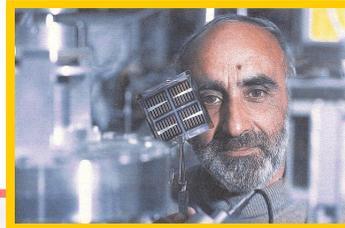
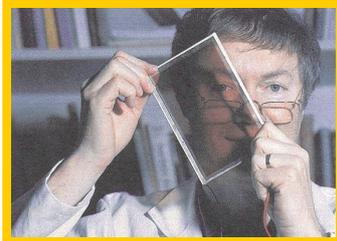


2. Juni 1999

PROMONT - SOLEIL

SCHLUSSBERICHT



**Gesellschaft Mont-Soleil
c/o BKW FMB Energie AG
Viktoriaplatz 2
3000 Bern 25
Tel: 031 330 51 51
Fax: 031 330 51 09**

R. Minder - J. Vollenweider

1. AKTION PROMONT-SOLEIL

Die im Jahr 1998 initiierte Aktion PROMONT-SOLEIL eröffnete neue Wege zur Solarentwicklung in der Schweiz. Energie- und umweltbewusste Personen, Familien, Firmen, Organisationen, Gemeinden und Kantone erhielten die Möglichkeit, sich an einem konkreten, selbst gewählten Testprogramm zur Entwicklung der Photovoltaik zu beteiligen und dafür aus erster Hand spezifische Projektinformation zu erhalten. Die Aktion PROMONT-SOLEIL umfasst die beiden Teilprojekte LABORZELLEN-TEST 98-99 und SOLARDACH-TEST 98-99.

Frau Elisabeth Zölch, Volkswirtschaftsdirektorin des Kantons Bern, unterstützte diese Initiative mit den folgenden Worten: «Privatinitiative wird in der Erforschung und Entwicklung neuer Technologien immer wichtiger. Bund und Kantone müssen ihre knappen Mittel generell auf Grundlagenforschung konzentrieren. Gerade im Energiebereich gibt es aber zahlreiche Möglichkeiten, schweizerische Neuentwicklungen auf privater Initiative zum Nutzen von Wirtschaft, Umwelt und Arbeitsplätzen zur Marktreife zu bringen. Das Projekt PROMONT-SOLEIL setzt genau hier an. Es verdient deshalb Ihre Unterstützung.»

2. BREITE UNTERSTÜTZUNG

Die Durchführung der Aktion PROMONT-SOLEIL wurde ermöglicht durch die Unterstützung von insgesamt 108 Personen und Firmen im Gesamtbetrag von Fr. 41'962.50.

Beiträge von Franken 1'000.-- und mehr wurden namentlich einbezahlt:

- für den LABORZELLEN-TEST 98-99 von: Schnyder & Cie SA, Bévillard, Willi M. Scherer, Zollikofen, Konrad Eugster-Chopard, Bremgarten b. Bern, BKW FMB Energie AG, Bern, Elektrowatt AG, Zürich, Industrielle Werke Basel, Basel, Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern, Jakob Vollenweider, Spiegel b. Bern, Ruedi Steuri, Glis, Rebekka Grandi, Altreu,
- für den SOLARDACH-TEST 98-99 von: WIBA Kunststoff AG, Konolfingen, Hans Wanner, Evillard, Services Industriels, Delémont, Energie Ouest Suisse, Lausanne, BKW FMB Energie AG, Bern, Elektrowatt AG, Zürich, Industrielle Werke Basel, Basel, AEK Energie AG, Solothurn.

Herzlichen Dank an alle Beteiligten für diese wertvolle Unterstützung!

3. LABORZELLEN-TEST 98-99

3.1 Projektbeschreibung und Projektziel

Die bisherigen, vom Bundesamt für Energie unterstützten Forschungsarbeiten auf dem Test-Zentrum Mont-Soleil befassen sich mit Untersuchungen und Tests an Solarmodulen im Stadium der *produktionsnahen Prototypen* bzw. ersten Produktionsserien.

In Ergänzung dieses Projekts wurden im Rahmen der Aktion Promont-Soleil *labornähere Prototypen von Zellen und Modulen* untersucht, welche gute Erfolgchancen für die zukünftige Massenproduktion haben.

Solche Zellen werden heute in spezialisierten Labors (z.B. Fraunhofer Institut, Freiburg i.B. oder NREL, USA) ausgemessen, es existieren jedoch wenig Messdaten von Freiluft-Prüfständen mit Messungen unter realistischen Bedingungen. Hier wird das Testzentrum Mont-Soleil einen echten Beitrag zur Beurteilung von neuartigen Zellen und Modulen leisten.

Die Testmuster sind wesentlich kleiner als die bisherigen Testmodule, ihre Fläche liegt im Bereich von 1 bis einige 100 cm². Dementsprechend beträgt die Leistung etwa 10 Milliwatt bis maximal einige Watt.

Das Ziel des Projekts besteht darin, von den zu untersuchenden Zellen die wichtigsten elektrischen Kenngrößen unter typischen meteorologischen Bedingungen zu messen und auszuwerten. Damit sollen erste Folgerungen bezüglich der Eignung der verschiedenen Technologien für den praktischen Einsatz gezogen werden.

3.2 Auswahl der Laborzellen

Für das Projekt wurden folgende Solarzellen von den Labors zur Verfügung gestellt:

Paul Scherrer Institut, Villigen (Dr. W. Durisch, Dr. J. Gobrecht):

Dünne monokristalline Silizium-Zellen mit verbesserten Strahlungseinfang (light trapping) gemäss den PSI-Forschungsarbeiten.

EPF-Lausanne (Prof. Dr. M. Grätzel):

Farbstoff-Zellen, bestehend aus Flüssigelektrolyt mit Farbstoffen und TiO₂-Schichten.

Universität de Neuchâtel (Prof. Dr. A. Shah):

a) Tandem-Zelle aus Schichten von amorphem und mikrokristallinem Silizium („Mikromorph-Zellen“), b) Zelle aus amorphem Silizium.

Astropower, USA:

Silizium-Film-Zelle, eine spezielle polykristalline Zelle, welche aus sehr billigem Rohmaterial hergestellt werden kann.

3.3 Messkonzept und Messeinrichtungen Laborzellen-Test

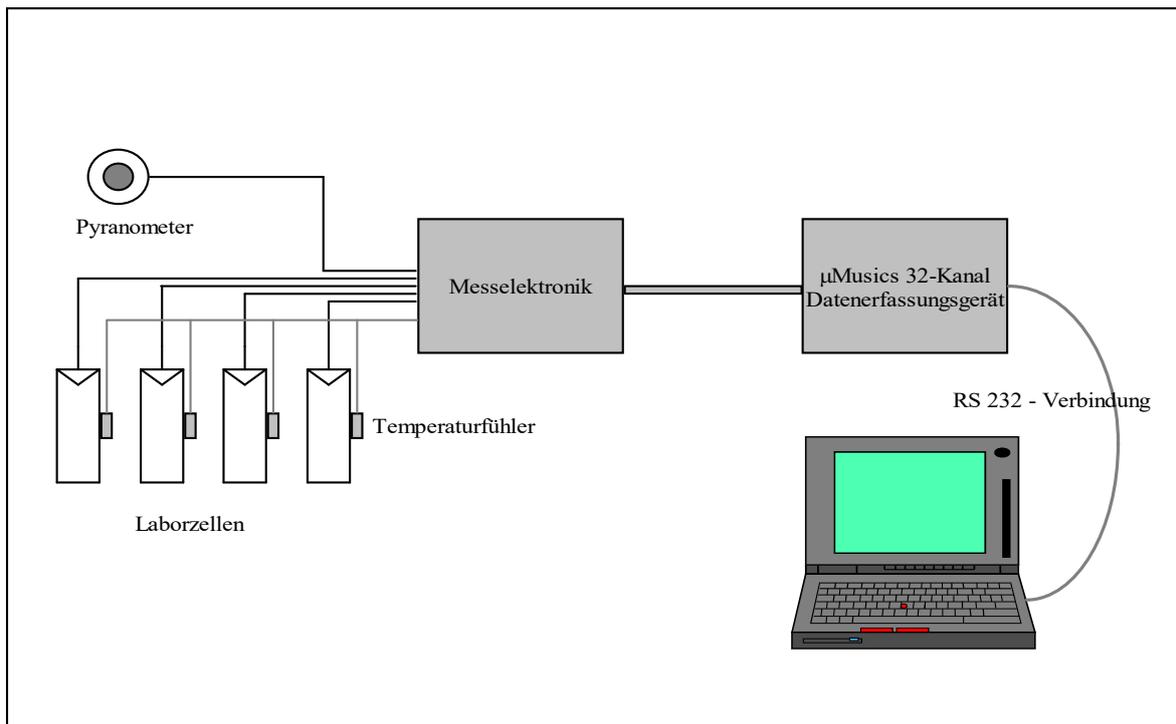
Die Messeinrichtungen bestehen aus folgenden Geräten:

Datenerfassung: Datenlogger vom Typ IMC μ Music mit 32 Analogeingängen, Konfiguration und Datenübertragung auf Notebook-PC.

Messelektronik: Speziell hergestellte Elektronik zum Messen der Kennwerte von Zellen und Kleinmodulen.

Messprinzip: Langsames Durchmessen der I-U-Kennlinie, gleichzeitige Messung von Einstrahlung und Temperatur. Manuelle Triggerung der Messvorgänge. Berechnung der Zellenparameter wie Wirkungsgrad, fill factor etc. aus den Messwerten der Kennlinie.

Die gesamte Messeinrichtung sowie die Zellen sind auf einem Messwagen montiert. Dieser ist – wenn gerade keine Messungen stattfinden – im Pavillon aufgestellt und kann von den Besuchern besichtigt werden. Die Zellen sind mit einer transparenten Abdeckung, welche nur während der Messperioden entfernt wird, geschützt. Das Prinzipschema der Messeinrichtung ist in Figur 3.1 dargestellt.



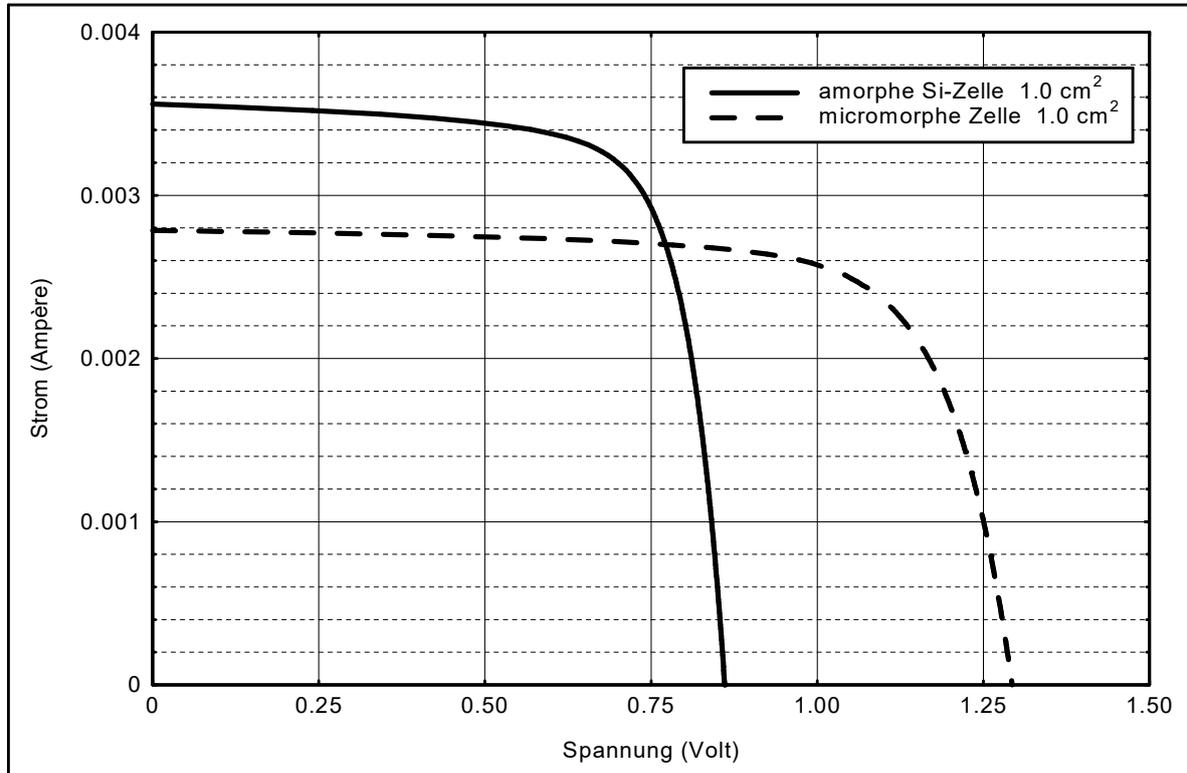
Figur 3.1: Prinzipschema der Messeinrichtung

3.4 Resultate Laborzellen-Test

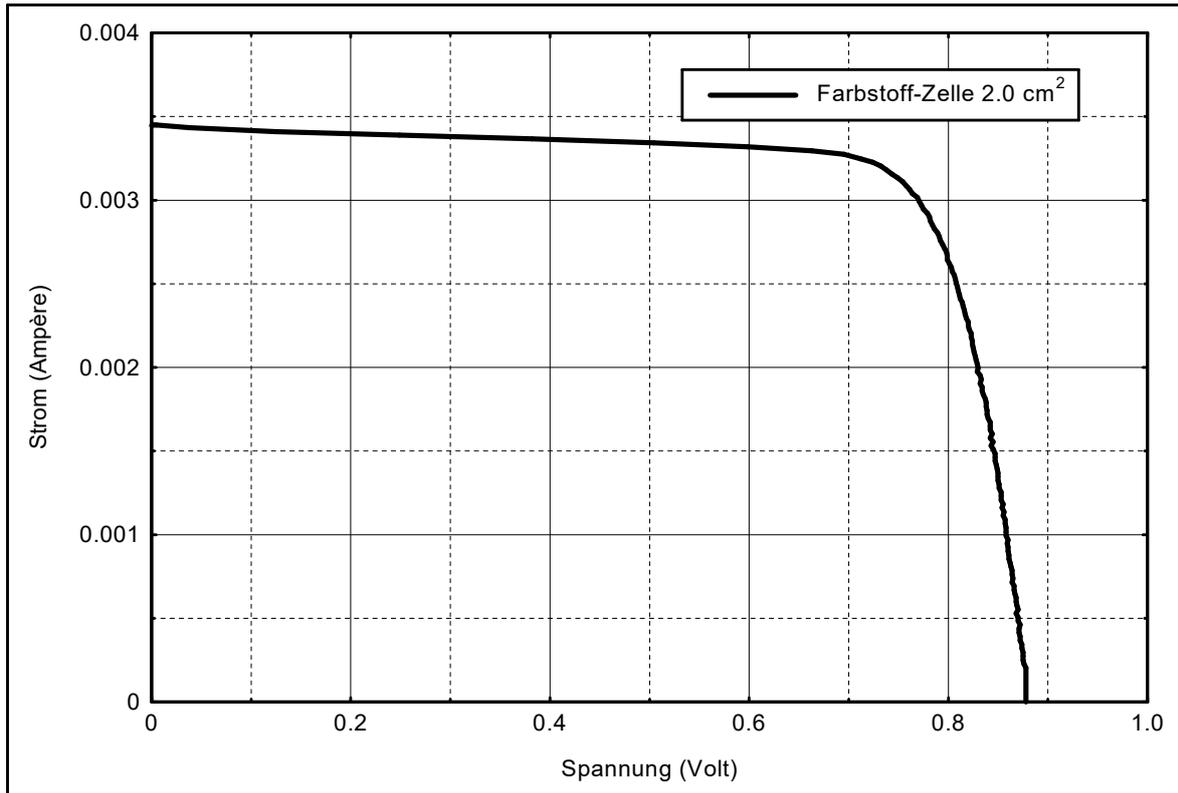
Infolge unerwarteter Schwierigkeiten bei der Herstellung der Laborzellen konnte das Messprogramm erst im März 1999 gestartet werden. Entsprechend liegen Resultate über einen begrenzten Zeitraum vor und es können noch keine Aussagen über all-

fällige Degradationseffekte gemacht werden. In den folgenden Grafiken ist eine Auswahl gemessener Zellenkennlinien dargestellt, welche die elektrischen Eigenschaften der verschiedenen Zellen repräsentieren.

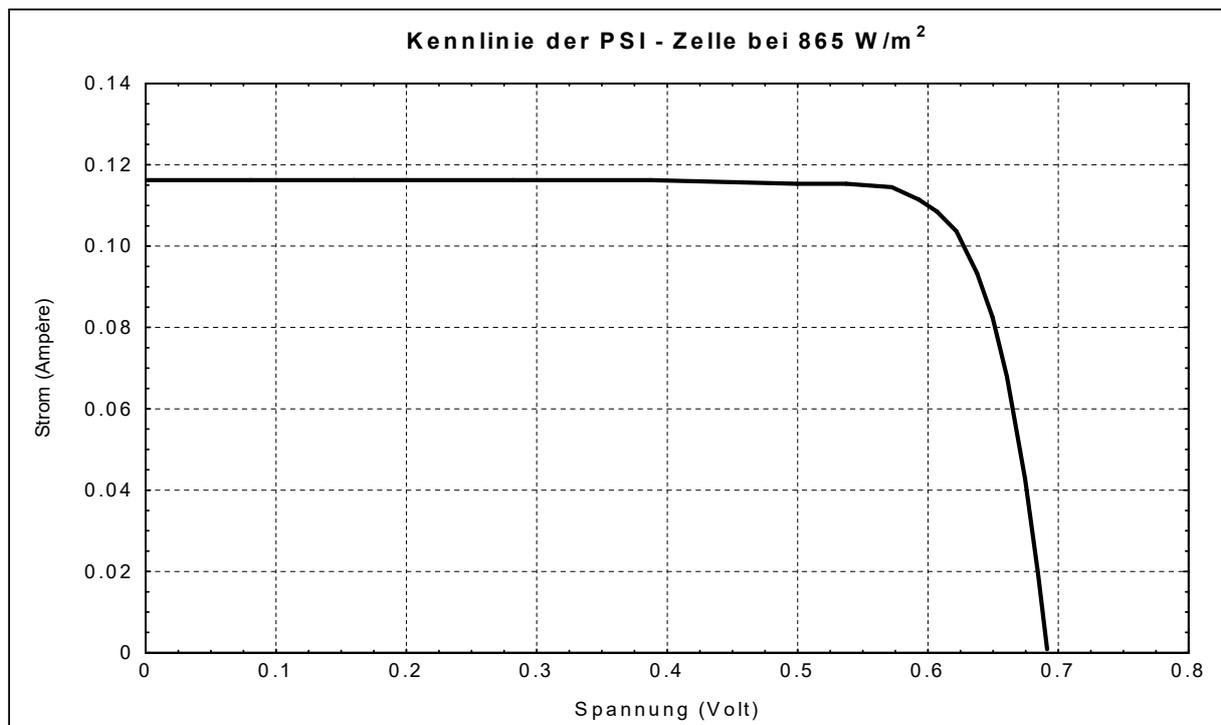
Es ist jeweils der Photostrom als Funktion der Zellenspannung angegeben.



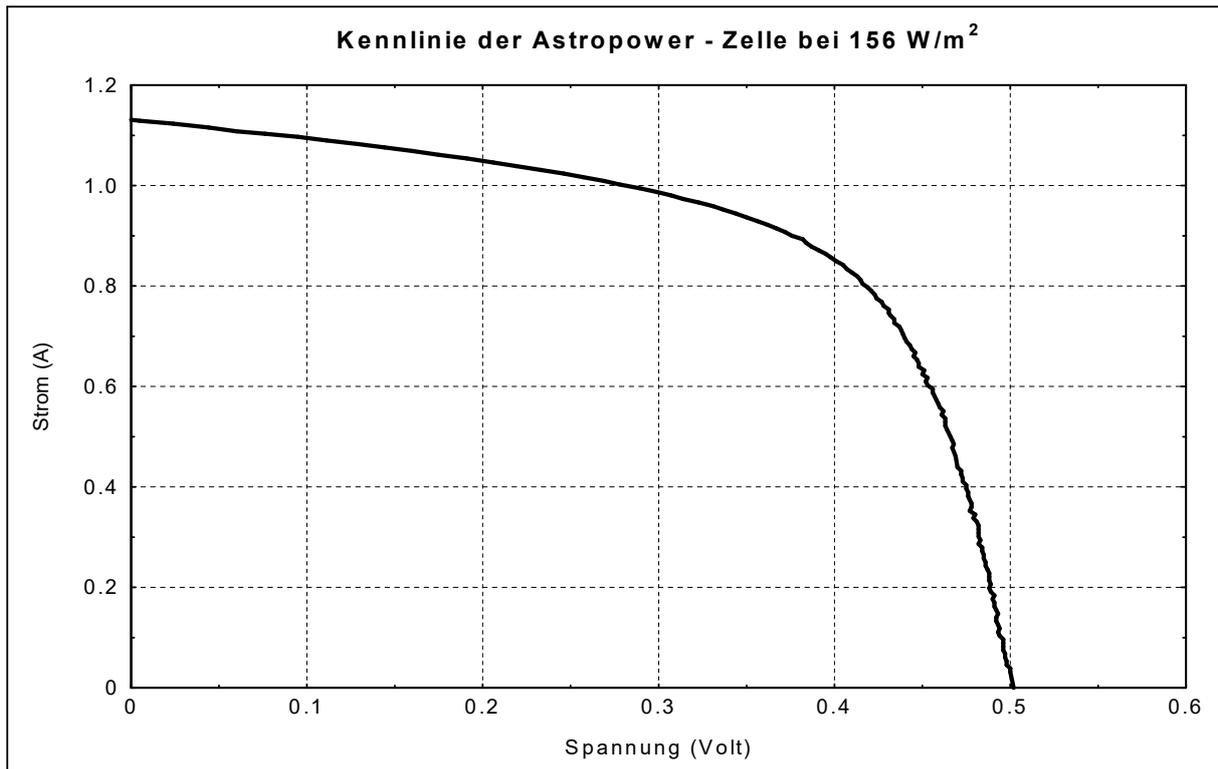
Figur 3.2: Kennlinien der amorphen und mikromorphen Zellen der Universität Neuchâtel, gemessen bei einer Einstrahlung von ca. 200 W/m².



Figur 3.3: Kennlinie der Farbstoffzelle der EPFL, gemessen bei einer Einstrahlung von ca. 200 W/m².



Figur 3.4: Kennlinie der monokristallinen Siliziumzelle des PSI, gemessen bei einer Einstrahlung von 865 W/m².



Figur 3.5: Kennlinie der polykristallinen Siliziumzelle der Firma Astropower (USA), gemessen bei einer Einstrahlung von ca. 156 W/m^2 .

Aus den bisher durchgeführten Messungen lassen sich trotz der begrenzten Messperiode erste Folgerungen ziehen. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den gemessenen Zellen um erste Testmuster handelt, d.h. die Resultate sind noch nicht statistisch abgesichert.

Beim Vergleich zwischen der amorphen und mikromorphen Zellen der Universität Neuchâtel (Figur 3.2) zeigt sich, dass die amorphe Zelle eine Leerlaufspannung von ca. 0.85 Volt aufweist, die mikromorphe dagegen ca. 1.3 Volt. Etwa im umgekehrten Verhältnis verhalten sich die Ströme, so dass die maximale Leistung beider Zellen etwa gleich ist. Dies entspricht in etwa den Erwartungen, da die mikromorphe Zelle eine Tandem-Struktur aufweist (Serieschaltung einer amorphen und einer mikrokristallinen Zelle).

Bei der Farbstoffzelle der EPFL (Figur 3.3) ergibt sich eine Kennlinie, welche einen ähnlichen Verlauf wie die amorphe Si-Zelle aufweist, wobei die unterschiedliche Zellenfläche zu berücksichtigen ist. Weiter ist zu bemerken, dass die gemessene Farbstoffzelle bereits über einen längeren Zeitraum dem Licht ausgesetzt war. Es wird aufgrund von Labormessungen erwartet, dass neue Farbstoffzellen einen deutlich höheren Photostrom abgeben können.

In eine ganz andere Kategorie fällt die monokristalline Si-Zelle des PSI, deren Kennlinie in Figur 3.4 dargestellt ist. Über einen weiten Bereich der Spannung ist der Photostrom praktisch konstant und fällt erst ab etwa 0.6 Volt steil ab. Die Zelle weist da-

mit einen für eine Siliziumzelle sehr hohen Füllfaktor auf, was auf geringe innere Verluste hinweist. Neben der Technologie der Zellenherstellung hängen die guten Werte dieser Zelle auch mit der Verwendung von hochwertigem – und teurem – Ausgangsmaterial zusammen.

Das andere Ende des Spektrums bei kristallinen Si-Zellen stellt die polykristalline Siliziumzelle der Firma Astropower dar. Bei dieser Technologie, die von sehr kostengünstigem Rohmaterial ausgeht, ergibt sich naturgemäss eine weniger ideale Kennlinie, insbesondere bei der relativ tiefen Einstrahlung von 156 W/m^2 , bei der die Kennlinie nach Figur 3.5 ermittelt wurde. Die Leerlaufspannung beträgt unter diesen Bedingungen noch 0.5 Volt. Auffallend ist auch die starke Rundung der Kennlinie, der Photostrom fällt schon bei kleinen Spannungen ab. Dies deutet auf grosse innere Verluste hin (kleiner Shunt-Widerstand der Zelle), welche vermutlich mit der speziellen Struktur des Materials zusammenhängt. Infolge der grossen Anzahl kleiner Kristalliten ergeben sich viele Korngrenzen, welche die Zelleneigenschaften verschlechtern.

3.5 Folgerungen und Ausblick Laborzellen-Test

Die im Rahmen des LABORZELLEN-TESTS 98-99 durchgeführten Untersuchungen haben interessante erste Resultate ergeben. Sämtliche untersuchten Technologien haben gute Chancen für die zukünftige kommerzielle Anwendung. Die Zellen befinden sich heute in einem sehr unterschiedlichen Entwicklungsstand und werden auch in Zukunft für unterschiedliche Anwendungen eingesetzt werden.

Dünnschicht-Technologien wie sie an der Universität Neuchâtel und der ETH Lausanne entwickelt werden, haben langfristig ein grosses Kostensenkungspotential. Neben der Weiterführung der Forschung im Bereich der dünnen Schichten sind anwendungsorientierte Entwicklungsarbeiten von Bedeutung. Wichtige Entwicklungsziele sind die Vergrösserung der Zellfläche und die Verschaltung zu mehrzelligen Modulen.

Die PSI-Zelle könnte vergleichsweise rasch in ein kommerzielles Produkt umgesetzt werden, da die Technologie des kristallinen Siliziums heute sehr gut beherrscht wird. Offen ist zur Zeit die Frage, ob es gelingt, kostengünstige Fertigungsprozesse zu entwickeln.

Die Astropower-Zelle wird bereits serienmässig hergestellt, hier liegt der Entwicklungsschwerpunkt bei technischen Verbesserungen, welche zu einer Wirkungsgradverbesserung, vor allem bei tiefen Einstrahlungen führen sollten. Damit können auch die Kosten gesenkt werden.

Die in diesem Bericht dargestellten Resultate stellen einen ersten Schritt bei der praxisnahen Charakterisierung von Laborzellen dar. Da es sich gezeigt hat, dass solche Messungen für die Zellenentwickler von grossem Wert sind, wird das Projekt auch nach Abschluss der Promont-Soleil-Aktivitäten weitergeführt. Im Rahmen eines vom

Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft unterstützten Forschungsprojekte werden die Messungen an Laborzellen weitergeführt, vertieft und auch auf neue Entwicklungen ausgedehnt.

4. SOLARDACH-TEST 98-99

4.1 Projektbeschreibung und Projektziel

Der SOLARDACH-TEST 98-99 ergänzt den LABORZELLEN-TEST 98-99 mit anwendungstechnischen Fragestellungen im Rahmen des Projektes PROMONT-SOLEIL. Der SOLARDACH-TEST 98-99 liefert Basisdaten und Analysen für Bauherren als unabhängige Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz gebäudeintegrierter Solaranlagen.

4.2 Auswahl der Solardach-Elemente

Die Gesellschaft Mont-Soleil hat bei der Auswahl der am Pavillon angebrachten Elemente vor allem darauf geachtet, möglichst unterschiedliche Konzepte einzusetzen, damit die Bandbreite des aktuellen Marktangebotes aufgezeigt werden kann. Es ging also explizite nicht um einen Wettbewerb. Eine gesamtheitliche Wertung wäre auch äusserst schwierig, da es wie oben dargestellt, noch wesentlich mehr Kriterien gibt als die oft verwendeten Grössen Wirkungsgrad und Preis.

ATLANTIS SUNSLATESTM: Dieses Solarschiefer Dach- und Fassadensystem ist auf dem linken Vordach und an der Fassade des Besucherpavillons angebracht. Ein einzelnes Element besteht aus einer Eternitplatte mit Standardabmessungen und einer Solarzelleneinheit, die nach dem Verfahren der Berner Firma Atlantis hergestellt ist. Die Solarzellen sind eingebettet in einen Kunststoff zwischen einem gehärteten, begehbareren Spezialglas und einer rückseitigen, mehrfach beschichteten Aluminiumfolie. Das so aufgebaute Laminat ist auf den Eternitplatten aufgeklebt. Die Sunslates-Elemente lassen sich mit verschiedenen Solarzellen verwenden, so dass zukünftige Verbesserungen ebenso wie Farbwünsche laufend berücksichtigt werden können. Der hier eingesetzte Zellentyp ist kristallin und weist einen Wirkungsgrad von 12% auf. Ein kW_p erfordert somit eine Fläche von 10 m². Die Kosten pro kW_p belaufen sich auf 12'000 Fr. ¹

NEWTEC SOLAR-DACH-ZIEGEL: Der Solar-Dach-Ziegel (SDZ) der Rheintaler Firma Newtec wird auf dem rechten Pavillonvordach eingesetzt. Beim SDZ werden die kristallinen Siemens Solarzellen von einem Kunststoffrahmen eingefasst, dessen

¹ Die Kosten verstehen sich ohne Wechselrichter und Installation. Bei grösseren Anlagen nehmen die Kosten pro installiertes kW_p ab.

Grösse genau der Fläche von vier Standardziegeln entspricht, und von einem 4 mm dicken, begehbaren Frontglas abgedeckt. Die Zellen verfügen über einen Wirkungsgrad von 13%. Ein kW_p weist eine Fläche von 11 m² auf und kostet 12'000 Fr. ¹

UNI-SOLAR PV-SHINGLES: Die in der Mitte des Pavillondaches integrierten PV-Schindeln werden von der amerikanischen Firma Uni-Solar hergestellt. Es handelt sich um amorphe Tripelzellen, welche auf ca. 2 m langen Gummibahnen aufgebracht sind. Die PV-Schindeln sind auf den amerikanischen Markt ausgerichtet, wo auf vielen Häusern Asphalt Schindeln eingesetzt werden. Der für amorphe Zellen typisch tiefe Wirkungsgrad von 7% führt zu einem relativ grossen Flächenbedarf von 16 m², welcher für 1 kW_p benötigt wird. Trotzdem beschränken sich die Kosten für 1 kW_p auf 10'000 Fr. ¹

4.3 Beurteilungs- und Messkonzept Solardach-Test

Die Anforderungen an eine gebäudeintegrierte Solaranlage sind grundsätzlich dieselben wie bei jedem anderen Dach- oder Fassadenteil und lassen sich somit aus der eigenen Erfahrung ableiten:

Vertrieb: Beim Einkauf kommt der Kunde zum ersten Mal in Kontakt mit dem gewünschten Produkt. Entsprechend prägend auf die Kundenzufriedenheit wirkt sich deshalb die Qualität des Vertriebs aus.

Ästhetik: Mit dem ersten Blick auf das Produkt wird naturgemäss die Form und Farbe beurteilt. Im Zusammenhang mit einer Gebäudeintegration bieten hier Produkte mit Standardgrössen und wählbaren Farben zweifellos Vorteile. Bei den Farben von Photovoltaikzellen gilt es allerdings zu beachten, dass ein Zusammenhang besteht zwischen Farbe und Wirkungsgrad. Weil der als Zellenfarbe erscheinende Teil des Lichtspektrums von der Zelle selbst nicht aufgenommen wird, schneidet das typische Dunkelblau wirkungsgradmässig am besten ab, wogegen beispielsweise bei einem Magenta oder einem Gold der Wirkungsgrad um bis zu 25% abfällt.

Preis: Die Preise von gebäudeintegrierten PV-Elementen variieren zwischen 8'000 und 12'000 Fr. pro kW_p. Diese Preise verstehen sich ohne Wechselrichter und Installation, für welche im günstigsten Fall noch 50% dazukommen, in ungünstigen Fällen, wo beispielsweise noch Änderungen an der Gebäudehülle vorgenommen werden müssen, bis zu 75%.

Montage: Primär aus Kostengründen wünscht sich der Kunde eine problemlose Montierbarkeit der PV-Elemente. Kosten sparen hier: ein hoher Zellenwirkungsgrad (da geringer Platzbedarf), selbsterklärende Montage, unempfindliche, standardisierte Bauelemente, welche sich ohne Hilfskonstruktionen einfach montieren lassen.

Dauerhaftigkeit: Der Benutzer erwartet üblicherweise eine Lebensdauer von etwa 30 Jahren, was sehr hohe Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit der Bauelemente gegen Witterungs- und Umwelteinflüsse aller Art stellt.

Entsorgung: Eine problemlose Entsorgung der Produktionsmittel ist im Bereich der alternativen Energien für die Glaubwürdigkeit natürlich speziell wichtig.

Die oben aufgelisteten Punkte wurden nach folgender Methode evaluiert: Der Vertrieb, der Preis und die Montage konnten für die verschiedenen Produkte bereits während der Erstellung des Solardachs beurteilt werden. Die Ästhetik wurde bewertet aufgrund der zahlreichen einschlägigen Rückmeldungen von den Besuchern des Sonnenkraftwerks. Die Abschätzung der Dauerhaftigkeit stützt sich auf ein kontinuierliches Messprogramm, welches von der Ingenieurschule St-Imier durchgeführt wurde. Die Ökologie der Entsorgung konnte in Ermangelung praktischer Daten nur abgeschätzt werden, allerdings abgestützt auf umfangreiche theoretische Untersuchungen.²

4.4 Resultate Solardach-Test

Vertrieb: Am meisten überzeugen konnte in dieser Beziehung die Firma Atlantis, die ihre Produkte sehr professionell vertreibt. Der Kauf, die Lieferung usw. der Sunslates gestaltete sich entsprechend unkompliziert und speditiv. Dagegen wird in der Solarbranche allgemein leider häufig die Vertriebsqualität noch nicht als ein kaufentscheidender Faktor erkannt.

Ästhetik: Im Urteil vieler Besucher rangierten die Atlantis Sunslates in ästhetischer Hinsicht an erster Stelle. Zusätzlich zeigten sich viele Besucher überzeugt von den grossen Variationsmöglichkeiten dieser Produkte.

Preis: Preislich schneiden die Uni-Solar PV-Shingles mit 10'000 Fr. pro kW_p am besten ab. Dagegen sind sowohl die Atlantis Sunslates wie auch die Newtec Solar-Dach-Ziegel rund 20% teurer.

Montage: Von den drei getesteten Produkten liessen sich einzig die Atlantis Sunslates problemlos montieren. Bei den anderen Produkten war die Montagefreundlichkeit hingegen eingeschränkt durch komplizierte, teils fehlerhafte Montageanleitungen und durch notwendige Anpassarbeiten, welche die ganze Improvisierkunst der Montageteequipe erforderte.

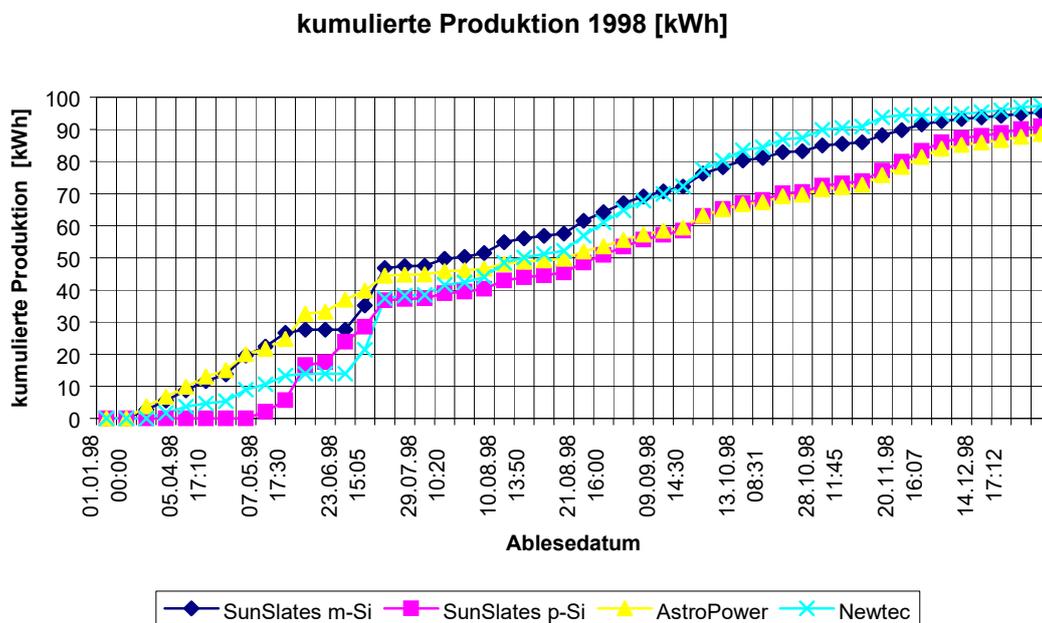
Dauerhaftigkeit: Sowohl bei den Atlantis Sunslates wie auch bei den Newtec Solar-dach-Ziegel können die Chancen, dass sie eine Betriebsdauer von 30 Jahren überdauern, als gut eingeschätzt werden. Leider gilt dies nicht für die Uni-Solar PV-Shingles, bei denen bereits bei der Montage erhebliche mechanische Modifikationen erforderlich waren, damit dieses Produkt überhaupt die erste Zeit unter den rauen klimatischen Bedingungen auf dem Mont-Soleil bestehen konnte.

² Frischknecht R. et al.: Ökoinventare für Energiesysteme. 3. Auflage. Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), Bern 1996.

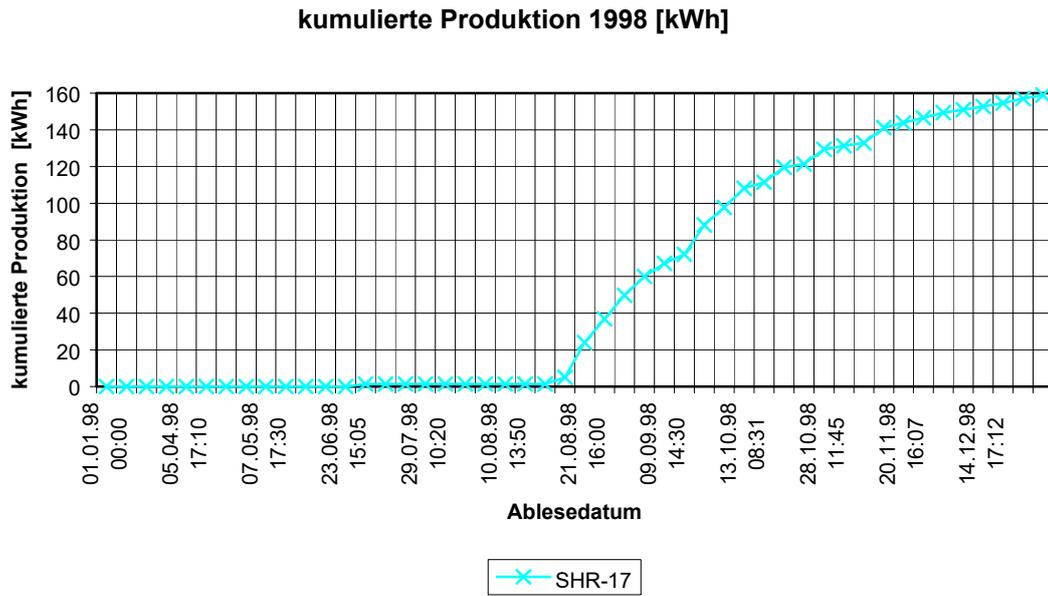
Im nachfolgenden sind die Messresultate der Ingenieurschule St-Imier aufgetragen. Dabei gilt es zur Nomenklatur zu beachten: 1) Es wurden zwei Atlantis Produkte gemessen, nämlich Sunslates mit monokristallinem Silizium (m-Si), die als Dachelemente eingesetzt wurden, und Sunslates aus polykristallinem Silizium (p-Si), die an der Fassade angebracht waren. 2) Zu Referenzzwecken wurde auch das Fassadenelement «AstroPower» gemessen, welches nicht Teil des eigentlichen Solardach-Tests war. 3) Die Abkürzung SHR-17 bezeichnet die Uni-Solar PV-Shingles.

Die Unregelmässigkeiten in den Datenreihen sind auf die folgenden Ursachen zurückzuführen:

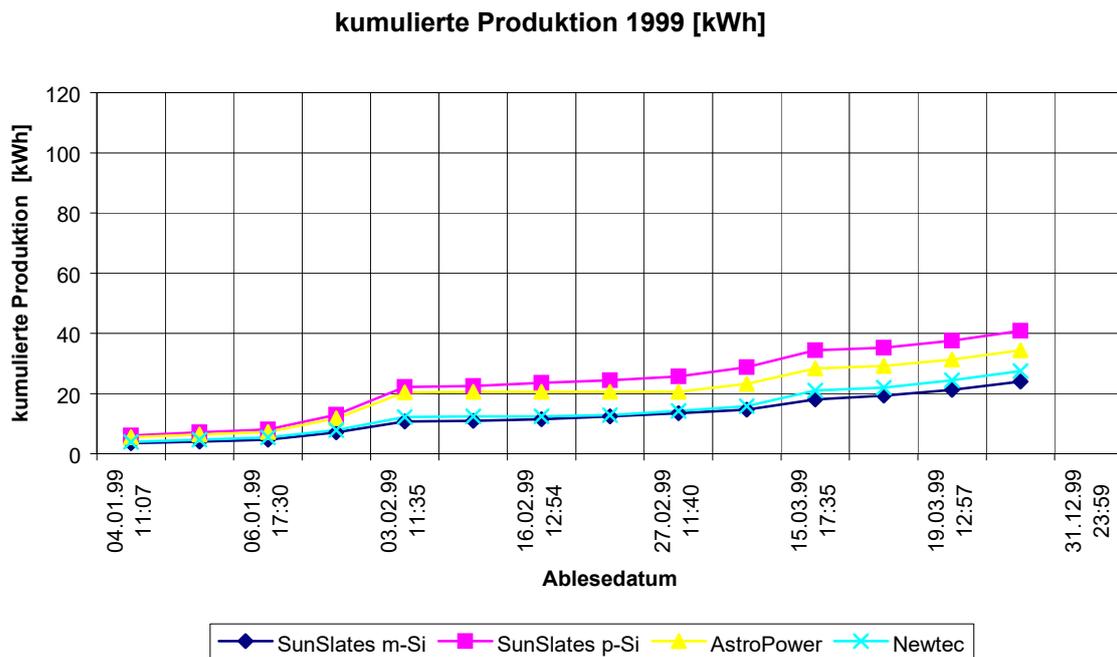
- Die Messungen der Sunslates p-Si wurden erst am 30.4.98 gestartet, nach der Reparatur des dazugehörigen Wechselrichters.
- Die Messungen der Sunslates m-Si und der Newtec Solar-Dach-Ziegel mussten vom 14.5.98 bis zum 23.6.98 ausgesetzt werden wegen Umbauarbeiten am Pavillondach. Im Zuge dieser Arbeiten wurde auch die Neigung der beiden Vordächer, auf welchen die beiden erwähnten Elemente montiert waren, von 22 auf 30 Grad erhöht, was gleichzeitig die Stromproduktion verbesserte.
- Aufgrund eines Problems mit einem Verteilerkasten ergaben sich Ertragsausfälle bei den Newtec Solar-Dach-Ziegel. Das Problem konnte erst am 30.6.98 behoben werden.



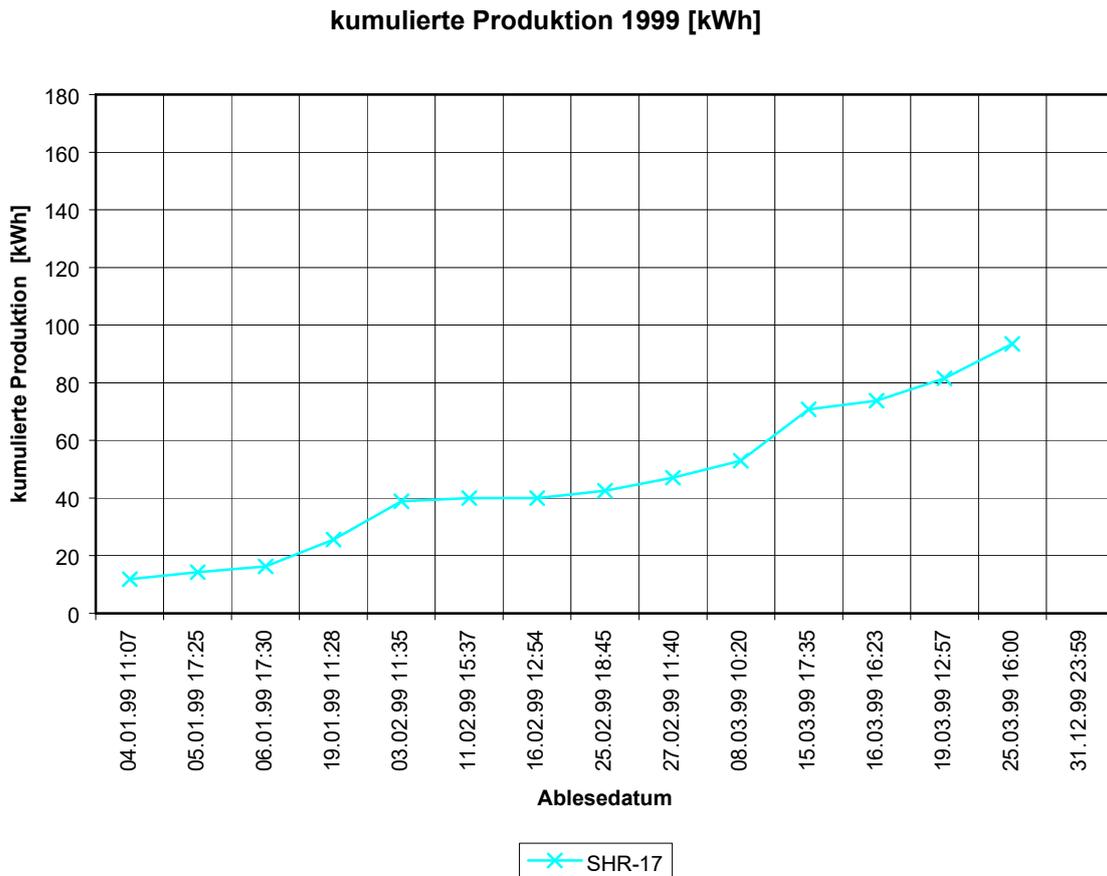
Figur 4.1: kumulierte Produktion 1998 (Sunslates und Newtec)



Figur 4.2: kumulierte Produktion 1998 (Uni-Solar)



Figur 4.3: kumulierte Produktion 1999 (Sunslates und Newtec)



Figur 4.4: kumulierte Produktion 1999 (Uni-Solar)

Entsorgung: Die Entsorgung kann bei allen Produkten aufgrund von Literaturrecherchen als beherrschbar eingestuft werden. Die Anlagen sind jedoch nicht vollständig rezyklierbar und brauchen bei ihrer Entsorgung Energie, so dass der Entsorgungsprozess bei einer Ökobilanzierung unbedingt mitberücksichtigt werden muss.

4.5 Folgerungen und Ausblick Solardach-Test

Im SOLARDACH-TEST 98-99 zeigte sich, dass es neben den häufig untersuchten Aspekten Wirkungsgrad und Preis noch eine ganze Reihe von weiteren kaufentscheidenden Faktoren bei der gebäudeintegrierten Photovoltaik zu beachten gilt. Aus diesem Grund schnitt im SOLARDACH-TEST 98-99 vor allem das Produkt SUNSLATES™ der Firma ATLANTIS gut ab, dies hauptsächlich wegen seiner Vorteile im Bereich Vertrieb, Ästhetik und Montage.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN ZUR AKTION PROMONT-SOLEIL

Mit der Aktion PROMONT-SOLEIL ist es dank privater Unterstützung gelungen, der Nutzung des breiten Know-hows, welches in der Schweiz im Bereich der Photovoltaik vorhanden ist, neue Impulse zu verleihen. Die innovative Methodik führte einerseits zu interessanten, neuen Erkenntnissen im Rahmen der Aktion PROMONT-SOLEIL selbst, und andererseits konnten mit dieser Aktion bereits weitere, vertiefende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ausgelöst werden.

Anschriften der Autoren:

Dr. Rudolf Minder
MINDER ENERGY CONSULTING
Ruchweid 22
CH-8917 Oberlunkhofen
Telefon 056 640 14 64
Telefax 056 640 14 62
E-Mail rudolf.minder@bluewin.ch

Dr. Jakob Vollenweider
BKW FMB ENERGIE AG
Viktoriaplatz 2
CH-3000 Bern 25
Telefon 031 330 58 29
Telefax 031 330 58 29
E-Mail jakob.vollenweider@bkw-fmb.ch