JB) / <http://www-micromorph.unine.ch>
- [2] A. Shah, (arvind.shah@unine.ch), IMT, UNI-Neuchâtel: **DOIT: Development of an optimized integrated thin film silicon solar module** (JB) / <http://www-micromorph.unine.ch>
- [3] A. Shah, (arvind.shah@unine.ch), IMT, UNI-Neuchâtel: **Advanced Solar Antennas (ASOLANT)** (JB) / <http://www-micromorph.unine.ch>
- [4] Ch. Hollenstein, (christophe.hollenstein@epfl.ch), CRPP / EPFL-Lausanne: **Large area and high-throughput coating system (PECVD) for silicon thin-film solar cells** (JB)
- [5] D. Fischer, (info@vhf-technologies.com), VHF-Technologies – Le Locle: **Procédé de fabrication industrielle de cellules solaires flexibles sur film plastique mince pour l'alimentation d'appareils électroniques** (JB) / <http://vhf-technologies.com>
- [6] B. Bitnar, (Bernd.Bitnar@psi.ch), PSI-Villigen: **Entwicklung thermophotovoltaischer Zellen und Systeme für die Erzeugung von Wärme und Strom** (JB) / <http://www.psi.ch/LMN>
- [7] A.N. Tiwari, (tiwari@phys.ethz.ch), IQE, ETH-Zürich: **CADBACK: The CdTe thin film solar cell - improved back contact** (JB) / <http://www.tfp.ethz.ch/>
- [8] A.N. Tiwari, (tiwari@phys.ethz.ch), IQE, ETH-Zürich: **FLEXIS: CIS thin film solar cells on flexible substrates** (JB) / <http://www.tfp.ethz.ch/>
- [9] A.N. Tiwari, (tiwari@phys.ethz.ch), IQE, ETH-Zürich: **PROCIS: Production of large are CIS modules** (JB) / <http://www.tfp.ethz.ch/>
- [10] A.N. Tiwari, (tiwari@phys.ethz.ch), IQE, ETH-Zürich: **NANOCIS: Nanomaterials for high efficiency and low cost Cu (In,Ga) Se₂ thin film solar cells - TOP NANO 21** (JB) / <http://www.tfp.ethz.ch/>
- [11] M. Grätzel (michael.graetzel@epfl.ch), ICP2 / EPF-Lausanne: **Dye sensitised nanocrystalline solar cells** (JB) / <http://dcwww.epfl.ch/icp/ICP-2/icp-2.html>
- [12] M. Grätzel (michael.graetzel@epfl.ch), ICP2 / EPF-Lausanne: **Nanocrystalline Flexible Photovoltaic Cells based on Sensitized Heterojunctions - TOP NANO 21** (JB) / <http://dcwww.epfl.ch/icp/ICP-2/icp-2.html>
- [13] M. Grätzel (michael.graetzel@epfl.ch), ICP2 / EPF-Lausanne: **Highly efficient nanocrystalline solar cells for indoor applications - TOP NANO 21** (JB) / <http://dcwww.epfl.ch/icp/ICP-2/icp-2.html>
- [14] M. Grätzel (michael.graetzel@epfl.ch), ICP2 / EPF-Lausanne: **Freiluft - Messungen von Solarzellen neuer Technologie** (JB) / <http://dcwww.epfl.ch/icp/ICP-2/icp-2.html>

- [15] T. Meyer, (toby@solaronix.com), SOLARONIX, Aubonne: **LOTS-DSC (Longterm stability of dye-sensitized solar cells for large area power applications)** (JB) / <http://www.solaronix.ch/>
- [16] G. Calzaferri, (gion.calzaferri@iac.unibe.ch), UNI-Bern: **Photochemische, Photoelektrochemische und Photovoltaische Umwandlung und Speicherung von Sonnenenergie** (JB) / <http://iacrs1.unibe.ch>
- [17] Ch. Roecker, (christian.roecker@epfl.ch), LESO / EPF-Lausanne: **PV en face! Low-cost, high-quality concepts for facade integrated PV systems** (JB) / <http://lesomail.epfl.ch/>
- [18] Ch. Roecker, (christian.roecker@epfl.ch), LESO / EPF-Lausanne: **Demosite 2000 - 2002 Demosite and Demosite Flat Roofs (phase IV)** <http://www.demosite.ch> (JB) / <http://lesomail.epfl.ch/>
- [19] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), ENECOLO - Mönchaltorf: **EnerBuild RTD: Energy in the built environment** <http://www.enerbuild.net> (JB) / <http://www.solarstrom.ch>
- [20] P. Hofer, (ho@3-s.ch), 3S – Bern: **HIPERB: High performance photovoltaics in buildings** (JB) /
- [21] D. Chianese, (domenico.chianese@dct.supsi.ch), LEEE, SUPSI - DCT, Canobbio: **TISO 2000 - 2002 Qualità e resa energetica di moduli ed impianti fotovoltaici** (JB) / <http://leee.dct.supsi.ch>
- [22] D. Chianese, (domenico.chianese@dct.supsi.ch), LEEE, SUPSI - DCT, Canobbio: **SOLAREC Mean time before failure of photovoltaic modules (MTBF-PVm)** (JB) / <http://leee.dct.supsi.ch>
- [23] H. Häberlin, (heinrich.haeberlin@hta-bu.bfh.ch), HTA-Burgdorf: **Langzeitverhalten von netzgekoppelten PV-Anlagen 2** (JB) / <http://www.hta-bu.bfh.ch/e/pv/pv-indd.htm>
- [24] H. Häberlin, (heinrich.haeberlin@hta-bu.bfh.ch), HTA-Burgdorf: **PV-EMI: Development of standard test procedures for electromagnetic interference (EMI) tests and evaluations on PV components and plants** (JB) / <http://www.hta-bu.bfh.ch/e/pv/pv-indd.htm>
- [25] M. Villoz, (mvilloz@dynatex.ch), DYNATEX - Colombier: **INVESTIRE: Investigation on storage technologies for intermittent renewable energies: evaluation and recommended R&D strategy** (JB) /
- [26] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), ENECOLO - Mönchaltorf: **PVSAT: Remote performance check for grid connected PV systems using satellite data** (JB) / <http://www.solarstrom.ch>
- [27] S. Kunz, (remund@meteotest.ch), Meteotest - Bern: **SoDa: Integration and Exploitation of networked Solar Radiation Databases** <http://soda.jrc.it> (JB) / <http://www.meteotest.ch>
- [28] P. Ineichen, (pierre.ineichen@cuepe.unige.ch), CUEPE - Genève: **HELIOSAT-3: Energy-Specific Solar Radiation Data from Meteosat Second** (JB) / <http://www.unige.ch/cuepe/intro.htm>
- [29] H.-J. Mosler, (mosler@sozpsy.unizh.ch), Universität – Zürich: **MSG: Combined project on multi-user solar hybrid grids** (JB) / <http://www.sozpsy.unizh.ch/sozpsy-gutscher.html>

- [30] P. Hüsser, (pius.huesser@novaenergie.ch), NOVA ENERGIE, Aarau: **Schweizer Beitrag zum IEA PVPS Programm, Task 1** (JB) / <http://www.novaenergie.ch/>
- [31] Th. Nordmann, (nordmann@tnc.ch), TNC CONSULTING - Männedorf: **Schweizer Beitrag zum IEA PVPS Programm, Task 2** (JB) / <http://www.tnc.ch>
- [32] M. Villoz, (mvilloz@dynatex.ch), DYNATEX - Colombier: **Participation Suisse à la Tâche III AIE - PVPS IEA Task 3** (JB) /
- [33] S. Taiana, (sergio.taiana@ewz.stzh.ch), EWZ - Zürich: **EWZ 2000 - 2002 Schweizer Beitrag IEA PVPS Task 5** (JB) / <http://www.ewz.ch/>
- [34] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), ENECOLO - Mönchaltorf: **Enecolo 2000 - 2001 Schweizer Beitrag IEA PVPS Task 7 - Phase II Schweizer Beitrag IEA PVPS Task 7** (JB) / <http://www.solarstrom.ch>
- [35] S. Nowak, (stefan.nowak.net@bluewin.ch), NET – St. Ursen: **Schweizer Beitrag IEA - PVPS Task 9 – seco** (JB) / <http://www.photovoltaic.ch>
- [36] M. Real, (alphareal@access.ch), ALPHA REAL - Zürich: **Global Approval Programm PV GAP** (JB) /
- [37] W. Durisch, (wilhelm.durisch@psi.ch) PSI-Villigen: **Charakterisierung von PV Generatoren** / <http://www.psi.ch/LMN>
- [38] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), ENECOLO - Mönchaltorf: **Workshop Energierrelevante Kriterien für Solarmodule** / <http://www.solarstrom.ch>
- [39] S. Nowak, (stefan.nowak.net@bluewin.ch), NET – St. Ursen: **Pilotmässige Unterstützung von GEF-Anträgen im Bereich Solarenergie – BUWAL** / <http://www.photovoltaic.ch>
- [40] S. Nowak, (stefan.nowak.net@bluewin.ch), NET – St. Ursen: **PV-EC-NET** / <http://www.photovoltaic.ch>

8. Liste der P+D – Projekte

(JB) Jahresbericht 2001 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

ENET: Bestellnummer des Berichts bei ENET

- [42] Ch. Meier, (christian.meier@energieburo.ch), Energiebüro, Zürich: **New Light-Weight Flat Roof Photovoltaic Module Mounting System** (JB, SB) / <http://www.energieburo.ch>
- [43] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), Enecolo AG, Mönchaltorf: **SOLGREEN- Optimierung des Systems Solgreen** (JB, SB) / <http://www.solarstrom.ch>
- [44] M. Real, (alphareal@smile.ch), Alpha Real AG, Zürich: **Solardachschiefer Sunplicity** (JB)
- [45] J. Audergon, (jacques.audergon@geimesa.ch), GEIMESA, Fribourg: **Système hybride photovoltaïque et thermique de 7 kWp, Domdidier** (JB) / <http://www.geimesa.ch>
- [46] R. Tschanner, (Reto.Tschanner@imt.unine.ch), IMT, Université de Neuchâtel: **Roof integrated amorphous silicon photovoltaic plant IMT Neuchâtel** (JB, SB) / <http://www-micromorph.unine.ch>
- [47] F. Bigler, (fritz.bigler@ibi-interlaken.ch), Industrielle Betriebe Interlaken: **PV roofs in the old town of Unterseen** (JB, SB) / <http://www.ibi-interlaken.ch>, ENET: 210035
- [48] U. Bühler, (u.bue_cham@bluewin.ch), Urs Bühler Energy Systems and Engineering, Cham: **Slopedroof- and façade – mounting-system AluTec / AluVer** (JB, SB)
- [49] H. Kessler, (hke.pamag@flumroc.ch), PAMAG AG, Flums: **3 kWp PV Eurodach amorph**, (JB) / <http://www.flumroc.ch>
- [50] Ch. von Bergen, (sputnik@solarmax.com), Sputnik Engineering AG, Nidau: **LonWorks as Fieldbus for PV-Installations** (JB, Zwischenbericht) / <http://www.solarmax.com>
- [51] A. Haller; (andreas.haller@schweizer-metallbau.ch), Ernst Schweizer AG, Hedingen: **10 Roof Integrated PV Small Scale Systems** (JB) / <http://www.schweizer-metallbau.ch>
- [52] B. Kämpfen, Architekturbüro Kämpfen (kaempfen.arch@gmx.ch) R. Naef, (naef@igjzh.com), Naef Energietechnik, Zürich: **Sunny Woods** (JB)
- [53] R. Hächler, (ars_solaris@freesurf.ch), Ars Solaris Hächler, Chur: **Pilot installation 10 kWp Flat Roof System "SOLGREEN"** (JB)
- [54] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), Enecolo; Mönchaltorf: **Solgreen Kraftwerk 1** (JB) / <http://www.solarstrom.ch>
- [55] Th. Nordmann, (info@enecolo.ch), TNC Consulting, Erlenbach: **Three pilot 10 kWp integrated PV sound barrier fields** (JB, SB) / <http://www.tnc.ch>
- [56] R. Hottiger, (ig-solar@bluewin.ch), IG Solar Safenwil: **PV / Noise Barrier Installation "Alpha A1" in Safenwil** (JB) / <http://www.ekotech.ch>
- [57] G. Jean-Richard, (jeanrichard@eicn.ch), EICN, Le Locle: **PV Anlage Héliotrope EICN** (JB) / <http://www.eicn.ch>
- [58] P. Favre, (pierre-pascal.favre@lausanne.ch), Services Industriels Lausanne: **Amburnex Solar Farm (3 kWp)** (JB) / <http://www.lausanne.ch/energie>
- [59] Th. Nordmann, (nordmann@tnc.ch), TNC Consulting, Erlenbach: **27 kWp PV-Installation High School Zurich-Stadelhofen** (JB, SB) / <http://www.tnc.ch>

- [60] R. Minder, (rudolf.minder@bluewin.ch), Minder Energy Consulting, Oberlunkhofen: **Solar-Cat - Solar-Electric powered Passenger Ship** (JB) / <http://www.minder-energy.ch>
- [61] R. Schmid, (roli.schmid@gmx.ch), SSES Regionalgruppe Zürich: **Zholar, Mietsolarboot auf dem Zürichsee** (JB, SB)
- [62] N Cereghetti, (nerio.cereghetti@dct.supsi.ch), TISO, Canobbio, F. Stöckli, Rätia Energie, Poschiavo: **PV Anlage St. Moritz mit CIS Zellen** (JB) / http://leee.dct.supsi.ch/PV/Welcome_TISO.htm
- [63] M. Hubuch, (m.hubbuch@hswzfh.ch), Hochschule Wädenswil, Th Gautschi, ARGE Zayetta, Zürich: **PV Anlage Dock Midfield Zürich Flughafen** (JB)
- [64] R. Diamond, (phebus.suisse@swissonline.ch), Phébus Suisse, Genève: **151 small grid connected PV stations for a total of 200 kWp, of which 30 kWp in Switzerland** (JB) / <http://www.ecotourisme.ch>.
- [65] M. Schneider, (schneider-m@bluewin.ch), Sunwatt Bio Energie SA, Chêne Bourg: **HELIOGRAM : 800 kWp PV power plants for direct injection in light train low voltage D.C. networks** (JB) / <http://www.sunwatt.ch>
- [66] A. Main, (parkingsolaire@windwatt.ch) Windwatt SA, Genève: **PV Anlagen Photocampa** (JB) / <http://www.windwatt.ch>
- [67] M. Schalcher, (Max.Schalcher@fh-htwchur.ch), Ingenieurschule HTA, Chur: **Visualisation and Analysis of the Data of the 4,1kWp PV-Power Plant Rothorn** (JB) / <http://www.fh-htwchur.ch>
- [68] S. Roth, (stefan.roth@axpo.ch), Axpo, Zürich: **NOK's 1-Megawatt Solar Chain, Normalized Data 1997 to 2001** (JB) / <http://www.axpo.ch>
- [69] Th. Nordmann, (nordmann@tnc.ch), TNC Consulting, Erlenbach: **Messkampagne Mark I** (JB) / <http://www.tnc.ch>
- [70] A. Schlegel, (andreas.schlegel@awtec.ch), awtec AG, Zürich: **Coating of PV-Modules** (JB) / <http://www.awtec.ch>
- [71] Ch. Renken, (CHRISTIAN.RENKEN@isburg.ch), ADEV Burgdorf: **Newtech, Vergleich von 3 verschiedenen 1 kWp Dünnschichtanlagen** (JB)
- [72] M. Real, (alphareal@smile.ch), Alpha Real, Zürich, **Normenarbeit für PV Systeme** (JB) / <http://www.iec.ch>
- [73] Ch. Meier, (christian.meier@energieburo.ch), Energiebüro, Zürich: **Guarantee of Solar Results for Grid-Connected-Photovoltaic-Systems 'GRS-PV'** (JB, SB) / <http://www.energieburo.ch>
- [74] Ch. Meier, (christian.meier@energieburo.ch), Energiebüro, Zürich: **HORIZsolar** (JB; SB) / <http://www.energieburo.ch>
- [75] Th. Hostettler, (hostettler_engineering@compuserve.com), Ingenieurbüro Hostettler, Bern: **Feasibility Study "PV installations with Thin-film Cells integrated into football stadiums"** (JB, SB)
- [76] S. Kropf, (sven.kropf@freesurf.ch), ETH Zürich: **Integration von kombinierten PV- und thermischen Kollektoren in Gebäudesystemen** (JB, SB Phase1) / <http://www.airflow.ethz.ch>
- [77] S. Nowak, (stefan.nowak.net@bluewin.ch), NET AG, St. Ursen: **PV City Guide** (JB, SB) / <http://pvcityguide.energyprojects.net>
- [78] S. Nowak, (stefan.nowak.net@bluewin.ch), NET AG, St. Ursen: **REMAC Renewable Market energy accelerator** (JB)

- [79] M. Real, (alphareal@smile.ch), Alpha Real, Zürich: **Quality in the Key of the PV Market - PV Training, Accreditation & Certification** (JB)
- [80] B. Bezençon, SGI, Lausanne: **3 kW_p stand-alone hybrid (PV-Diesel) installation in Soyhières (JU)**
- [81] R. Durot, (r.durot@tic.ch), ZAGSOLAR; Kriens: **PV-installation Wauwilermoos** (JB 2000)
- [82] P. Toggweiler, (info@enecolo.ch), Enecolo AG, Mönchaltorf: **SOLRIF (Solar Roof Integration Frame)** (SB) / <http://www.solarstrom.ch>, ENET: 200160
- [83] H.-D. Koepfel, (hans-dietmar.koepfel@skk.ch), Eigentümergemeinschaft P.P. Stöckli / H.-D. Koepfel, Wettingen: **PV Dachintegration Dorfkernzone Wettingen**
- [84] E. Anderegg, (ean@newlink.ch), Newlink Anderegg, Füllinsdorf: **Einfach und kostengünstige Überwachungseinheit für Solaranlagen**
- [A] Th. Nordmann, (nordmann@tnc.ch), TNC Consulting, Erlenbach: **PV on vocational Colleges in Switzerland, 9 Years Experience in Training and Education** (JB) / <http://www.pv-berufsschule.ch>
- [B] Ch. Meier, (christian.meier@energieburo.ch), Energiebüro, Zürich, **Photovoltaic Energy Statistics of Switzerland 2000** (JB) / <http://www.energieburo.ch>
- [C] E. Linder, (linder@linder-kom.ch), Linder Kommunikation AG, Zürich, **Solar electricity from the utility** (JB) / <http://www.linder-kom.ch> / <http://www.strom.ch/deutsch/ch-strom/solarstrom-ew.asp>

9. Referenzen

- [85] **Forschungskonzept Photovoltaik 2000 – 2003**, Bundesamt für Energie, 2001, <http://www.photovoltaic.ch>
- [86] **LEEE-News, Newsletter of the Laboratory of Energy, Ecology and Economy**, zu beziehen bei TISO, Fax 091 935 13 49, Email: lee@dct.supsi.ch
- [87] **Meteonorm 4.1, Global Meteorological Database for Solar Energy and Applied Meteorology**, <http://www.meteotest.ch>
- [88] **Satellight, The European Database of Daylight and Solar Radiation**, <http://satellight.entpe.fr>
- [89] **Swiss national report on PV power applications 2000**, P. Hüsler, (pius.huessler@novaenergie.ch), Nova Energie, 2001
- [90] **Trends in Photovoltaic Applications in selected IEA countries between 1992 and 2000**, IEA PVPS Task 1 – 10: 200, <http://www.iea-pvps.org>
- [91] **IEA PVPS Newsletter**, zu beziehen bei Nova Energie, Schachenallee 29, 5000 Aarau, Fax 062 834 03 23
- [92] **Added values of Photovoltaic Power Systems**, IEA PVPS Task 1 – 09: 200, <http://www.iea-pvps.org>
- [93] **Performance Database**, IEA PVPS Task 2, Version 1.19, July 2001, <http://www.task2.org>
- [94] **Workshop Operational Performance, Reliability and Sizing of Photovoltaic Power Systems**, IEA PVPS Task 2, 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Munich, October 2001
- [95] **Workshop Impacts of PV Penetration in Distribution Networks – Network Aspects on High Penetration Level of PV Systems and Islanding Analysis**, IEA PVPS Task 5, January 2002
- [96] **PV in Non Building Structures – a design guide**, IEA PVPS Task 7 - 02: 2000, <http://www.iea-pvps.org>
- [97] **Building with Solar Power**, IEA PVPS Task 7, to be published by Images Australia
- [98] **17th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition in München – aus Schweizer Sicht**, BFE, 2002, <http://www.photovoltaic.ch>

10. Für weitere Informationen

Weitere Informationen erhalten Sie von der Programmleitung:

Dr. Stefan Nowak, NET Nowak Energie & Technologie AG, Waldweg 8, 1717 St. Ursen, Schweiz
Tel. ++41 (0) 26 494 00 30, Fax ++41 (0) 26 494 00 34, Email: stefan.nowak.net@bluewin.ch

Bearbeitung Jahresbericht: Stephan Gnos, Manuela Schmied,
NET Nowak Energie & Technologie AG, mail.net@bluewin.ch

11. Verwendete Abkürzungen (inkl. Internetlinks)

Allgemeine Begriffe

HES	Haute Ecole Spécialisée	
HTA	Hochschule für Technik und Architektur (Fachhochschule)	
PV EZA	Photovoltaik Entwicklungszusammenarbeit	http://www.photovoltaiic.ch

Finanzierende Institutionen

FOGA	Forschungs-, Entwicklungs- und Förderfonds der schweizerischen Gasindustrie	
PSEL	Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft	http://www.psel.ch

Nationale Institutionen

ATAL	Amt für technische Anlagen und Lufthygiene des Kantons Zürich	
BBT	Bundesamt für Berufsbildung und Technologie	http://www.admin.ch/bbt
BBW	Bundesamt für Bildung und Wissenschaft	http://www.admin.ch/bbw
BFE	Bundesamt für Energie	http://www.admin.ch/bfe
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft	http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/
CORE	Eidgenössische Energieforschungskommission	http://www.energie-schweiz.ch/bfe/de/forschung/core/
CRPP	Centre de Recherche en Physique des Plasmas EPFL	http://crppwww.epfl.ch
CUEPE	Le Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie	http://www.unige.ch/cuepe
DEZA	Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit	http://www.deza.admin.ch
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz	http://www.eawag.ch
EICN	Ecole d'Ingénieurs du Canton de Neuchâtel	http://www.eicn.ch

EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt	http://www.empa.ch
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne	http://www.epfl.ch
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich	http://www.ethz.ch
EWZ	Elektrizitätswerk der Stadt Zürich	http://www.ewz.ch
HTA Burgdorf	Fachhochschule Burgdorf	http://www.hta-bu.bfh.ch
HTA Chur	Fachhochschule Chur	http://www.fh-htachur.ch
ICP	Institut de Chimie Physique EPFL	http://dcwww.epfl.ch/icp/ICP-2/icp-2.html
IMT	Institut de Microtechnique Universität Neuchâtel	http://www.imt.unine.ch
IQE	Institut für Quantenelektronik ETHZ	http://www.ige.ethz.ch
KTI	Kommission für Technik und Innovation	http://www.admin.ch/bbt/d/index.htm
LEEE - TISO	Laboratorio di Energia, Ecologia ed Economia - Ticino Solare	http://leee.dct.supsi.ch
LESO	Laboratoire d'Énergie Solaire EPFL	http://www.lesomail.epfl.com
PSI	Paul Scherer Institut	http://www.psi.ch
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft	http://www.seco-admin.ch
SI Lau- sanne	Services Industriels Lausanne	http://www.lausanne.ch/energie/epsilon/default.htm
SUSPI	Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana	http://www.suspi.ch
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen	http://www.strom.ch

Internationale Organisationen

EU (RTD)	Europäische Union (RTD-Programme) Forschungs- und Entwicklungsinformationsdienst der Europäischen Gemeinschaft	http://www.cordis.lu
EESD	Energy, Environment and Sustainable Development	http://www.cordis.lu/eesd/
IST	Information society technologies	http://www.cordis.lu/ist/
ESA	European Space Agency	http://www.esa.int
GEF	Global Environmental Facility	http://www.gefweb.org
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	http://www.gtz.de
IEA	International Energy Agency	http://www.iea.org
IEA PVPS	Photovoltaic Power Systems Implementing Agreement (IEA)	http://www.iea-pvps.org
IEC	International Electrotechnical Commission	http://www.iec.ch
IFC	International Finance Corporation	http://www.ifc.org
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	http://www.kfw.de
PV GAP	PV Global Approval Programme	http://www.pvgap.org
SDG	Solar Development Group	http://www.solardevelopment.org/
UNDP	United Nations Development Programme	http://www.undp.org

Private Institutionen und Unternehmen

ESU	Environmental consultancy for business and authorities	http://www.esu-services.ch
EWE	Elektrowatt Engineering	http://www.ewe.ch
NOK	Nordostschweizerische Kraftwerke	http://www.nok.ch

12. Weiterführende Internetlinks

	Photovoltaik Webseite Schweiz	http://www.photovoltaic.ch
	EnergieSchweiz	http://www.energie-schweiz.ch
	Energieforschung des Bundes	http://www.energieforschung.ch
SNF	Schweizerischer Nationalfonds	http://www.snf.ch
GWF	Gruppe Wissenschaft und Forschung	http://www.gwf-gsr.ch/
ETH-Rat	Rat der Eidgenössischen Technischen Hochschulen	http://www.ethrat.ch
Top Nano	Technologie Orientiertes Programm Top Nano 21	http://www.ethrat.ch/topnano21/
BFS	Bundesamt für Statistik	http://www.statistik.admin.ch/
IGE	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum	http://www.ige.ch
	Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung metas	http://www.metas.ch/
	Swiss Academic and Research Network Switch	http://www.switch.ch
Swissolar	Arbeitsgemeinschaft Swissolar	http://www.swissolar.ch
SOFAS	Sonnenenergie Fachverband Schweiz	http://www.sofas.ch
PROMES	Association des professionnels romands de l'énergie solaire	http://www.promes.ch
SSES	Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie	http://www.sses.ch
	Photovoltaik Webseite des US Department of Energy	http://www.eren.doe.gov/pv/
ISES	International Solar Energy Society	http://www.ises.org
ESRA	European Solar Radiation Atlas	http://www.helioclim.net/esra/