



SPF FORSCHUNGSAUFGABEN

A: KOMPONENTEN IN SOLARTHERMISCHEN SYSTEMEN

Jahresbericht 2006

Autor und Koautoren	A. Bohren, L. Konersmann, 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-/Vertrag-Nummer	43729 / 151988
BFE-Projektleiter	Jean-Christophe Hadorn
Dauer des Projekts (von – bis)	1.1.2006 – 31.12.2006
Datum	15.12.2006

ZUSAMMENFASSUNG

- Die Auslastung der Prüf- und Messstände kann auf hohem Niveau gehalten werden.
- Es werden mehr Qualitätsprüfungen durchgeführt.
- Mehrere Solar Keymarks werden vergeben.
- Das Qualitätsbewusstsein nimmt zu und es sind einige gute Produkte geprüft worden.
- Das SAS bestätigt unsere Akkreditierung nach ISO17025 als „Prüfstelle für thermische Sonnenkollektoren und deren Komponenten“
- Das SPF nimmt an einem internationalen Ringversuch mit Beteiligung verschiedener Prüfinstitute teil.
- Verschieden Spezialmessungen wurden durchgeführt um das Langzeitverhalten von Aluminium-Kupfer Absorbern zu untersuchen.
- Theoretische Untersuchungen zum Winkelfaktor von Röhrenkollektoren und erste Messungen dazu bestätigen, dass in diesem Bereich die Kollektornorm ungenügend ist.
- Der Indoor Prüfstand (Sonnensimulator) ist weitgehend fertig gestellt. Erste Messungen sind durchgeführt werden. Validierung ist noch ausstehend.
- Neuartige Konzepte (Fassadenkollektoren, neue Materialien, Dachelemente) konnten im Auftrag untersucht werden.

Projektziele

SPF's Projektziele betreffend Komponenten 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;
- Durchführung von verschiedenen Messungen und Prüfungen im Rahmen der Entwicklungstätigkeiten der Hersteller;
- Unabhängige Beurteilung von neuen Konzepten;
- Beratung und Unterstützung der Kollektorhersteller in technischen Fragen;
- Bearbeitung der Anfragen von Privatpersonen, Forschungsinstituten, Behörden und Drittfirmen;
- Umsetzung der revidierten aktuellen Europäischen Prüfnormen;
- Durchführung von Werksinspektionen und Kollektorprüfungen zur Erlangung der Solar Keymark;
- Unterhalt der bestehenden Anlagen als Grundlage für Forschung und Prüfung; und
- Teilnahme an Ringversuchen zur Qualitätssicherung.

A-2: Messdatenerfassung

- Datenerfassung und Datenaufbereitung intern weiter harmonisieren;
- Aufbau der Datenbanksysteme für die Vereinfachung des elektronischen Reportings; und
- Verbesserung der Datensicherheit.

A-3: Aktualisierung der Datensätze

- Aktualisierung und Publikation der Daten auf Basis obiger Datenbanksysteme; und
- Publikation der Daten auf unserer Homepage.

A-4: Sonnensimulator

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

A-5: Akkreditierung

- Aufrechterhaltung der Akkreditierung durch SAS/metas und DIN CERTCO.

A-6: Normierungsarbeiten

- Umsetzung und Implementierung der Solar Keymark;
- Teilnahme an Ringversuchen; und
- Untersuchungen zum Winkelverhalten von Kollektoren mit räumlich strukturierten optischen Elementen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

A-1: Routinebetrieb, Unterhalt, Prüfungen und Beratungen

Die Auslastung der Prüfstände war weiterhin auf konstant hohem Niveau. Insgesamt sind wiederum knapp 80 Kollektorprüfungen durchgeführt worden. Aufgrund des langen Winters konnten Anfang Jahr eher weniger Messungen gemacht werden. Die wurde aber durch den überdurchschnittlich sonnigen Herbst mehr als kompensiert.

Deutlich zugenommen haben die Prüfungen im Rahmen der Solar Keymark. Damit ist auch die Nachfrage nach Qualitätsprüfungen gestiegen und es gibt doch deutliche Anzeichen dafür, dass die Qualität der Kollektoren wieder besser wird. In diesem Zusammenhang ist die Durchführung der Werksinspektionen für die Erlangung der Solar Keymark ein wichtiger Faktor. Damit wird ein besserer und persönlicherer Kontakt zum Hersteller ermöglicht der sich insgesamt positiv auf die Qualität auswirkt.

Trotz dieser positiven Tendenz, sind immer wieder grössere Probleme aufgetaucht: Zu den häufigsten Qualitätsproblemen gehören nach wie vor die starke Ausgasung der Wärmedämmmaterialien bei hohen Temperaturen (siehe Abbildung-1) und die Ansammlung von Feuchtigkeit im Kollektorgehäuse. Beide Probleme sind lösbar und bei mehreren Herstellern sind die Auswirkungen unserer qualitätsorientierten Prüftätigkeit auf deren Produkte deutlich zu spüren. Erfreulich ist insbesondere, dass mehrere Hersteller aufgrund unserer Resultate und Hinweise ihre Produkte technisch überarbeiteten und danach deutlich verbesserte Kollektoren zur Prüfung anmeldeten. Nach einer mehr als dreijährigen Pause sind in diesem Jahr auch zum ersten mal wieder Kollektoren geprüft worden, für die wir das SPF Qualitätslabel vergeben können. Das ist erfreulich.

Etwas weniger erfreulich ist, dass weiterhin nur sehr wenige inländische Hersteller aktiv in der Kollektorfertigung tätig sind. So sind in diesem Jahr die meisten Prüfungen im Auftrag ausländischer Firmen durchgeführt worden; viele davon mit der expliziten Absicht ihre Produkte auch in der Schweiz zu vermarkten. Gegenüber früheren Jahren sind vor allem Osteuropäische Hersteller deutlich stärker vertreten (Polen, Tschechien, Russland). Verschiedene Anfragen und Kollektoren aus dem Bereich „Experimentelle Projekte“ kommen aus England. Dabei sind durchaus auch interessante Produkte geprüft worden. Eine deutliche Zunahme der Anfragen ist auch aus Italien und Frankreich spürbar, wo die Solar Keymark mittlerweile Fördergrundlage ist.

Grosse Auswirkungen auf die Kollektortherstellung hat der stark steigende Kupferpreis. Dieser wird für immer mehr Hersteller zur Herausforderung und verschiedene Ansätze zur Reduktion des Kupferanteiles wurden unterbreitet. Mehrere Hersteller versuchen lasergeschweisste, gemischte Aluminium (Absorberblech) - Kupfer (Verrohrung) Absorber einzusetzen. Aufgrund verschiedener früherer Untersuchungen und Berichte bestehen allerdings immer noch beachtliche Unsicherheiten bezüglich der Haltbarkeit dieser Absorber. Die in diesem Jahr auf einem speziellen Prüfstand durchgeführten Versuche und Prüfungen mit extremen thermischen Lastzyklen zeigen, dass es durchaus möglich ist haltbare Verbindungen herzustellen. Grössere Probleme jedoch verursacht offensichtlich die Lagerung der Absorber im Kollektorgehäuse, da sich die Absorber durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen der beiden Metalle deutlich stärker verformt als bei reinen Kupferabsorbern.

Interessanterweise konnte auch der radikalste Ansatz zur Kupferreduktion, nämlich der eines Vollaluminiumabsorbers untersucht werden (siehe Abbildung-2). Wenn die Unsicherheiten beziehungsweise Probleme im Bereich der chemischen Korrosion gelöst werden können, eröffnen sich damit in der Kollektortechnik und der Kollektorfertigung definitiv neue Möglichkeiten.

Im Bereich der solarthermischen Elemente der Gebäudehülle sind Messungen an verschiedenen Fassadenmodulen und auch an einem Dachelement (siehe Abbildung-3) durchgeführt worden. Es zeigt sich, dass durchaus interessante Leistungskennzahlen möglich sind. Die Schwierigkeiten, mit solchen Elementen vernünftig nutzbare Wärme zu gewinnen, werden aber oft unterschätzt und eine verlässliche Messung des Wirkungsgrades (mit Einbezug der Windverluste) ist zwingend für die Entwicklung.

Eher ruhiger ist es geworden beim Einsatz der Antireflexbeschichteten Abdeckungen. Das Kosten-Nutzen Verhältnis ist offensichtlich für die meisten Anwendungen ungünstig.

Allgemein kann eine Zunahme von Prüfungen und Tests zur Klärung spezifischer technischer Probleme (Ausgasungsprobleme, Kondensation, etc.) festgestellt werden. Die vorhandene Infrastruktur am SPF ermöglicht es die Hersteller in Ihren Bemühungen zur Qualitätssteigerung und Sicherung zu unterstützen.



Abbildung-1:
Starke Ausgasungen verursacht
durch Wärmedämmmaterialien.



Abbildung-2:
Vollaluminiumabsorber aus be-
schichteten Strangpressprofilen.

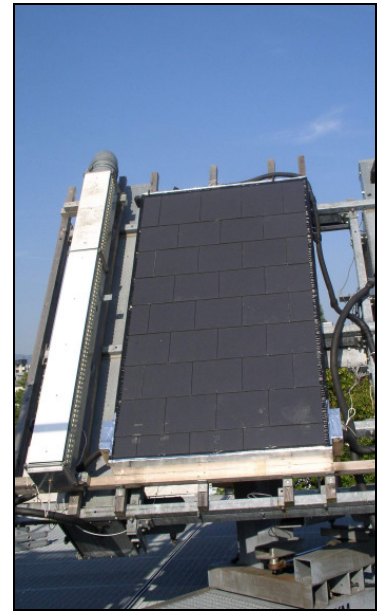


Abbildung-3:
Dachelement mit integriertem
Absorberregister.

Der Anteil der Vakuumröhrenkollektoren liegt stabil bei rund einem Drittel der geprüften Kollektoren. Diese stammen weitgehend aus China. Die meisten dieser Hersteller versuchen die Solar Keymark als Marktöffner für Europa zu erlangen. Dabei zeigt sich, dass das Qualitätsbewusstsein zwar zunimmt, im Allgemeinen aber doch noch nicht auf dem Europäischen Niveau ist; dies in Übereinstimmung mit den Kollektorkosten.

Der nachhaltig hohe Anteil an Röhrenkollektoren verpflichtet zur genaueren Untersuchung der Winkelfaktoren. Dieses Thema ist in der Prüfnorm nur ungenügend berücksichtigt, trotz des grossen Einflusses auf den Wirkungsgrad. Eine Diplomarbeit [1] zur Simulation der Winkelfaktoren zeigt deutlich, dass die in der aktuellen Norm verwendeten Verfahren bei Röhrenkollektoren beziehungsweise allgemein bei Kollektoren mit räumlich strukturierten optischen Elementen in aller Regel nur eine grobe Abschätzung des tatsächlichen Winkelverhaltens ergeben (siehe Abbildung-4 und Abbildung-5). Die üblichen Methoden der Winkelfaktorbeschreibung sind somit schon bei Flachkollektoren mit strukturierten Gläsern eigentlich ungenügend. Damit ist direkt auch das – vom SPF nicht eingesetzte – quasidynamische Verfahren zur Bestimmung der Kollektorparameter in Frage gestellt. Weitere Untersuchungen und wissenschaftliche Publikationen zu diesem Thema sind geplant.

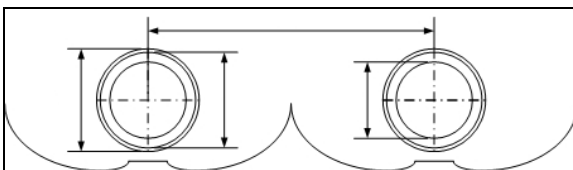
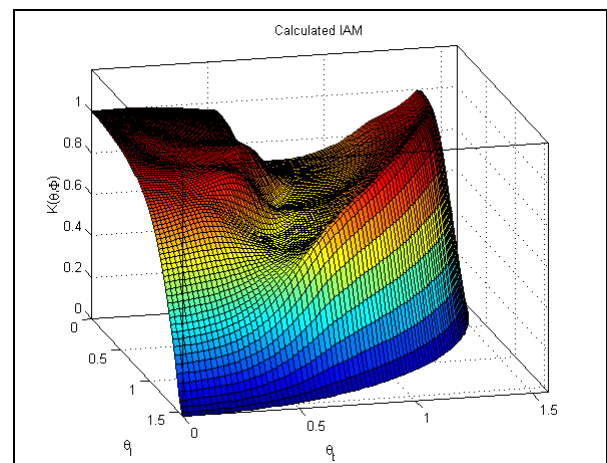


Abbildung-4:
Querschnitt durch einen CPC-Kollektor.

Abbildung-5:
Simulierter Winkelfaktor für den in Abbildung-4 darge-
stellten CPC-Kollektor. Stark strukturierter Winkelfak-
tor für Winkel im Bereich zwischen den longitudinalen
beziehungsweise transversalen Winkelfaktoren.



A-2: Messdatenerfassung

Die konstante Erneuerung und Pflege der Datenerfassung auf Soft- und Hardwareebene zahlt sich aus: Es gibt praktisch keine Standzeiten der Gesamtanlage und spezielle Messungen können relativ einfach und schnell initialisiert werden. Damit kann flexibel auf die spezifischen Kundenbedürfnisse eingegangen werden.

Insbesondere kommt die Anbindung der Datenerfassung an die Datenauswertung beziehungsweise direkt zum Reporting immer mehr zum tragen. Damit können Messungen effizienter und schneller analysiert werden. Die eingesetzten Technologien können darüber hinaus relativ direkt auf neue Prüfstände (Sonnensimulator, Systemprüfungen, etc.) übertragen werden.

A-3: Aktualisierung der Datensätze

Im Laufe des Jahres wurde das alte Datenbanksystem komplett ersetzt. Die Daten können einfacher publiziert werden. Die Nachfrage nach unseren Daten ist nach wie vor sehr hoch, was durch zahlreiche Reaktionen von Endverbrauchern bestätigt ist. Es zeigt sich jedoch, dass weiterhin relativ viele Nutzer (auch Hersteller) unserer Daten mit der Interpretation der Resultate teilweise überfordert sind. Die nötigen Anleitungen und Hilfen sind aber in Vorbereitung.

A-4: Sonnensimulator

Der Indoor-Teststand (Sonnensimulator) ist weitgehend fertig gestellt (siehe Abbildung-6). Mit diesem Werkzeug können wetterunabhängig Messungen durchgeführt werden. Dies wird vor allem im Bereich der Entwicklung und der Bearbeitung spezieller technischer Probleme der Hersteller von grossem Wert sein. Um die Homogenität der Einstrahlung zu kontrollierten wurde ein Flachbettscanner entwickelt mit dem das ganze Feld innerhalb weniger Sekunden präzise ausgemessen werden kann.

Im Bereich der Normmessungen wird der Prüfstand eingesetzt werden können. Der Prüfstand muss aber noch validiert und verifiziert werden. Der Einsatz wird vorderhand in reduziertem Masse erfolgen, da in Übereinkunft mit anderen Prüflabors die Bestimmung des Winkelfaktors eigentlich nicht durchgeführt werden soll.

A-5: Akkreditierung

Die Akkreditierung als SPF Prüflabors wurde erneuert und erweitert. Neu ist das Labor auch für Systemtests nach EN 12976 akkreditiert. Ebenso ist das SPF neu als Prüflabor vom Typ B akkreditiert – also mit erweiterter Kompetenz die Prüfverfahren bei Bedarf anzupassen. Nach wie bietet jedoch die internationale Anerkennung der Vielfalt von Prüfungen Probleme. Durch die Etablierung der Solar Keymark scheint sich dieses Problem aber in absehbarer Zeit selbst zu lösen und es wurden keine speziellen Anstrengungen mehr unternommen.

Im Bereich des Managementsystems des SPF Prüflabors sind schon verschiedene Anpassungen an die neu herausgegebene ISO 17025:2005 gemacht worden. Diese ist für das SPF Prüflabor ab Mai 2007 verbindlich. Da das SPF immer ein prozessorientiertes Managementsystem im Sinne der ISO 9001:2000 gepflegt hat, sind keine grundlegenden Änderungen am System notwendig.

Im Rahmen eines Ringversuchs mit Teilnahme der wichtigsten Prüflabors konnte die Zuverlässigkeit der Strahlungsmessung analysiert und bestätigt werden.

A-6: Normierungsarbeiten

Die Kollektornorm EN 12975 wurde neu herausgegeben und ist ab September 2006 in der Version EN 12975:2006 gültig. Leider ist die Norm in verschiedenen Punkten im Bereich der Qualitätsanforderungen eher abgeschwächt worden. Die nach aussen wichtigste Änderung betrifft aber die Darstellung des Kollektorwirkungsgrades. Damit soll der Druck auf die Hersteller einen möglichst hohen η_0 Wert zu erzielen reduziert werden. Dieser Wert (η_0 soll möglichst $>80\%$ sein) wird stark überbewertet und macht eigentlich keine nützliche Aussage über die tatsächliche Leistungsfähigkeit eines Kollektors. Die Leistung eines Kollektors wird darum neu als „PeakPower“ Kurve dargestellt. Damit erfolgt eine Aussage über den effektiven Ertrag pro Kollektormodul bei verschiedenen Betriebstemperaturen.

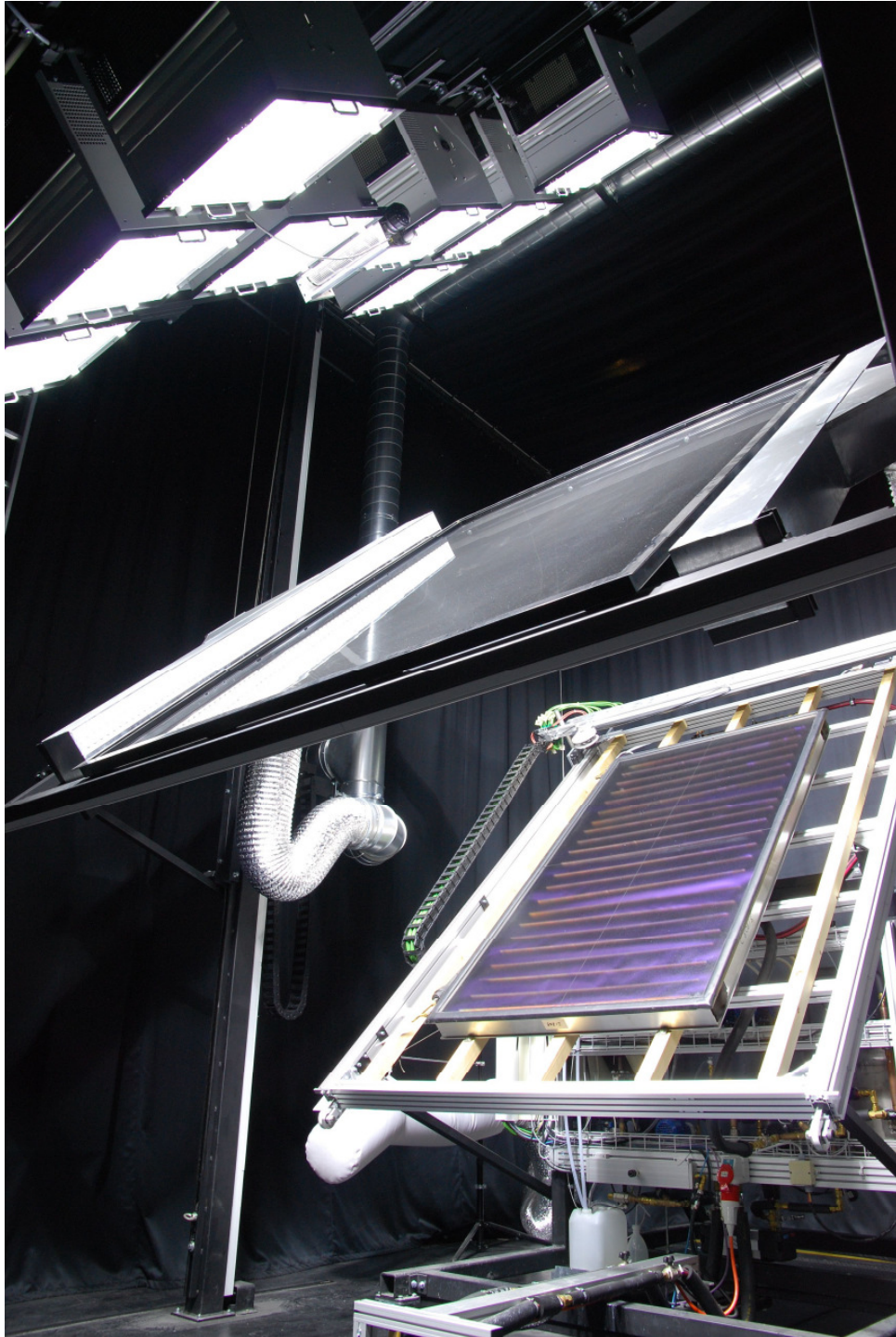


Abbildung-6: SPF's Indoor-Teststand (Sonnensimulator). Zwischen Lichtquelle und Kollektor ist eine gekühlte Glasscheibe als „kalter Himmel“ installiert damit die starke Wärmestrahlung der Scheinwerfer die Messresultate nicht verfälscht.

Nationale Zusammenarbeit

Verschiedene Aufträge für die Abklärung spezifischer technischer Probleme (Belüftung, Langzeitstation, etc.) wurden im Auftrag der verbleibenden nationalen Hersteller durchgeführt. Weitere Test im Bereich der Kollektorentwicklung nationaler Hersteller die durch den Neubau des Sonnensimulators möglich werden, sind in Vorbereitung.

Im Bereich der Normierung besteht weiterhin die Mitgliedschaft in der TK 144 des SNV. Dank der Neuausgabe der Norm am Anfang dieses Jahres, sind momentan verhältnismässig wenig weitere Aktivitäten nötig.

Internationale Zusammenarbeit

Im Bereich der Kollektorprüfungen besteht ein reger Austausch mit internationalen Prüfstellen, insbesondere im deutschsprachigen Raum. Diese Zusammenarbeit die durch DINCERTCO koordiniert wird, ist ausserordentlich wichtig für die einheitliche Umsetzung der Norm, insbesondere der Solar Keymark. Der Spielraum bei der Interpretation der Normen und der Keymark Regeln ist immer noch beträchtlich. Eine verstärkte Koordination auch mit anderen aktiven Zertifizierungsstellen (insbesondere CERTIF in Portugal und ELOT in Griechenland), wäre wünschenswert damit die Umsetzung europaweit einheitlich gesichert würde.

Bezüglich der europaweiten Anerkennung von Prüfungen hat die Solar Keymark offensichtlich schon einiges bewegt. Die Keymark wird in mehreren Ländern als Zulassungsgrundlage anerkannt und es sieht stark danach aus, dass sich dieses Zeichen durchsetzen kann. In den beiden interessanten Märkten Deutschland und Spanien ist dies zwar immer noch nur bedingt der Fall, der Druck nimmt aber zu. Unklar ist inwiefern die zukünftige Prüfnorm EN 12977 die Situation wieder grundlegend verändern könnte. 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 2006 und Ausblick 2007

Die gesetzten Ziele für das Jahr 2006 konnten weitgehend erreicht werden. Aufgrund der Vielfalt von Grossprojekten im Infrastrukturerneuerungsbereich (Sonnensimulator und beide Systemprüfstände), und durch personelle Wechsel sowie den ausserordentlich langen Herbst konnten einige Projekte noch nicht gemäss Plan abgeschlossen werden. Insbesondere ist die Integration des Sonnensimulators in den normalen Prüfbetrieb (Validierung) noch ausstehend. Aus denselben Gründen konnte auch der Hagelschlagteststand nicht wie geplant fertig gestellt werden. Aufgrund des aktuellen Standes dieser Projekte kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Anlage in Q1 2007 in Betrieb gehen kann.

Die Ziele für 2007 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Weitere Rationalisierung der Standardprüfungen im Bereich der Kollektoren;
- Angebote bereitstellen zur Unterstützung der Qualitätssicherung der Hersteller;
- Weitere Angebote bereitstellen zur Unterstützung der Entwicklungstätigkeiten der Hersteller;
- Vergabe der Solar Keymark an Schweizer Hersteller;
- Offizielle Inbetriebnahme des Sonnensimulators;
- Inbetriebnahme und Grossuntersuchung zur Hagelbeständigkeit von Vakuumröhrenkollektoren;
- Integration des neuen F'-Messstands in den Sonnensimulator;
- Neuherausgabe der SPF InfoCD, inklusive Publikation der aufbereiteten Datensätze;
- Publikation der Resultate der Untersuchungen über Beschreibung der Winkelfaktoren; und
- Revision des Managementsystem nach EN 17025:2005, inklusive dessen Implementierung.

Referenzen

- [1] S. Geissshüsler: *Ray-tracing Simulations of Incident Angle Modifiers (IAM) of Solar Thermal Collectors*, MSc-Thesis in Mechanical Engineering, SERC Solar Energy Research Center, Högskolan Dalarna, Schweden.