



SPF FORSCHUNGSAUFGABEN

A: KOLLEKTOREN IN SOLARTHERMISCHEN SYSTEMEN

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	A. Bohren, A. Luzzi
beauftragte Institution	Institut für Solartechnik SPF
Adresse	Hochschule für Technik HSR, Oberseestr. 10, 8640 Rapperswil
Telefon, E-mail, Internetadresse	+41 55 222 48 21, info@solarenergy.ch , www.solarenergy.ch
BFE Projekt-/Verfügungs-Nr.	43729 / 152652
BFE-Projektleiter	Jean-Christophe Hadorn
Dauer des Projekts (von – bis)	1.1.2007 – 31.12.2007
Datum	15.12.2007

ZUSAMMENFASSUNG

Die Hauptresultate im Bereich Kollektoren können für 2007 wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Prüf- und Messstände waren 2007 fast zu 100 % ausgelastet.
- Die Anzahl durchgeführter Solar Keymark Prüfungen wie auch Qualitätsprüfungen hat zugenommen.
- Die Akkreditierung des SPF nach ISO17025 als „Prüfstelle für thermische Sonnenkollektoren und deren Komponenten“ wurde wieder bestätigt.
- Der neue Indoor-Prüfstand (Sonnensimulator) konnte in Betrieb genommen werden und wurde im Bereich Entwicklung und Qualitätssicherung eingesetzt. Dessen Validierung für Messungen im akkreditierten Bereich ist für 2008 geplant.
- Erste Untersuchungen zur Hagelbeständigkeit von Vakuumröhrenkollektoren konnten mit einer neu entwickelten Hagelschussmaschine durchgeführt werden.
- Vergleichsweise wenige „concept collectors“ mit neuartigen Ideen wurden dem SPF 2007 zur Untersuchung unterbreitet.

Projektziele

SPF's Projektziele betreffend Kollektoren in solarthermischen Systemen können wie folgt in sechs Gruppen zusammengefasst werden:

A-1: ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT, PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN

- Durchführung von Leistungs- und Qualitätsprüfungen nach Norm im Auftragsverhältnis.
- Unterstützung der Hersteller im Bereich der Entwicklung und der Qualitätssicherung durch spezifische Messungen und Prüfungen.
- Unabhängige Beurteilung von neuen Konzepten.
- Beratung und Unterstützung der Kollektorhersteller in technischen Fragen.
- Anfragen von Behörden, Privatpersonen, Forschungsinstituten und Drittfirmen.
- Umsetzung der aktuellen internationalen Normen und Zertifizierungsprogramme.
- Werksinspektionen, Probenentnahmen zur Erlangung der Solar Keymark.
- Unterhalt der bestehenden Anlagen als Grundlage für Forschung und Prüfung.
- Teilnahme an Ringversuchen und Austausch mit anderen Prüflabors zur Qualitätssicherung.

A-2: MESSDATENERFASSUNG

- Datenerfassung und Datenaufbereitung weiter automatisieren und vereinfachen.
- Pflege der Datenbanksysteme für das rationelle elektronische Reporting.
- Verbesserung der Datensicherheit.

A-3: AKTUALISIERUNG DER DATENSÄTZE

- Aktualisierung und Publikation der Daten auf Basis obiger Datenbanksysteme.
- Publikation der Daten auf der SPF Homepage.
- Datensätze als Grundlage für SPF Info-CD und Polysun 4.

A-4: SONNENSIMULATOR

- Inbetriebnahme und Validierung des Indoor-Teststandes (Sonnensimulator).

A-5: AKKREDITIERUNG

- Aufrechterhaltung der Akkreditierung durch SAS/metas und DINCERTCO.

A-6: NORMIERUNGSARBEITEN

- Umsetzung und Implementierung der Solar Keymark;
- Teilnahme an Ringversuchen

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

A-1: ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT, PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN

Die Gesetzesänderungen beziehungsweise die Änderungen der Vorgaben für die Förderung im Europäischen Raum haben zu einer deutlichen Zunahme der Zertifizierungen nach Solar Keymark geführt. Damit verbunden ist, dass sehr viel mehr direkter Kontakt mit den Herstellern möglich ist (Werksbegehungen), aber auch dass deutlich mehr Qualitätsprüfungen durchgeführt werden müssen. Tatsächlich werden im akkreditierten Bereich kaum mehr Prüfungen ohne Solar Keymark durchgeführt. Die Auslastung der Testanlagen am SPF erreicht damit ein Maximum und kann ohne Infrastrukturmassnahmen kaum mehr weiter gesteigert werden.

Trotz des, im Vergleich zu 2006, deutlichen Wachstumseinbruchs 2007 in Deutschland ist die Weltmarktsituation insgesamt für die Hersteller ausgezeichnet. Das bedeutet aber auch, dass verschiedene neue Hersteller in den europäischen Markt eingreifen möchten. Einige dieser Hersteller sind allerdings noch nicht auf dem gewünschten Qualitätsniveau und benötigen deshalb ein signifikantes Mass an technischer Unterstützung. Das führt dazu, dass vermehrt Prüfungen nicht bestanden werden da grundlegende Konstruktionsfehler begangen werden. Zusammenfassend sind 2007 zwar klar mehr Aufträge eingegangen, die Anzahl bestandener Prüfungen ist hingegen zurückgegangen. In aller Regel bedeuten nichtbestandene Prüfungen deutlich mehr Arbeits- und Betreuungsaufwand als bestandene Prüfungen.

Nach wie vor sind die Hauptgründe für nichtbestandene Prüfungen das Ausgasen von Dämmmaterialien, die Ansammlung von Feuchtigkeit im Kollektor, sowie starke Verformungen der Absorber. Im Bereich der Dämmmaterialien gibt es offenbar eine grundsätzliche Herausforderung, indem nicht für alle Hersteller genügend gutes Material verfügbar ist. Die anderen Probleme können in aller Regel durch relativ einfache konstruktive Massnahmen beseitigt werden.

Leider sind die oben erwähnten auftretenden Qualitätsprobleme (insbesondere Ausgasung und Ansammlung von Feuchtigkeit) oft nur sehr subjektiv zu bewerten und offenbar ist die Toleranz nicht bei allen europäischen Prüflabors einheitlich. Die relativ strenge Linie des SPF führt mitunter dazu, dass die Hersteller eher das Prüflabor wechseln, als dass sie die Produktfehler beheben. Erfreulich ist aber, dass es auch Hersteller gibt die aufgrund negativer Prüfergebnisse ihre Produkte so verbessern, dass sehr gute Kollektoren daraus entstehen. In diesem Sinne ist es nach wie vor ein Gütezeichen, wenn ein Kollektor die Prüfungen am SPF besteht. Vor dem Hintergrund der uneinheitlichen Bewertung, wird von einigen Herstellern auch gewünscht, dass die qualitativ hochstehenden Kollektoren speziell ausgezeichnet werden können (z.B. durch ein SPF Qualitätslabel).

Erfreulich ist, dass die namhaften inländischen Hersteller mittlerweile auch aktiv die Solar Keymark Zertifizierung anstreben. Damit verbunden ist natürlich ein gewisser zusätzlicher Initialaufwand. Die Hersteller profitieren aber insgesamt allein schon durch die Tatsache, dass für die Erlangung der Keymark gewisse Grundprozesse in der Produktion eingeführt und professionalisiert werden müssen. Abgesehen davon ist natürlich die Keymark der Schlüssel für den Europäischen Markt.

Der Einsatz von Kupfer-Aluminium Absorbern sowie das Laserschweissen sind mittlerweile verbreitete Standardtechniken und die noch im letzten Jahr relativ grossen Unsicherheiten haben sich weitgehend erledigt.

Im Vergleich zu früheren Jahren hat das SPF eher wenige „concept collectors“ zur Untersuchung und Beurteilung erhalten. Es macht den Anschein als seien die Hersteller mit der „normalen“ Kollektorproduktion schon sehr ausgelastet (und wirtschaftlich erfolgreich), so dass für neue Konzepte die Kapazitäten fehlen. Nennenswert ist ein Hersteller der mit grossem Elan das Konzept eines Kollektors der vollständig aus Kunststoff besteht verfolgt (Abb. 1). Ebenso wurden Messungen im Rahmen eines Projektes eines Schweizer Herstellers, der sich intensiv mit Edelgas gefüllten Verbundkollektoren beschäftigt, durchgeführt.

Neu sind in diesem Jahr auch Flachkollektoren aus Asien zur Prüfung unterbreitet worden. Die Qualität erreicht bei weitem noch nicht den gewünschten europäischen Stand und die Kollektoren sind zum Teil gänzlich unbrauchbar. Es ist aber absehbar, dass auch akzeptable Produkte auf den Markt kommen werden. Da für Flachkollektoren die Produktionskosten im Vergleich zu den Materialkosten aber vergleichsweise tief sind, ist aber auch langfristig keine Überschwemmung mit asiatischen Produkten zu erwarten.

Es ist eine deutliche Zunahme von Kollektoren die als OEM Produkte unter verschiedenen Namen vertrieben werden festzustellen. Diese OEM Zertifizierungen sind auch im Rahmen der Solar Keymark möglich. Der administrative Aufwand bleibt aber dank geeigneter Verwaltungsinstrumente im Rahmen.

Der Anteil der Vakuumröhrenkollektoren liegt stabil bei rund einem Drittel der geprüften Kollektoren. Diese stammen weitestgehend aus China. Die Qualitätsunterschiede sind aber noch beträchtlich und die Fehlerquote ist relativ hoch (Abb. 2). Trotzdem sind mittlerweile auch Röhrenkollektoren aus Asien nach der Solar Keymark zertifiziert worden. In diesem Zusammenhang stellt sich allerdings deutlich die Frage nach einer verstärkten Überwachung der angebotenen Produkte. Allenfalls müssten Kollektoren eher aus dem Handel für die Prüfungen entnommen werden, und nicht immer nur direkt beim Hersteller in der Fertigung.

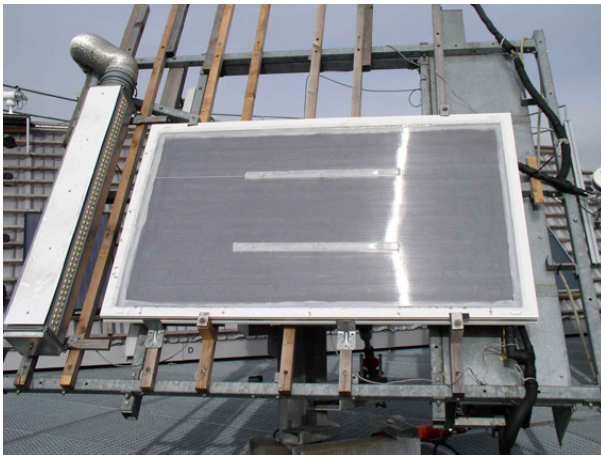


Abbildung-1:
Vollständig aus Kunststoff hergestellter Kollektor auf dem Leistungsprüfstand

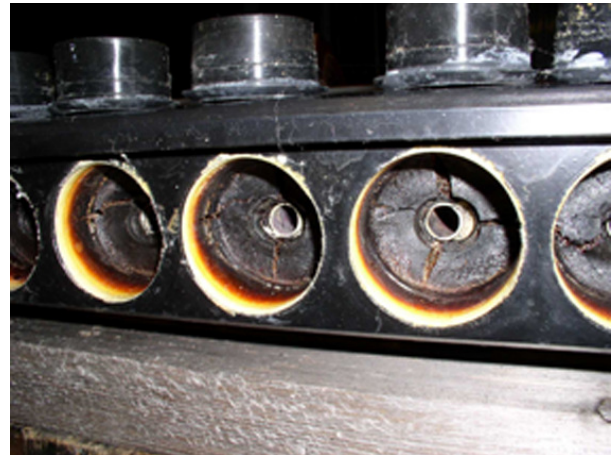


Abbildung-2:
Das Innere eines Sammlers von einem Röhrenkollektor nach der Qualitätsprüfung. Verkohlte PU-Dämmung.

Die im letzten Jahr begonnene theoretische Untersuchung der Winkelfaktoren von Röhrenkollektoren konnte international vorgestellt werden [1]. Es konnten allerdings keine weiteren Untersuchungen durchgeführt werden, da für diese Arbeit keine Finanzierung gefunden wurde. Das ist insofern unerfreulich, als dass zum Beispiel die Frage nach dem Wirkungsgrad bei diffusen Lichtverhältnissen nur ungenügend beantwortet werden kann.

Ein weiteres Projekt betrifft die Prüfung der Hagelbeständigkeit von Röhrenkollektoren. Mit der im Rahmen verschiedener Studentenarbeiten aufgebauten Anlage sind Prüfungen nach der europäischen Kollektornorm mittlerweile möglich. Nach einigen internen Untersuchungen verhärte sich der Verdacht, dass die beschriebene Prüfung nicht wirklich geeignet ist um die Hagelbeständigkeit abschliessend zu bewerten. Insbesondere gibt es grosse Zweifel über die fachgerechte Herstellung von künstlichen Hagelkörnern (Eiskugeln), die dem natürlichen Hagel genügend nahe kommen. Aufnahmen mit einer High-Speed Kamera haben gezeigt, dass mit nach Norm hergestellten Eiskugeln kaum Röhren zerstört werden, es sei denn, die Einschlagsenergie wird weit über der natürlichen Geschwindigkeit angesetzt (Abb. 3). Als nächste Schritte zur Klärung der Hagelbeständigkeit müssen also geeignete künstliche Eiskugeln hergestellt werden. Zusätzlich wird es kaum genügen, die in der Norm vorgeschriebene Korngrösse von 25mm einzusetzen.

A-2: MESSDATENERFASSUNG

Das gesamte Datenerfassungssystem hat sich weitgehend bewährt und die Anlagen können fast ohne Stillstandszeiten betrieben werden. Die grösste Schwachstelle des Systems ist nach wie vor, dass die gesamte Steuerung und Erfassung aus Kapazitätsgründen verteilt auf mehrere Rechner betrieben werden muss. Es sind aber mittlerweile geeignete Rechner verfügbar und die gesamte Anlage wurde entsprechend umgebaut und damit beträchtlich vereinfacht. Diese Umbauarbeiten werden anfangs 2008 abgeschlossen werden. Damit wird es dann auch möglich sein, die wichtigsten Funktionen der Anlage ferngesteuert zu betreiben. Verbunden damit wird auch eine noch effizientere Auswertung der Messungen und Prüfungen möglich sein.

Geplant ist ferner eine vereinfachte Archivierung der Rohdaten, so dass diese auch mit wenig Aufwand für andere Zwecke genutzt werden können (z.B. Studienarbeiten). Damit würde die langfristige Archivierung unabhängig von einem bestimmten Datenbankformat möglich.

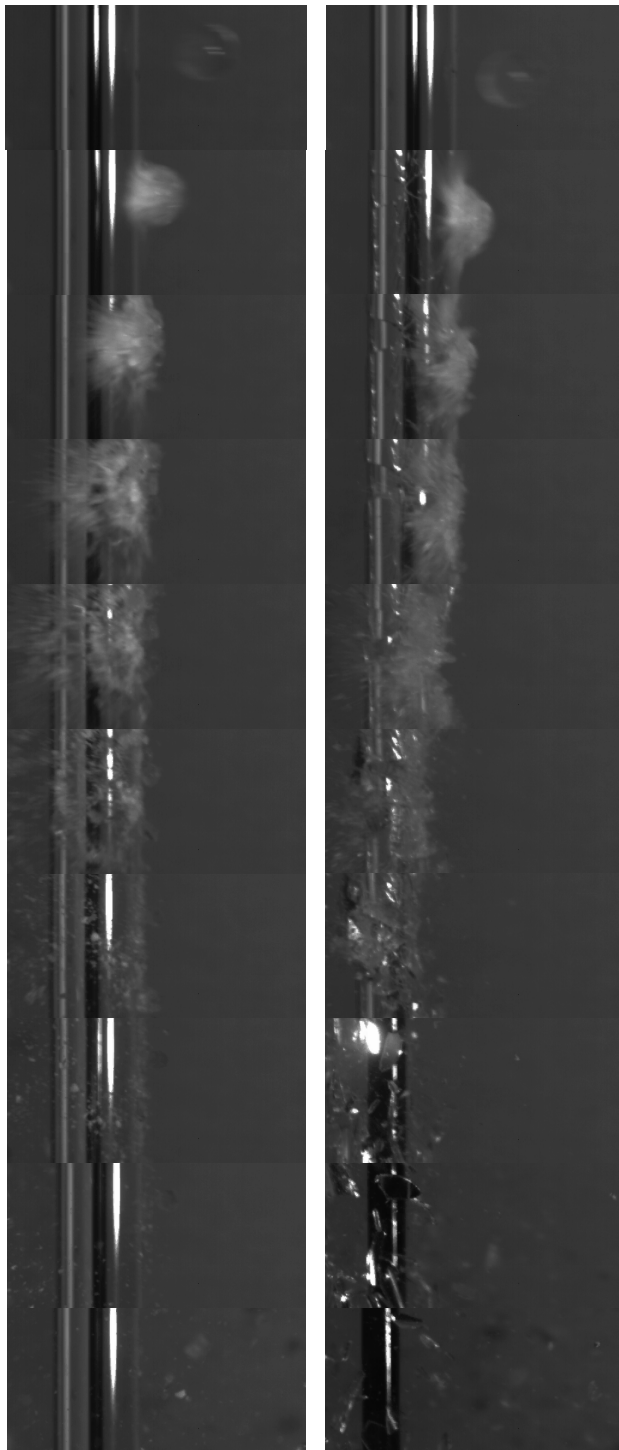


Abbildung-3:

Einschlag von Hagel auf einer Vakuumröhre, aufgenommen mit einer High-Speed Kamera.

Linke Seite:

Einschlag ohne Folgen. Der grösste Teil der Einschlagsenergie geht über in Deformationsenergie des Hagelkornes. Die Röhre absorbiert einen Teil der Energie und schwingt relativ stark nach.

Rechte Seite:

Röhre wird mit stark überhöhter Energie beschossen. Bruch der Röhre. Das Hagelkorn ist aber komplett „aufgelöst“, keine grösseren Teile oder Splitter.

A-3: AKTUALISIERUNG DER DATENSÄTZE

Die in den vergangenen Jahren umgesetzte Vereinheitlichung der Datensätze erlaubt es endlich die nach wie vor sehr gefragte SPF Info-CD flexibel zu konzipieren und im ersten Quartal 2008 neu herauszugeben. Ebenso ist die Publikation in den anderen SPF Medien (Homepage und Polysun 4) mittlerweile mit sehr wenig Aufwand verbunden. In einem nächsten Schritt können dann die entwickelten Werkzeuge in andere Bereiche des Prüfbetriebs migriert werden (z.B. Systemprüfungen).

A-4: SONNENSIMULATOR

Aufgrund der extremen Auslastung der Outdoor Prüfstände mussten die Arbeiten am Indoor-Teststand (Sonnensimulator) etwas zurückgestellt werden. Es zeigt sich aber immer deutlicher, dass der Aufwand, um Indoor Messungen zu machen welche vergleichbar sind mit den Resultaten die im Freien gemessen werden, sehr gross ist. Wie zu erwarten war zeigt sich auch, dass insbesondere die Homogenität der Bestrahlung sowie die Parallelität der Strahlung auf das Kollektorfeld deutlich schlechter sind als im Freien. Diese Probleme werden durch ein in der Entwicklung stehendes, aufwändiges Kalibrierverfahren lösbar sein, aber die Kosten für eine offizielle Indoorprüfung sind mit Sicherheit deutlich höher als bei einer reinen Outdoorprüfung.

Sehr gut einsetzen lässt sich der Indoor Teststand bereits für Machbarkeitsstudien und zur raschen Überprüfung neuer Konzepte. So wurden erste Messungen an einem neuen Absorberkonzept das am SPF entwickelt wurde durchgeführt. Ebenso können mit dem Simulator Auswirkungen von Veränderungen im Kollektordesign rasch ermittelt werden. So konnte zum Beispiel der Übergang von Ultraschallschweißen auf Laserschweißen für einen Hersteller begleitet und optimiert werden. Mit dem Indoor Teststand sind auch rasche Untersuchungen zu Qualitätsproblemen möglich. Als Beispiel konnte bei einem Hersteller die Ursache für Ausgasungsprobleme klar identifiziert und behoben werden. Wichtig ist der Sonnensimulator auch für die Durchführung spezifischer Messungen und Tests mit sehr hohen Anforderungen an Strahlung und Temperatur. So können in Zukunft beispielsweise Hochtemperaturbeständigkeitsprüfungen sowie einzelne Teile der EN-Qualitätsprüfungen im Sonnensimulator durchgeführt werden.

A-5: AKKREDITIERUNG

Die Akkreditierung als SPF Prüflabor wurde aufrechterhalten. Die durch die Änderung der Akkreditierungsnorm ISO 17025 notwendigen Anpassungen an das Managementsystem wurden 2007 weitgehend umgesetzt. Dank des schon vorher prozessorientierten Managementsystems hat sich der Aufwand in diesem Bereich in Grenzen gehalten. Die Verschiebung zu mehr Solar Keymark Aufträgen wird im 2008 allerdings zusätzliche Neuerungen in den Abläufen erfordern.

Die weltweite Tätigkeit verschiedener Hersteller wird in absehbarer Zeit die Erweiterung der Akkreditierung des SPF nach verschiedenen anderen internationalen Normen notwendig machen. Insbesondere sind oft auch Prüfungen nach Australischen, Amerikanischen und Kanadischen Prüfnormen gefragt. Abgesehen von kleinen Anpassungen ist die SPF Infrastruktur für die meisten der notwendigen Prüfungen weitgehend bereits vorhanden. Eine Hauptherausforderung der Durchführung solcher Prüfungen betrifft wohl die gegenseitige Akzeptanz der interkontinentalen Prüfungen seitens der verantwortlichen Zertifizierungsstellen (DINCERTCO, SRCC, SA, etc.).

A-6: NORMIERUNGSARBEITEN

Die Kollektornorm wird im Moment nicht bearbeitet. Wichtiger ist die Umsetzung der Solar Keymark. Der Boom im Bereich der Keymark Zertifizierung hat mittlerweile auch gezeigt, dass verschiedene grundlegende Probleme im Bereich der Zertifizierung nicht geklärt sind. Diese sind im Berichtsjahr 2007 teilweise im Europäischen Solar Keymark II Projekt gelöst worden, es sind aber nach wie vor viele technische und administrative Unklarheiten die dringend geregelt werden müssen, damit die Zertifizierung den nötigen Status behalten kann.

Nationale Zusammenarbeit

Fast mit allen inländischen Herstellern wurden Projekte im Vorfeld der Keymark durchgeführt. Ebenso sind verschiedene Prüfungen durchgeführt worden oder sind in Arbeit.

Im Bereich der Normierung besteht weiterhin die aktive Mitgliedschaft in der TK 144 des SNV.

Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit beschränkt sich im Moment im Wesentlichen auf den Austauschkreis des DINCERTCO. Diese Zusammenarbeit ist ausserordentlich wichtig für die einheitliche Umsetzung der Norm, insbesondere der Solar Keymark. Dies vor allem, weil dieser Austauschkreis bis jetzt die einzige konstante Plattform für die Umsetzung der Keymark in Europa war. Ein ähnlicher Verbund auf Europäischer Ebene ist zwar beschlossen, die Finanzierung ist aber noch unklar. Dies hat zur Folge, dass im deutschsprachigen Gremium weiterhin die Umsetzungsregeln weitgehend bestimmt werden können und es ist anzunehmen, dass diese auch auf Europäischer Ebene übernommen wer-

den. So wurde zum Beispiel eine Regelung für die Austauschbarkeit von Absorberschichten im Rahmen des Solar Keymark gefunden. Ähnliche Regelungen müssen mindestens für die Austauschbarkeit von Dämmstoffen und von Abdeckungen gefunden werden. Für Abdeckungen hat das SPF ein langjährig erprobtes Zertifizierungsverfahren, welches gute Chancen hat auf Europäischer Ebene übernommen zu werden.

Bezüglich der europaweiten Anerkennung von Prüfungen ist man 2007 mit Spanien einen grossen Schritt weitergekommen so dass die Europäischen Prüfungen mittlerweile anerkannt werden. Die Solar Keymark ist aber immer noch nicht in allen Europäischen Ländern Fördergrundlage. Anders in Deutschland, wo ab nächstem Jahr die Solar Keymark Pflicht sein wird. Weiterhin unklar ist inwiefern die in Überarbeitung stehende, zukünftige Prüfnorm EN 12977 die Situation wieder grundlegend verändern wird. Es scheint, dass in einigen Ländern (insbesondere Frankreich) die Absicht besteht, die Förderungen in Zukunft nicht mehr auf den Kollektoren abzustützen, sondern das Gesamtsystem mit einzubeziehen.

Bewertung 2007 und Ausblick 2008

Aufgrund der enormen Nachfrage nach Solar Keymark Prüfungen konnten nicht alle SPF Infrastruktur Projekte wunschgemäss erledigt werden. Insbesondere ist die Integration des Sonnensimulators in den normalen Prüfbetrieb (Validierung) noch ausstehend.

Die Ziele für 2008 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Anpassen des Prüfbetriebes an die hohe Nachfrage für Solar Keymark.
- Weitere Rationalisierung der Standardprüfungen im Bereich der Kollektoren.
- Neuherausgabe der neuen SPF Info-CD, inklusive Publikation der aufbereiteten Datensätze.
- Weitere Angebote bereitstellen zur Unterstützung der Qualitätssicherung der Hersteller.
- Unterstützung der Entwicklungstätigkeiten der Hersteller (mittels Sonnensimulator).
- Vergabe der Solar Keymark an Schweizer Hersteller.
- Offizielle Inbetriebnahme des Sonnensimulators.
- Umfassende Untersuchung zur Hagelbeständigkeit von Vakuumröhrenkollektoren;

Referenzen

- [1] IAM (Winkelfaktoren) Raytracing Simulation von Solarthermischen Kollektoren, Poster Präsentation, Simon Geissbühler, 17. OTTI Symposium Thermische Solarenergie, 09.-11.Mai 2007, Bad Staffelstein.