

# JAHRESBERICHT 1999

## z. Hd. des Bundesamts für Energie

Über die Arbeiten gemäss Auftrag: DIS Projekt Nr.: 20732

**Anmerkung:** die Aufteilung des Auftrags erfolgt in 4 Themen:

A: Komponenten in solarthermischen Systemen

B: thermische Solarsysteme

C: Materialien in thermischen Systemen

D: Informatik und Software

Je Thema A - D wird ein separater Jahresbericht erstellt.

Die Projektnummerierung korrespondiert, soweit vom BFE finanziert, mit den Budgetposten des Projektantrags.

Titel des Projekts:

## Komponenten in solarthermischen Systemen (Teil A)

### Zusammenfassung:

Im Jahr 1999 lag der Schwerpunkt der Kollektorprüfungen bei den Qualitätsprüfung. Die Arbeit der Vorjahre in diesem Bereich zahlte sich aus: Ein Jahr vor der geplanten Verabschiedung der EN-Normen für die Qualitätsprüfung ist das SPF in Europa das einzige Institut, welches diese Prüfungen als Dienstleistung anbietet und auch routinemässig durchführt.

Die Leistungsmessungen waren geprägt von grosser Nervosität der Kollektorhersteller, die mehrfach Kollektoren, die nicht die gewünschten Ergebnisse brachten, vor Abschluss der Messungen zurückzogen um verbesserte Typen anzuliefern. In diesem Zusammenhang ist ein wachsendes Bewusstsein der Hersteller, in bezug auf die Qualität der zugekauften Elemente, dringend nötig.

Dem notwendigen Unterhalt und der Weiterentwicklung der Prüfeinrichtungen und der Prüfverfahren wurde Rechnung getragen. Zum einen soll das gesamte Labordach mittels einem Leitsystem besser kontrollierbar werden und zum anderen soll ein dynamisches Verfahren für die Kollektorleistungsprüfung eine bessere und schneller Charakterisierung der Prüflinge ermöglichen.

Der Knowhowtransfer in die Praxis ist gewährleistet, durch die SPF-Info CD-ROM, die in einer Auflage von 6000 Exemplaren, gezielt an die interessierten Fachkreise versandt wurde. Die Kollektordatenbank, der wichtigste Teil der CD-ROM, wurde aktualisiert (neue Produkte, Preise).

Dauer des Projekts: 1.1.1997 bis 31.12.2001

Beitragsempfänger: Institut für Solartechnik Prüfung Forschung SPF  
Berichtersteller: Ueli Frei, Christian Müller-Schöll, Peter Vogelsanger, Beat Menzi  
Adresse: SPF-HSR, Oberseestrasse 10, Postfach 1475, 8640 Rapperswil  
Telephon: 055 222 48 21 / 055 210 61 31  
e-mail: [ueli.frei@solarenergy.ch](mailto:ueli.frei@solarenergy.ch), [cms@solarenergy.ch](mailto:cms@solarenergy.ch), [peter.vogelsanger@solarenergy.ch](mailto:peter.vogelsanger@solarenergy.ch),  
[beat.menzi@solarenergy.ch](mailto:beat.menzi@solarenergy.ch)  
Internet [Http://www.solarenergy.ch](http://www.solarenergy.ch)

# **1. Projektziele 1999**

## **A1-1: Kollektoren Routinebetrieb Leistungsmessung, Unterhalt der Anlagen**

- Durchführung von Messungen im Auftragsverhältnis
- Rationalisieren des Testbetriebs

## **A1-1\*: Kollektor-Qualitätsprüfung**

- Aufrechterhalten und Rationalisieren des laufenden Testbetriebs
- Abschluss der Prüfungen von mehrfach nachgebesserten Kollektoren

## **A1-2: Einsatz eines Leitsystems auf dem Labordach**

Zur Steigerung der Qualität und der Sicherheit des Betriebes sollen verschiedene Steuer- und Überwachungsaufgaben von einem zentralen Leitsystem übernommen werden.

## **A1-3: Gegenüberstellung herkömmlichem zu „quasidynamischem“ Verfahren**

Die neue in den EN-Entwürfen enthaltene, quasidynamische Methode zur Leistungsmessung von Kollektoren soll der bisherigen Steady-State Methode gegenübergestellt werden. Der Frage, ob vergleichbare, bzw. detailliertere Ergebnisse in kürzerer Zeit erfasst werden können, wird nachgegangen.

## **A1-4: Neuartige Kollektoren**

Durch den Einsatz neuer, leistungsfähiger Materialien in innovativen Konzepten, sollen die Leistungsfähigkeit optimiert und der Einsatz an Materialien minimiert werden. Ein Ziel liegt dabei in der Reduktion der frontseitigen thermischen Verluste, durch die optimierte Gestaltung von konvektionsreduzierenden Massnahmen.

## **A1-5: Akkreditierung EN 45001**

Die Akkreditierung der Abteilung Kollektoren des SPF für Kollektorprüfungen soll im Jahr 1999 abgeschlossen werden.

## **A1-6: Normierungsarbeit ISO/CEN**

Die Normierungsarbeit in CEN wird weiter unterstützt. Ziel ist es, Prüfverfahren zu definieren, die einer akkreditierten Prüfstelle als Prüfvorschriften dienen können und die zu internationaler gegenseitiger Anerkennung der Prüfergebnisse führen.

## **A1-7: CD-ROM „SPF-Daten und Fakten“, Erweiterung 1999, Planung 2000**

Die von der Abteilung Kollektoren zu liefernden Daten für die CDROM 1999 werden zusammengetragen und überprüft. Die Publikation der Daten für das Jahr 2000 wird vorbereitet und Änderungen in der Art der Darstellung und neue CDROM-Inhalte werden geplant.

## **2. 1999 Geleistete Arbeiten**

### **A1-1: Kollektoren Routinebetrieb, Unterhalt der Anlagen**

#### ***Routinebetrieb:***

Die Zahl der abgeschlossenen Wirkungsgradmessungen lag im Jahr 1999 mit 45 Messaufträgen geringfügig unter der des Vorjahres. Dies hat zwei Gründe:

Zum einen wurden drei Messungen vor ihrem Abschluss abgebrochen. Die Auftraggeber erwirkten den Abbruch, weil die ihnen vor dem Abschluss der Messungen bekanntgegebenen Zwischenresultate nicht ausreichten.

Bei einem Auftrag ging dies sogar so weit, dass ein Kollektor hintereinander in vier verschiedenen Versionen zum Test vorgestellt wurde. Die nicht zufriedenstellende Leistung war teilweise in ungenügendem Design, teilweise aber auch in mangelhaften zugekauften Materialien (insbesondere Absorberfertigung und Absorberbeschichtung) zu suchen.

Zum anderen wurden die im Entwurfsstadium vorliegenden EN-Normen für Kollektorprüfungen vollständig umgesetzt und die dort gegebenen Randbedingungen eingehalten. Dies bedeutete für manche Kollektoren eine etwas verlängerte Messdauer.

Viel Zeit investiert wurde auch in detailliertere Studien des Winkelfaktors. Die gewonnen Erkenntnisse über den Einfluss von Glasstrukturen flossen in die Laborarbeiten ein (siehe Jahresbericht C), welche die Erkenntnisse bestätigten.

#### ***Unterhalt:***

Inzwischen sind alle Kollektorteststände mit den im Jahr 1998 eingeführten neuen Pumpen und Motoren ausgerüstet. Sie bewähren sich gut. Die im Jahr 1997 getroffene Entscheidung zum Einbau zweier Filter je Leistungsprüfstand erweist sich auch im Hinblick auf die präzisen, aber empfindlichen Pumpen als richtig. Zu den kleineren, deshalb aber nicht weniger aufwendigen Unterhaltsarbeiten gehören die regelmässige Überprüfung von Filtern, Elektroheizstäben, Heizungen, Pumpen und Ventilen und ggf. deren Reparatur oder Austausch.

Zum Kalibrieren von Durchflussmessern dient eine bisher bewährte Anlage. Sie weist allerdings Nachteile auf: Sie ist nicht transportabel, das Messgefäss kann nicht für eine externe Kalibrierung ausgebaut und verschickt werden und ein Wechsel der Flüssigkeit (z.B. Glykollösung, Wasser etc.) ist mit hohem Aufwand verbunden. Deshalb wird im Rahmen einer Diplomarbeit ein neues, wesentlich kleineres Gerät entwickelt, das keinen der oben genannten Nachteile aufweist. Falls sich das Gerät bewährt, könnten Prüfinstitute weltweit als Abnehmer für eine Kleinserie in Frage kommen.

Ebenso wichtig ist die regelmässige Überprüfung aller Sensoren für Temperatur, Durchfluss, Strahlung und Feuchte. Zur Unterstützung dieser Arbeit und um den Anforderungen der Akkreditierung zu genügen, wurde eine Messmitteldatenbank erstellt. Sie liefert den Überblick über den Einsatzort aller in Betrieb befindlicher Messmittel und beantwortet die Frage nach einer fälligen Überprüfung oder Kalibrierung der Sensoren.

### **A1-1\*: Kollektor-Qualitätsprüfung**

#### ***Allgemein:***

Nach einer Flut von Anmeldungen für die Qualitätsprüfung im Jahr 1998 und im Frühjahr des Jahres 1999, war das Jahr 1999 geprägt vom Aufarbeiten der Aufträge. Bedingt durch die lange Prüfdauer (3 bis 5 Monate, je nach Wetter, aber bei optimalen technischen und Manpower-Ressourcen) waren schwierige Entscheidungen zu treffen, in welcher Reihenfolge und mit welcher Dringlichkeit die einzelnen Aufträge abzuarbeiten waren.

Einige Kollektoren befinden sich nach Nachbesserungen in einer Wiederholungsschleife. Teilweise muss an Kollektoren sogar mehrfach nachgebessert werden, bis die Anforderungen der Qualitätsprüfung erfüllt werden. Dies ist ein für beide beteiligten Parteien mühsamer Prozess, der bei den langen Prüfdauern den Abschluss der Qualitätsprüfung zunächst weit hinausschiebt. Im Nachhinein wird jedoch vielfach anerkannt, dass die gemeinsam erarbeiteten Lösungen zur Erhöhung der Qualität des Produktes wesentlich beigetragen haben.

#### ***Unterhalt:***

Die Anlagen erfordern eine ständige Überwachung. Die relevanten Sensoren sind in der Messmitteldatenbank erfasst und unterliegen somit einer ständigen Überwachung.

### **A1-2: Einsatz eines Leitsystems auf dem Labordach**

Infolge grosser Belastung aller Beteiligten, liegen die Arbeiten hinter dem ursprünglichen Zeitplan zurück. So wurden die Vorarbeiten wie Grobkonzept und Auswahl der Hardware zwar durchgeführt, aber die eigentliche Umsetzung und die Realisierung verschoben. Gemäss aktuellem Stand der Arbeiten erfolgt die Realisierung in den Monaten Februar/März 2000. Damit wird das neue Leitsystem im nächsten Sommer einsatzfähig sein.

Wichtig ist dabei, dass die neuen Erkenntnisse im Bereich dynamische Kollektorprüfverfahren in die Konzeption der Regelsoftware einfließen.

### **A1-3: Gegenüberstellung herkömmlichem zu „quasidynamischem“ Verfahren**

Im Jahr 1999 wurde an einem Kollektor eine Vergleichsmessung zwischen dem seit Jahrzehnten bekannten „Steady State“-Verfahren und dem neu entworfenen „quasidynamischen“ Verfahren durchgeführt. Die Ergebnisse sind interessant, zeigen aber noch gewisse Schwächen des Verfahrens.

### **A1-4: Neuartige Kollektoren**

Der für neuartige Kollektoren reservierte Manpower wurde in zwei Bereiche übertragen:

- *Analyse von ungenügenden Kollektorresultaten*

Kollektorhersteller haben von durchgeführten Kollektortests viel Erfahrung bezüglich der Leistungsfähigkeit ihrer Produkte. Zudem haben sie klare Vorstellungen, was eine bestimmte Modifikation ihres Kollektors an Mehrleistung bringen muss. Trifft dies nicht zu, wird der Fehler in erste Linie beim Institut gesucht, welches die Messung durchgeführt hat, und nicht bei ihrem geprüften Kollektor. Dies ging in mehreren Fällen soweit, dass wir beweisen mussten, wo die Mängel des geprüften Kollektors lagen. Ein Beispiel dafür ist nachfolgend (Kp. 3 /A1-1) beschrieben.

- *Einsatz neuer Materialien in bestehenden Kollektorprodukten*

Der Einsatz verbesserter Materialien in Kollektoren verspricht - entsprechend der gemessenen Materialeigenschaften und Simulationsrechnungen - eine Leistungssteigerung in einem bestimmten Masse. Nur der anschließende Praxisversuch auf dem Prüfstand kann diese Voraussagen bestätigen. So wurde zusammen mit einem massgebenden Schweizer Kollektorhersteller beschlossen, das Verbesserungspotential einer Top-Absorberschicht in Kombination mit einer Antireflex-behandelten Glasabdeckung zu untersuchen.

### **A1-5: Akkreditierung EN 45001**

Die Akkreditierung der Abteilung Kollektoren des SPF verfolgt das Ziel, auch formell die internationale Anerkennung der Leistungen des Institutes bestätigen zu lassen.

Die nötigen Schritte für ein zügiges Verfahren waren von Seiten des SPF gegeben: Bereits bei der ersten Kontaktaufnahme mit der Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) konnten wir eine der ISO 9001 entsprechende Dokumentation vorweisen.

Leider ist die SAS offenbar nicht in der Lage, die anstehenden Aufträge in der gebotenen Zeit zu erledigen. Hinzu kommt, dass Absprachen von der SAS nicht eingehalten werden: So erhielten wir eine Woche vor dem geplanten Audit am 23.11.1999 eine Absage der SAS und weitere Terminvorschläge erst für Februar 2000. Im Rahmen der Arbeiten für die Akkreditierung führte die Abteilung Kollektoren erstmalig ein „Internes Audit“ mit Erfolg durch.

### **A1-6 Normierungsarbeit ISO/CEN**

Das SPF entsandte einen Vertreter als Delegierten im Auftrag der SNV (Schweizerische Normenvereinigung) zur Sitzung des Technical Committee 312 (TC312) der CEN. Die in den Vorjahren in den WG's eingebrachten Arbeiten gelangten hier zu einer ersten formellen Zustimmung auf dem Weg zu europäischen Standards (EN-Normen). Dennoch ist die Normierungsarbeit belastet von grossem Formalismus und teilweise mangelhafter (technischer und/oder juristischer) Kompetenz einiger Mitarbeiter. So bestehen Zweifel auf Seiten der Schweizer Delegierten, sowohl über die technischen Inhalte als auch über die konzeptionelle Tauglichkeit eines Teils der Normen.

### **A 1-7 CD-ROM „SPF info“**

Die SPF-CD-ROM ist inzwischen ein in der Solarbranche bekanntes und anerkanntes Hilfsmittel. Im Jahr 1999 wurden wesentliche Teile der CD-ROM dreisprachig (d, e, f) erstellt, bzw. auf Dreisprachigkeit ausgebaut..

### 3. 1998 Erreichte Ergebnisse

#### A1-1: Kollektoren Routinebetrieb Leistungsmessung, Unterhalt der Anlagen

Es wurden Leistungsmessungen an 45 Kollektortypen abgeschlossen.

Ein Kollektor wurde von einem Hersteller mit einer verbesserten Absorberbeschichtung angeliefert („neu“). Ein baugleicher Kollektor mit der herkömmlichen Beschichtung war bereits früher getestet worden („alt“). Die neue Schicht erfüllte die Erwartungen, die Wirkungsgradkennlinie spiegelte die besseren Werte wider:

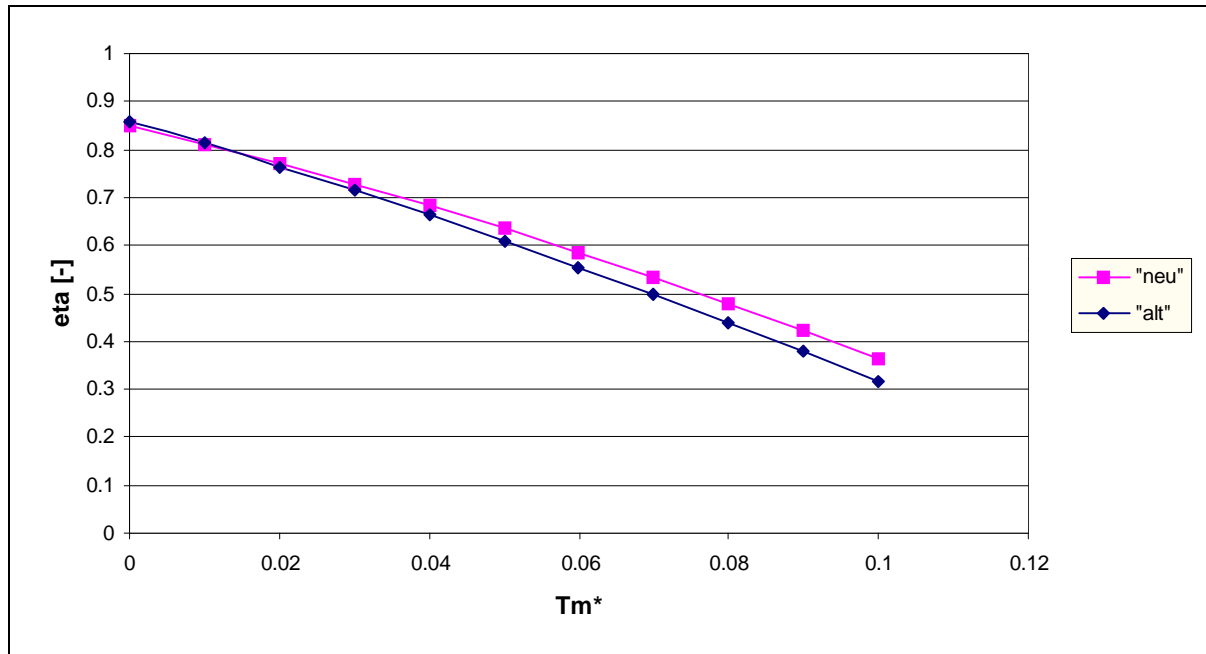


Abbildung 1: Wirkungsgradverbesserung bei einem Kollektor gegenüber dem Vorjahresmodell

Zur Überraschung des Auftraggebers waren jedoch die in einer Jahressimulation ermittelten Wärmeerträge (BWE) des verbesserten Kollektors geringer als die des alten Typs:

	BWE (kWh/m <sup>2</sup> a)
„alt“	702
„neu“	685

Tabelle 1: Bruttowärmeerträge (Beispiel BWE Rapperswil, 30°/Süd, 30°C)

Die Lösung war in einem deutlich schlechteren Winkelfaktor begründet, der in der Simulation im Tages- und Jahressgang deutlichen Einfluss hat, sich aber in der Kollektorkennlinie nicht auswirkt:

	IAM (50°)
„alt“	0.90
„neu“	0.83

Tabelle 2: IAM-Werte

Grund für den verschlechterten Winkelfaktor war eine veränderte Struktur der Glasscheibe. Der Zulieferer hatte die Oberflächenstruktur seiner gesamten Fertigung verändert, was sich aber der Auswirkungen, die sich auf den Winkelfaktor und den Kollektorsertrag ergeben, nicht bewusst.

#### A1-1\*: Kollektor-Qualitätsprüfung

Im Rahmen der Qualitätsprüfung wurden im Jahr 1999 eine grosse Zahl an Qualitätsprüfungen abgeschlossen. Vielfach mussten aber auch die 1999 angelieferten Kollektoren zur Nachbesserung an die Hersteller zurückgewiesen werden, weil bestimmte Materialien dem Einsatzzweck nicht genügten.

Als besonders schwieriges Detail erweist sich immer wieder die Wahl der richtigen Wärmedämmung. In Flachkollektoren können, bei den heute auf niedrige Emissionswerte optimierten Absorberschichten,

Extremtemperaturen von über 200°C auftreten. Die meisten Hersteller von Wärmedämmungen sind sich nicht bewusst, welchen Belastungen das Material im Kollektor ausgesetzt ist und welche Anforderungen zu stellen sind (z.B. Ausgasungsfreiheit). Aber auch die Kollektorhersteller formulieren gegenüber den Zulieferern ihre Anforderungen unklar, so dass immer wieder falsches Material geliefert wird, das dann ungeprüft in Kollektoren eingebaut wird. Es kommt aber auch immer wieder vor, dass trotz vertraglicher Vereinbarungen fehlerhaftes oder sogar anderes Material geliefert wird.

Dies kam nicht nur bei Wärmedämmungen vor, sondern auch bei Absorberschichten, bei Absorberverschweissungen und bei Gläsern und Glasbeschichtungen.

Das SPF leistet hier Aufklärungsarbeit und forderte die Hersteller vielfach auf, in ihren Verträgen die Materialspezifikationen an die Zulieferer schriftlich klar zu definieren und dann auch eine Wareneingangskontrolle durchzuführen. Beides ist offenbar in der Solarbranche bisher nicht selbstverständlich.

### A1-3: Gegenüberstellung herkömmlichem zu „quasidynamischem“ Verfahren

Im zweiten Quartal dieses Jahres wurden mehrere Versuche zur Leistungsmessung von Kollektoren mittels des quasidynamischen Testverfahrens durchgeführt. Wichtigste Eigenschaften der quasidynamischen Methode:

- Der Kollektor wird nicht nachgeführt
- Es gehen Daten von Schlecht- und Schönwetterperioden in die Auswertung ein.
- Dieselben Daten können sowohl nach der statischen als auch nach der quasidynamischen Methode ausgewertet werden.

Nach einigen Anfangsschwierigkeiten mit dem Auswerten der Daten wurden dann jedoch sehr gute Ergebnisse erzielt. Für die Auswertung wird die MLR (Multiple Linear Regression) Funktion verwendet, die Bestandteil herkömmlicher Tabellenkalkulationsprogramme (z.B. Excel) ist. Die Erstellung einer speziellen Software (wie sie für die statische Methode nötig ist) entfällt.

Der Vergleich mit der statischen Auswertung zeigte, dass die quasidynamische Methode durchaus für die Ermittlung der einzelnen Parameter eines thermischen Sonnenkollektors geeignet ist. Die dafür benötigte Messdauer liegt jedoch nicht unter der, die für statische Auswertungen benötigt wird. Vorteilhaft ist die detailliertere Bestimmung von Kollektorparametern und die Möglichkeit einer effizienteren Winkelabhängigkeitsbestimmung des Kollektors (IAM). Dadurch können die Kollektoreigenschaften genauer bestimmt und somit der Kollektorertrag exakter vorhergesagt werden.

Als Nachteil der dynamischen Testmethode ist die ‚Filterung‘ der Messdaten zu sehen: Aus den gewonnenen Messdaten müssen in einem manuellen Verfahren Sequenzen herausgeschnitten werden, die in die Auswertung einfließen. Diese Selektion der Daten geschieht nach vorgegebenen Filterkriterien. Wird dieser Filter zu eng gewählt, verlängert sich die Messzeit, wird der Filter zu breit eingestellt ergeben sich ungenaue Parameter. Die Erfahrung wird zeigen, in wie weit die Messdatenauswahl automatisiert werden kann.

Folgende Darstellung repräsentiert eine Vergleichsmessung über einen Zeitraum von 13 Tagen. Für die dynamische Auswertung wurden davon 8 Tage verwendet.

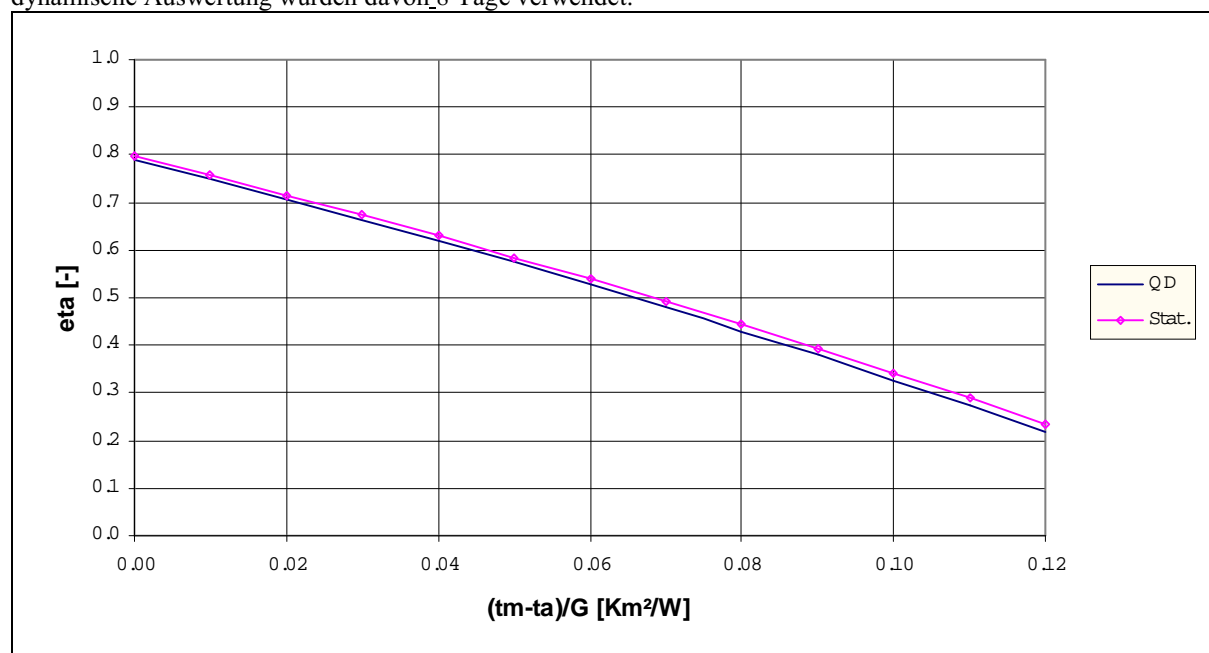


Abbildung 2: Vergleich von quasidynamischer („QD“) und stationärer („Stat.“) Wirkungsgradmessung

Es ist zu sehen, dass die Ergebnisse der beiden Kurven nahezu identisch sind. Der Grund für die Abweichung kann im Unterschied der zugrundeliegenden Modellgleichungen liegen: In der Gleichung der quasidynamischen Methode existiert kein  $\eta_0$ , sondern der Wert für  $\eta_0$  ist zusammengesetzt aus einem  $\eta_{0,dir}$  für direkte und einem  $\eta_{0,diff}$  für diffuse Strahlung. Für den Vergleich der Kurven muss für die quasidynamische ein Wert für den Diffusanteil angenommen werden (hier 15%). Die Beschreibung durch die quasidynamische Gleichung ist also detaillierter und genauer.

- **Grafischer Vergleich der Winkelfaktor-Ergebnisse (IAM) beider Verfahren**

Ein weiterer Pluspunkt des dynamischen Messverfahrens ist die Möglichkeit der Bestimmung der Winkelabhängigkeit aus denselben Messdaten, die zur Bestimmung der restlichen Parameter verwendet werden. Für die statischen Auswertung ist eine besondere Messung unter hervorragenden Wetterbedingungen vorzunehmen.

Die folgende Grafik zeigt einen Vergleich eines IAM-Verlaufes, bei dem 7 Stützpunkte (Kreuze) aus den Daten der quasidynamischen Messung ermittelt wurden, mit einer Kurve, die nach einer in der prEN-Norm vorgeschlagenen Modellgleichung für den IAM.

Ebenfalls eingetragen ist der Verlauf der Kurve gemäss „Ambrosetti-Gleichung“.

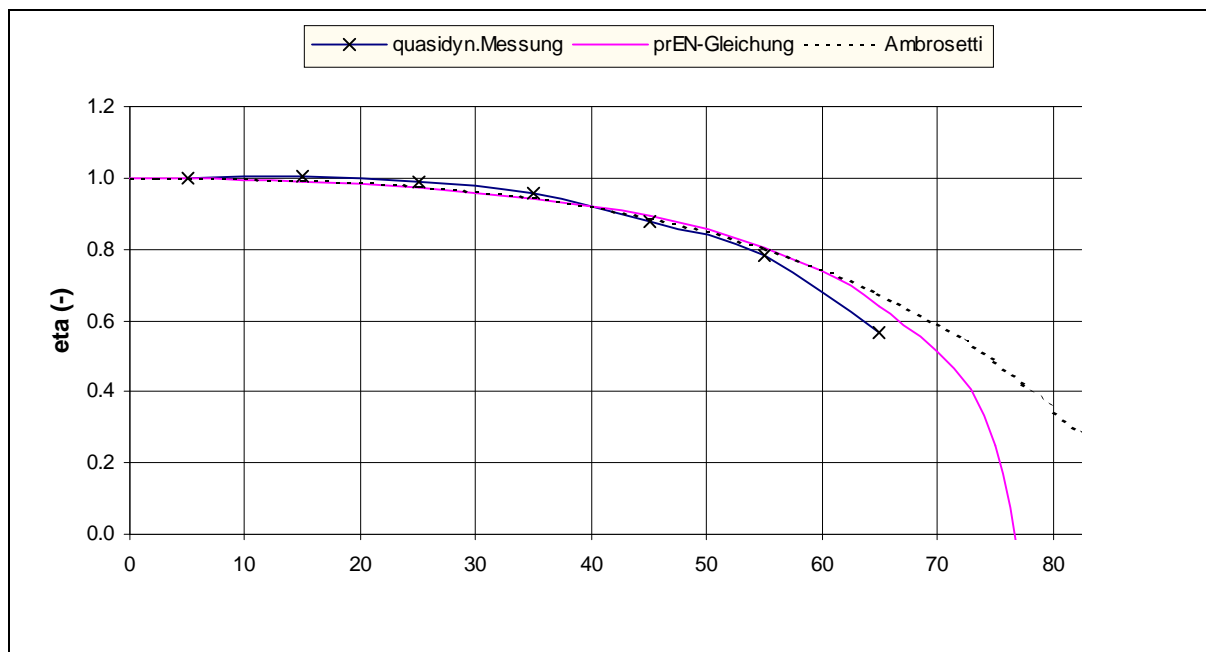


Abbildung 3: Vergleich von Winkelfaktor-Verläufen beider Methoden

Abbildung 3 zeigt, dass der aus einem statischen Stützpunkt (50°) errechnete Verlauf nach „prEN-Gleichung“ mit guter Genauigkeit dem Verlauf der dynamischen Messung entspricht.

Es ist aber auch zu sehen, dass die durch das quasidynamische Verfahren gemessenen Punkte, im Bereich von Winkeln über 60°, nicht mit dem in der „Ambrosetti-Gleichung“ beschriebenen Verlauf, übereinstimmen. Hier müssen weitere Messungen an verschiedenen Kollektoren zeigen, welche der Gleichungen den tatsächlichen Verlauf besser beschreibt. Dies ist wichtig, weil aus den IAM-Verläufen Jahreserträge von Kollektoranlagen vorhergesagt werden.

Ein wesentlicher Vorteil der IAM-Bestimmung mittels der dynamischen Methode besteht für Kollektoren mit nicht rotationssymmetrischer IAM-Charakteristik. Besonders ausgeprägt sind unsymmetrische IAM's, beispielsweise bei Röhren- oder CPC-Kollektoren. Mit dem statischen Verfahren ist die Bestimmung solcher IAM-Verläufe extrem aufwendig.

Schlussfolgernd gilt, dass das dynamische Testverfahren gewichtige Vorteile aufweist. Diese sind: Die bessere Charakterisierung der Kollektoreigenschaften, namentlich die Aufteilung in Diffus- und Direktwirkungsgrad sowie die Kollektorkapazität. Ausserdem können Winkelfaktorverläufe aus den Daten direkt gewonnen werden, ohne dass aufwendige von Hand gefahrte Tests notwendig sind.

Nachteilig ist jedoch, die kritischere Filterung der Messdaten. Mit grösserer Erfahrung kann auch dieser Prozess beschleunigt, bzw. automatisiert werden.

#### **A1-4: Neuartige Kollektoren**

- *Einsatz neuer Materialien in bestehenden Kollektorprodukten*

Die Komplexität von Kollektoren und deren Herstellung wird häufig unterschätzt! So waren die ersten Ergebnisse der „optimierten“ Versuchskollektoren sehr ernüchternd. Es fehlten, im Vergleich zum als Referenz gemessenen Standardkollektor, mehrere Wirkungsgradprozente. Nach aufwendiger Fehlersuche wurde klar, dass die Summe mehrerer geringer Fehler durchaus Signifikanz erreichen kann:

- Die Mäanderbögen hatten durchschnittlich 10 bis 15 mm mehr Distanz zum Absorberrand als auf der Zeichnung (minus ca. 2-3 Wirkungsgradprozente).
- Der Absorptionsgrad des Top-Absorbers (gesputtert) lag ca. 2 % unter den Angaben des Herstellers.
- Die Transmission der Abdeckung liegt, infolge einer Aenderung im Produktionsprozess, ca. 1.5 % unter dem üblichen Wert.

Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

#### **A1-5: Akkreditierung EN 45001**

Das Qualitätsmanagementsystem der Abteilung Kollektoren wird von den Mitarbeitern „gelebt“ und laufend optimiert. Ein erstes internes Audit wurde erfolgreich durchgeführt. Bei dem Audit wurden keine grösseren Unzulänglichkeiten festgestellt.

Im vorgegebenen Prozedere der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) wurde das „Vorgespräch“ durchgeführt.

Die Abteilung Kollektoren des SPF ist nun parat für das abschliessende Audit, die „Begutachtung“ durch die SAS. Leider werden von der SAS Terminvereinbarungen immer wieder umgestossen, so dass der Fortschritt der Akkreditierung hinter dem ursprünglich vereinbarten Zeitplan zurückliegt.

Die „Begutachtung“ und der damit verbundene Akt der „Akkreditierung“ soll aber spätestens im ersten Quartal 2000 erfolgen.

#### **A1-6: Normierungsarbeit ISO/CEN**

Vertreter des SPF nahmen, als Delegierte der Schweizerischen Normenvereinigung (SNV), an der Sitzung des Technical Committee 312 (TC312) der CEN in München teil.

An dieser Sitzung wurden die Arbeiten an den Normen EN 12975, EN 12976 und EN 12977 abschliessend begutachtet, diskutiert und verabschiedet, sodass mit einer Abstimmung über die Normen im Jahr 2000 gerechnet werden kann.

Wieder flossen die grosse Erfahrung des SPF aus den Bereichen Kollektortests und Systemtests in das internationale Normenwerk ein.

#### **A1-7: CD-ROM „SPF info“**

Die Abteilung Kollektoren lieferte die Datenbasis für das Programm „LTS-Katalog“ und die auf der CDROM enthaltenen Testberichte. Die vorliegenden Daten wurden einer genauen Überprüfung unterzogen. Es wurde viel Aufwand betrieben, die technischen Angaben und das Bildmaterial für jeden Kollektor zu komplettieren.

Die CD-ROM 1999 wurde in einer Auflage von 6000 Exemplaren hergestellt. Die Zahl ist geringer als im Vorjahr, weil die CD nun weniger breit, dafür aber gezielter versandt wird.

### **4. Technologietransfer in die Praxis**

#### **A1-1/2: Kollektoren Routinebetrieb Leistungsmessung, Unterhalt der Anlagen**

An fast jeden Auftrag zur Kollektorprüfung (Leistungs- und Qualitätsprüfung) schliesst sich ein mindestens 1-stündiges Gespräch mit dem Kollektorhersteller an, in dem mögliches Verbesserungspotential des Kollektors diskutiert wird. Dies ist auch der entscheidende Punkt, der das SPF von anderen Testinstituten im benachbarten Ausland unterscheidet: In keinem anderen Institut wird so viel (nicht explizit verrechnete) Beratung geboten wie bei uns.

Ausserdem wird täglich mehrmals am Telefon und über E-mail Auskunft erteilt. Hier erweist sich das SPF als Drehscheibe für Informationen rund um Kollektorbau und Anlagendesign.

Auch die CD-ROM „SPF info“ wird mit ihrem Elementkatalog als Referenz für den Kollektorbau benutzt und bremst somit die Flut der Anfragen.

Die Erkenntnisse um den Einfluss des Winkelfaktors auf einen Jahresertrag wurden vielfach an die Hersteller kommuniziert. Insbesondere der Einfluss des Glastyps auf den Ertrag war ein vieldiskutiertes Thema.

Im Jahr 1999 lag ein besonderer Schwerpunkt bei Fragen der Qualitätssicherung bei der Kollektorfertigung.

Insbesondere die Qualität des zur Kollektorherstellung eingekauften Materials gab immer wieder Anlass zu Unstimmigkeiten. Zusammen mit den Kollektorherstellern wurden Möglichkeiten diskutiert, wie man hier vorbeugende Massnahmen treffen kann.

#### **A1-4: Neuartige Kollektoren**

Die Erkenntnisse aus den vorgängig aufgeführten Zusammenarbeiten mit Herstellern führen unmittelbar zu leistungsfähigeren und qualitativ besseren Produkten. Diese Form der Zusammenarbeit – mit finanzieller Beteiligung des Herstellers – soll zukünftig noch verstärkt werden.

## **5. Perspektiven 2000**

### **A1-1: Kollektoren Routinebetrieb, Unterhalt der Anlagen**

Der Routinebetrieb der Kollektorleistungsmessung soll in ähnlichem Masse wie im Jahr 1999 aufrechterhalten werden.

### **A1-1\*: Kollektor-Qualitätsprüfung**

Im Bereich der Kollektor-Qualitätsprüfung wird, wegen der vermutlich ändernden Förderungssituation in der Schweiz, mit einem rückläufigen Auftragseingang gerechnet. Dies eröffnet die Chance, die bestehenden Aufträge abzuarbeiten und abzuschliessen.

### **A1-2: Einsatz eines Leitsystems auf dem Labordach**

Die Arbeiten sollen im Frühjahr 2000 abgeschlossen werden.

### **A1-3: Einsatz dynamischer Prüfverfahren zur Kollektorleistungsprüfung**

Die Erkenntnisse fliessen in die zukünftigen Aufgabenstellungen ein. So werden beispielsweise komplexe Winkelfaktoren ab sofort mittels dynamischem Verfahren analysiert. Der gänzliche Ersatz der statischen Prüfung wird erwogen.

### **A1-4: Neuartige Kollektoren**

Im Rahmen eines gemeinsamen Projekts mit Partnern der ETH soll das ursprüngliche Ziel der massiven Reduktion der konvektiven Verluste angegangen werden. Mittels CFD und Laborstudien soll die Leistungsfähigkeit von zukünftigen Flachkollektoren, insbesondere bei hohen X-Werten ( $> 0.15 \text{ Km}^2/\text{W}$ ), deutlich verbessert werden.

### **A1-5: Akkreditierung EN 45001**

Die Akkreditierung soll im Jahr 2000 abgeschlossen werden.

### **A1-6: Normierungsarbeit ISO/CEN**

Die SPF wird die SNV bei der Durchführung der Abstimmung über die Normen EN 12975, EN 12976, und EN 12977 beraten und unterstützen.

### **A1-7: CD-ROM „SPF info“**

Im Frühjahr 2000 wird die dritte Auflage der CD-ROM „SPF info“ erstellt und vertrieben. Die Abteilung Kollektoren wird die dazu erforderlichen Daten aus seinem Bereich beitragen.

## **6. Publikationen 1999**

- CD-ROM SPF-info Daten und Fakten 1999

Alle Kollektormessdaten und die zweiseitigen Kurzberichte über die Kollektortests wurden auf der CD-ROM „SPF info“ veröffentlicht.

Thermische Kollektoren im Qualitätstest, U. Frei, C. Müller-Schöll, Institut für Solartechnik (SPF) Hochschule Rapperswil (HSR), Postfach 1475, CH-8640 Rapperswil, CISBAT, 1999

Rapperswil, 3.12.1999

Die Berichterstatter:

Leiter SPF-HSR:

Christian Müller-Schöll

U. Frei

Peter Vogelsanger

Beat Menzi