

Verbundvorhaben StaMeP – Entwicklung von standardisierten Messmethoden und Prüfständen für den Leistungsnachweis von Bauteilen solarthermischer Kraftwerke

Projektkurzvorstellung

- Stand Mai 2014 -

Autoren: A. Georg, A. Heimsath, A. Hofer, Chr. Happich, N. Janotte, E. Lüpfer, S. Meiser,
St. Meyen, J. Pernpeintner, W. Platzer

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1. Zusammenfassung.....	2
2. Projektaktivitäten.....	3
2.1. Dynamische in-situ Kollektormessung.....	3
2.2. Entwicklung von Richtlinien für Feldabnahmetests.....	4
2.3. Methodenverbesserung zur Messung des gerichteten Reflexionsgrades von Solarspiegeln.....	5
2.4. Messtechnik für optische Eigenschaften von Absorberschichten.....	6
2.5. Formtreuemessungen an Konzentratorspiegeln.....	7
2.6. Entwicklung eines Prüfstandes und standardisierten Messverfahrens zur Qualifizierung von flexiblen Rohrverbindungen.....	9
2.7. Unterstützung der Normungsarbeiten durch Überführung der Ergebnisse.....	10

Das diesem Bericht zu Grunde liegenden Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 16UM0095 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

1. Zusammenfassung

Standardisierte Verfahren für Transparenz und Qualität

Der internationale Markt für solarthermische Kraftwerke wächst. Dennoch gibt es bisher für die Bewertung der Leistungsfähigkeit einzelner Komponenten und ganzer Solarfelder keine einheitlichen Messmethoden und Kriterien. Standardisierte Verfahren sind notwendig damit Kunden die Qualität von Komponenten vergleichen und deren Kosten im Verhältnis zur Lebensdauer und Leistungsfähigkeit des Kraftwerks bewerten können. Die entstehende Transparenz beschleunigt die Weiterentwicklung von Konzepten und Komponenten, vereinfacht eine Implementierung der Technologie in großem Maßstab und fördert den Wettbewerb unter den Herstellern. Besonders die deutsche Industrie kann von international anerkannten Qualitätsstandards profitieren um ihre qualitativ hochwertigen Produkte zu vermarkten. Bereits jetzt bildet die deutsche Forschung an solarthermischen Kraftwerken das Rückgrat der Forschung auf diesem Gebiet, deutsche Unternehmen sind an einem Großteil der Kraftwerksprojekte weltweit beteiligt.

Vor diesem Hintergrund entwickelt das Institut für Solarforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in dem Vorhaben **StaMeP** standardisierte Messmethoden und Prüfstände für Komponenten und Felder mit Parabolrinnen- und Linear Fresnel-Kollektoren. Bestehende Methoden werden analysiert, weiterentwickelt, validiert und harmonisiert. Damit sind folgende wissenschaftliche und technische Ziele verbunden:

- Entwicklung eines Prüfverfahrens für in-situ Messungen zur verlässlichen Ermittlung der optischen und thermischen Kollektorparameter mittels dynamischer Messungen
- Entwicklung von Abnahmetests zur Bestimmung/Verifizierung von technischen Parametern des Solarfeldes wie dem optischen Wirkungsgrad und den thermischen Verlusten mit hoher Genauigkeit innerhalb eines möglichst kurzen Testzeitraums
- Entwicklung von neuen Messgeräten zur Bestimmung des gerichteten Reflexionsgrades von Spiegeloberflächen und Erweiterung der bestehenden Messrichtlinien
- Erprobung und Evaluierung von Methoden zur Messung von optischen Eigenschaften von Absorberrohren bzw. Receivern; Empfehlung für einen Mess-Standard
- Definition und Validierung der Verfahren zur Bestimmung der Formtreue von Spiegelkonstruktionen als Grundlage für einen Normungsvorschlag
- Entwicklung eines Prüfstandes zur Qualifizierung von flexiblen Rohrverbindungen bzw. REPA (Rotation and Expansion Performing Assembly).

Die Projektpartner bringen die Ergebnisse ihrer Standardisierungsarbeiten in die zuständigen Gremien ein, etwa in bestehende Arbeitsgruppen unter dem Dach des Implementing Agreements „SolarPACES“ der Internationalen Energieagentur (IEA) und im Technischen Komitee TC117 bei IEC, verbreiten sie im Rahmen von Workshops und integrieren sie in zukünftige Kraftwerksprojekte. So werden die laufenden Aktivitäten zur Standardisierung von CSP-Komponenten mit diesem Projekt intensiv unterstützt und beschleunigt vorangetrieben.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert StaMeP in den Jahren 2013 bis 2015 mit insgesamt 2 Millionen Euro Fördersumme.

2. Projektaktivitäten

2.1. Dynamische in-situ Kollektormessung

Aufgrund der Größe von konzentrierenden Kraftwerks- oder Prozesswärmekollektoren ist eine Charakterisierung der Leistungsfähigkeit in Labortest nur schwer möglich. Als Konsequenz daraus werden konzentrierende Kollektoren in der Regel als Kollektorstränge in Outdoor-Tests vermessen. Für solche Feldmessungen ist spezielle in-situ Messtechnik notwendig. Zudem erfordert das starke Schwanken der Umgebungsbedingungen in Freilufttest (wie Solareinstrahlung, Umgebungstemperatur, Windbedingungen etc.) ein dynamisches Messverfahren und eine dynamische Auswertungsmethodik. Gegenstand der Arbeiten ist daher die Erarbeitung eines gesamtheitlichen Prüf- sowie Auswertungsverfahrens inklusive Messsensorik.

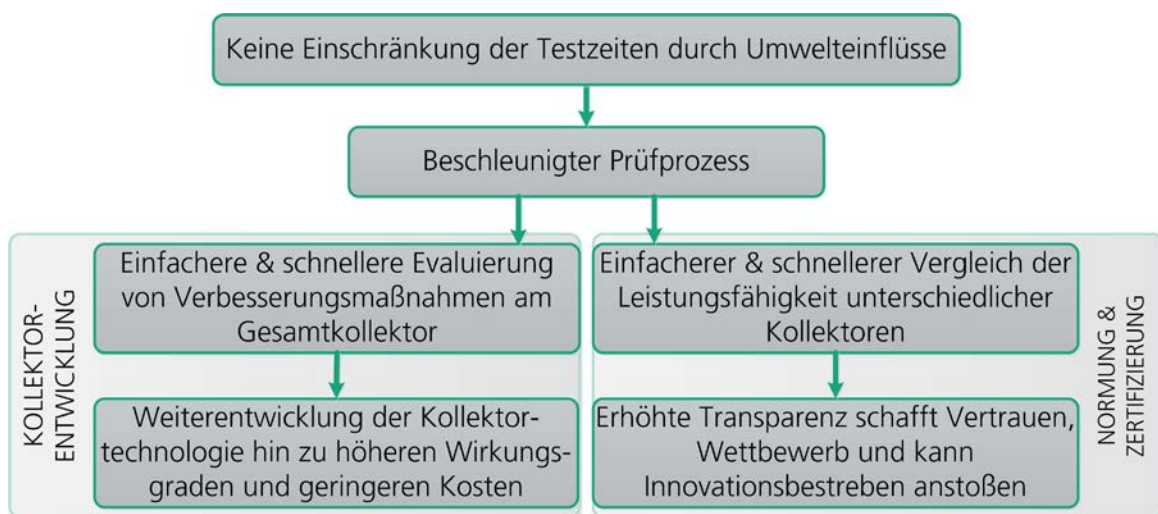


Abbildung 1: Ziele und Potentiale einer dynamischen Kollektorvermessung

Hierbei wird eine Best Practice Guideline zur in-situ Vermessung konzentrierender Kollektoren erstellt. Diese enthält eine übersichtliche Darstellung der Prüfnormen und veröffentlichten Prüfverfahren. Anhand einer ausführlichen Analyse bereits implementierter (quasi-) dynamischer Prüfverfahren lässt sich sowohl der Stand der Technik als auch weiterer Forschungsbedarf identifizieren. Die bisher am weitesten verbreitete und normativ festgelegte quasi-dynamische Auswertungsmethode nach ISO 9806 muss speziell an die Besonderheiten von Linear Fresnel-Kollektoren und Parabolrinnenkollektoren angepasst werden. Für große Kraftwerkskollektoren empfiehlt sich zudem der Einsatz einer dynamischen Auswertungsmethode, da diese wesentlich flexiblere Messungen zulässt. Für diese Methode wird ein Kollektorsimulationsmodell benötigt, da Messdaten mit Simulationsdaten in einem iterativen Prozess miteinander verglichen werden. Grundbaustein ist hierbei ein parametrisiertes Kollektormodell. Untersuchungen zum Verhalten der thermischen Verluste von Linear Fresnel-Kollektoren in Abhängigkeit der Betriebstemperaturen wurden durchgeführt. Anhand eines separaten, physikalischen Modells wurde untersucht, welche Faktoren, wie z.B. Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Umgebungstemperatur und Solareinstrahlung, die thermische Verlustleistung von verschiedenen Kollektoren im relevanten Maßstab beeinflussen. Eine Anpassung der Wärmeverlustkorrelation für eine verbesserte Bestimmung der Kollektorkenngrößen ist in Bearbeitung.

Zur unabhängigen Kollektorqualifizierung ist zudem eine mobile Messeinheit zur Erfassung aller relevanten Prozessparameter essentiell. Daher enthält der Best Practice Guide außerdem eine Übersicht über Anforderungen und Empfehlungen für die Messsensorik zur in-situ Prüfung von

fluidführenden Kollektoren. Diese beinhaltet invasive Messsensoren in Gegenüberstellung zur clamp-on Messsensorik. Messunsicherheiten und deren Auswirkungen auf die Auswertungsergebnisse werden bei der Empfehlung der Sensorik berücksichtigt.

Sowohl die quasi-dynamische als auch die dynamische Prüfmethode werden am Fraunhofer ISE fortlaufend eingesetzt und Erweiterungen zur akkurateren Leistungsbestimmung getestet. Berücksichtigung findet bei den Testmessungen sowohl unterschiedliche Messsensorik als auch eine Unsicherheitsbetrachtung von Sensorik und Auswertungsmethodik.

2.2. Entwicklung von Richtlinien für Feldabnahmetests

Mit der steigenden Zahl kommerzieller Parabolrinnen-Kraftwerksprojekte steigt die Nachfrage nach standardisierten Prozeduren zur Bewertung der Güte des Solarfelds. Dabei ist insbesondere die thermische Leistungsfähigkeit entscheidend für den Ertrag und somit für die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke von zentralem Interesse. Die Abnahmetests zur Messung und Bewertung der Leistungsfähigkeit des Solarfelds werden bisher individuell zwischen den Projektparteien eines Solarkraftwerks vereinbart. Dies birgt Unklarheiten und Risiken. Durch eine Standardisierung der Verfahren wird eine Vereinfachung und Beschleunigung der Umsetzung von Parabolrinnenkraftwerksprojekten bei gleichzeitiger Minimierung der kommerziellen und technischen Risiken angestrebt.



Abbildung 2: Parabolrinnensolarfeld des Kraftwerks AndaSol 3

Im Projekt StaMeP werden auf dem Gebiet der Solarfeldabnahme Tests zur Bestimmung/Verifizierung von technischen Parametern des Solarfeldes wie dem optischen Wirkungsgrad und den thermische Verlusten mit einer möglichst hohen Genauigkeit innerhalb eines möglichst kurzen Testzeitraums entwickelt. Auf Basis dieser Parameter kann mit entsprechenden Ertragsmodellen und Annahmen zu Betriebsweisen und Wartungseinflüssen der langfristige Solarfeld-/ Kraftwerksertrag prognostiziert werden. Als Ergebnis entsteht der Entwurf einer Richtlinie für die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Abnahmetests für Solarkraftwerke mit Parabolrinnen-Kollektoren.

Die Arbeiten im Projekt umfassen

- die Erarbeitung von Anforderungen an Abnahmetests in Hinblick auf die Bewertung der Güte des Solarfeldes und der Ertragsprognose,
- die Weiterentwicklung des Einsatzes von Feldmesstechnik: Kalibration und Charakterisierung von Temperatur-, Durchfluss- und Strahlungssensoren für den Einsatz im Solarfeld mit Fokus auf nicht invasive Konzept für Abnahmetests,
- die Felderprobung der Konzepte durch Messungen im Solarfeld sowie
- die strukturierte Datenverarbeitung und –auswertung und Ertragsmodellierung zur Bestimmung der Leistungsparameter des Solarfeldes und deren Unsicherheitsbestimmung als Bewertungsgrundlage für die Güte des Solarfeldes

Bisher wurde eine detaillierte Übersicht über Performancemessungen im Solarfeld und relevante Parameter zusammengestellt (Zwischenbericht) und ein Teil der Untersuchungen der solar-

feldspezifischen Verwendung der Feldmesstechnik durchgeführt und ausgewertet. Besonders hervorzuheben ist dabei die Messung an einem Kalibrationsbypass für Durchflussmesstechnik im Kraftwerk Kuraymat (Ägypten) unter realen Solarfeldbetriebsbedingungen.

Bestehende Werkzeuge und Methoden zur Datenauswertung wurden anhand der Analyse von Performancedaten aus einem Testloop für neue Kollektoren im SEGS V Kraftwerk bei Kramer Junction in Kalifornien (USA) validiert und erheblich erweitert.

2.3. Methodenverbesserung zur Messung des gerichteten Reflexionsgrades von Solarspiegeln

Für die Qualifizierung eines Solar-Spiegelmaterials ist es von zentraler Bedeutung wie viel Sonnen-Strahlung in einen definierten Öffnungswinkel reflektiert wird. Als erster Schritt wurde im Rahmen der internationalen SolarPACES Task 3 Arbeitsgruppe eine Richtlinie zur Messung und Auswertung des solar gewichteten hemisphärischen Reflexionsgrades entwickelt und überprüft, ob die gängigen Messgeräte zur Bestimmung desselben für alle auf dem Markt verfügbaren Reflektormaterialien reproduzierbare Ergebnisse liefern. Dazu wurden Proben verschiedener Reflektormaterialien an sechs europäische Institute mit dem Auftrag geschickt, den solar gewichteten hemisphärischen Reflexionsgrad zu bestimmen. Die von den Instituten gemessenen Werte stimmen im Rahmen von ± 0.8 Prozentpunkten (s. Abbildung 3) des hemisphärischen Reflexionsgrades überein.

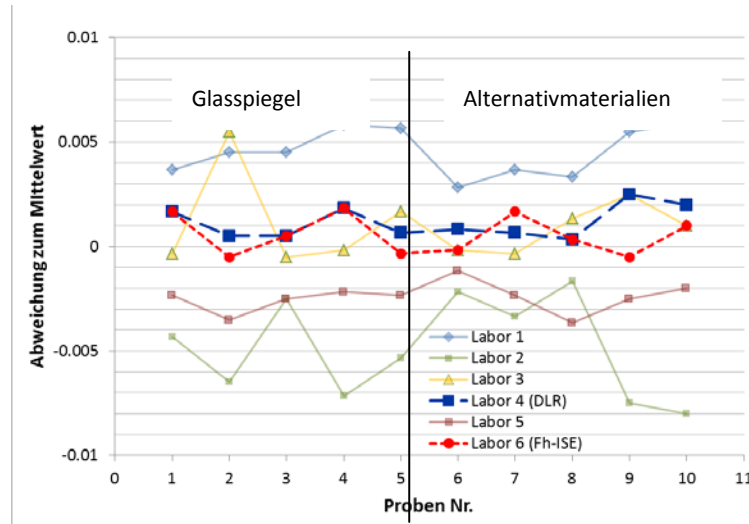


Abbildung 3: Abweichung des gemessenen hemisphärischen Reflexionsgrades zum Mittelwert für 10 verschiedene Proben. Die Abweichung vom Mittelwert ist für Glasspiegel sowohl beim Fh-ISE als auch beim DLR nicht größer als 0.2 Prozentpunkte. Auch für innovative Spiegelmaterialien übersteigt die Abweichung 0.3 Prozentpunkte nicht.

Nach aktuellem Stand der Technik kann der wichtigste Parameter, der solar gewichtete, gerichtete Reflexionsgrad in Abhängigkeit von definierten Akzeptanzwinkeln nicht direkt mit den gängigen Messgeräten gemessen werden. Für die traditionellen Solarspiegel aus Glas bietet der Stand der Technik hinreichend präzise Methoden. Jedoch können Alternativprodukte wie z.B. reflexionsverbessertes, beschichtetes Aluminium und Silber-Polymer-Folien mit Mehrschichtsystemen, die zur Kostenreduzierung eines Solarkraftwerks beitragen könnten, benachteiligt werden. Je nach Herstellungsprozess oder abhängig vom Trägermaterial, können Oberflächenstrukturen auftreten, welche zu Strahlaufweitung und Streuung führen. Diese Eigenschaften können mit aktuell erhältlichen Instrumenten nicht genau analysiert und nicht präzise für ihren praktischen Einsatz eingeschätzt werden.

Von DLR und ISE werden verschiedene Ansätze verfolgt, um die Bestimmung des gerichteten Reflexionsgrades in Abhängigkeit von Wellenlänge, Einfallswinkel und Akzeptanzwinkel zu er-

möglichen. Beide Institute haben dafür in ihren Labors Prototypen aufgebaut und die auf dem Markt verfügbaren Reflektormaterialien untersucht. Ein Vergleich untereinander aber auch mit gängigen Geräten erlaubt das Erstellen einer Richtlinie zur reproduzierbaren Messung, ähnlich wie sie für den oben erwähnten solar gewichteten hemisphärischen Reflexionsgrad bereits erreicht wurde. Der nächste Schritt ist der systematische Abgleich der Ergebnisse sowie die Entwicklung eines validierten Verfahrens zur Bestimmung des gerichteten solar gewichteten Reflexionsgrades. Eine beispielhafte Messung ist in Abbildung 4 zu sehen.

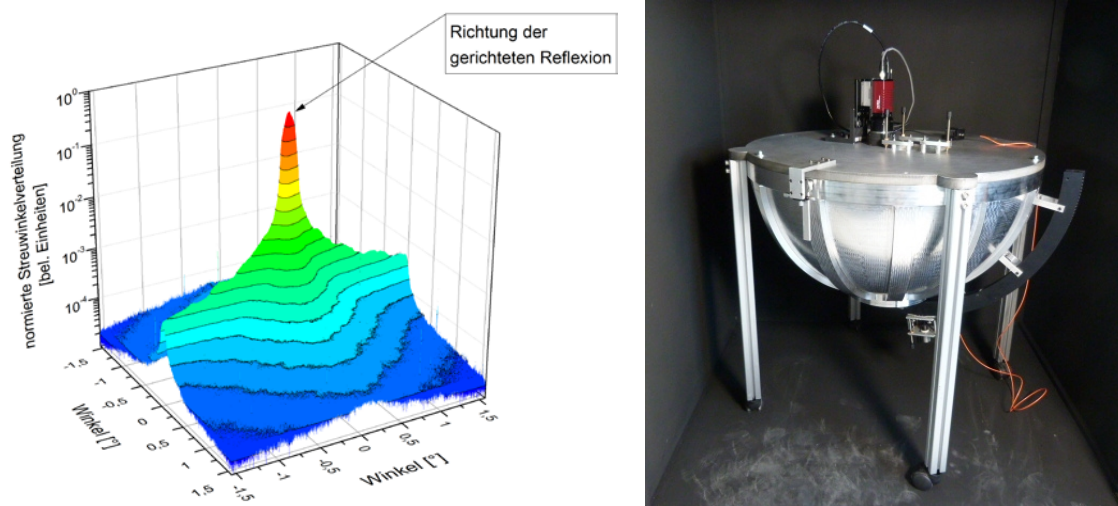


Abbildung 4: Links: Vom Fraunhofer ISE vermessene Streuwinkelverteilung am Prototypen VLABS (very low angular beam spread) eines aluminiumbasierten Reflektors um die Richtung der gerichteten Reflexion. Die Aufnahme erfolgt in wenigen Schritten und ist daher bei sehr hoher Winkelauflösung (0,17 Winkelminuten) sehr schnell und effizient. Rechts: Vom DLR entwickelter Prototyp MIRA (mirror reflectance function analyser), zur Bestimmung der Streuverteilung durch die Kombination aus zwei separaten Messungen der Reflexionsspitze mit hoher Intensität und der breiteren Streuung mit niedriger Intensität.

2.4. Messtechnik für optische Eigenschaften von Absorberschichten

Ein Receiver für solarthermische Parabolrinnenkraftwerke ist ein selektiv absorbierend beschichtetes Stahlrohr, umgeben von einem evakuierten Glashüllrohr. Die optischen Eigenschaften werden durch die solare Absorption und thermische Emission der selektiven Schicht bestimmt. Zur Charakterisierung von Absorberschichten ist spezielle Messtechnik notwendig, die vom ISE (solare Absorption) und vom DLR (thermische Emission) im Rahmen von StaMeP entwickelt und validiert wird.

Für die Messung der solaren Absorption wurde am ISE ein Verfahren entwickelt, mit dem die solare Absorption des Stahlrohrs zerstörungsfrei gemessen werden kann. Dazu muss der Einfluss des Glashüllrohrs berücksichtigt werden. Dies geschieht durch Einlegen des Receivers in einen integrierenden Zylinder, bei dem die Innenwände mit einer stark diffus hoch reflektierenden Schicht ausgekleidet sind. Ein Lichtleiter ist auf den Receiver gerichtet und führt das Licht weiter an ein Spektrometer. Durch Verschieben einer teils spiegelnden teils absorbierenden Platte lassen sich Spektren aufnehmen, bei denen die Reflexion an dem Glashüllrohr von der Reflexion an dem Stahlrohr getrennt werden können und unterschiedliche Hell- und Dunkelreferenzen aufgenommen werden können. Abbildung 5 zeigt den Aufbau mit Spektrometer.



Abbildung 5: Messaufbau zur zerstörungsfreien Bestimmung des solaren Absorptionsgrades von selektiven Beschichtungen von Parabolrinnenreceivern am Fraunhofer ISE im geschlossenen Zustand (links) und geöffnet mit Blick in den integrierenden Zylinder hinein (rechts)

Ergänzend dazu wurde beim DLR ein Prüfstand zur kalorimetrischen Messung des Emissionsgrades aufgebaut, der für die Messung von beschichteten Rohren optimiert ist, wie sie im Bereich der (konzentrierenden) Solarthermie Verwendung finden. Im Prüfstand werden Rohrproben von 50 cm Länge und 70 mm Durchmesser von innen mit einer elektrischen Heizung auf Betriebstemperatur erhitzt und die im Gleichgewichtszustand benötigte elektrische Leistung gemessen. Die Probe ist während der Messung von einer hoch absorbierenden, Wassergekühlten Hülle umgeben, die eine definierte Strahlungsumgebung erzeugt. Die gesamte Messapparatur ist in einer Vakuumkammer aufgebaut, um konvektive Wärmeverluste zu unterdrücken und eine chemische Veränderung durch Luftsauerstoff zu vermeiden. Eine Messkampagne zum Vergleich des Prüfstands mit spektrometrischen Messverfahren wird derzeit zusammen mit Partnern in Forschung und Industrie durchgeführt.



Abbildung 6: Vakuumkammer des Prüfstands zur kalorimetrischen Messung des Emissionsgrades von Rohrproben

2.5. Formtreuemessungen an Konzentratorspiegeln

Eine hohe Formtreue und geringe Steigungsabweichungen tragen wesentlich zur optischen Effizienz von Kollektoren in solarthermischen Kraftwerken bei. Zur Vermessung der Formtreue von Spiegeln für die konzentrierende Solartechnik wurden im Laufe der letzten Jahre unabhängig voneinander von verschiedenen Forschungseinrichtungen Methoden entwickelt, die sich seit einigen Jahren zur Bewertung der Spiegelformqualität im Labor- und im Feld bewährt haben. Ziel der Arbeiten ist es die verschiedenen Messverfahren zu beschreiben, ein validiertes Ver-

fahren zur Bestimmung der Formtreue von Konzentratorspiegeln als Grundlage für einen Normungsvorschlag auszuarbeiten und eine Round Robin Vergleichsmessung mit mehreren Forschungspartnern durchzuführen.

Ein Vorschlag für eine Richtlinie „Measurement and Assessment of Mirror Shape for Concentrating Solar Collectors“ wurde erarbeitet. Er wurde im September 2013 der SolarPACES Task III Arbeitsgruppe vorgestellt und die Teilnehmer der Arbeitsgruppe zur weiteren Ergänzung und Kommentierung aufgefordert.

Ein weiterer wichtiger Schritt für die Vergleichbarkeit von Messergebnissen und Qualitätskennzahlen ist ein internationaler Vergleichstest zur Bestimmung von Spiegelform- und Steigungsabweichungen. Für den Vergleichstest werden vier äußere Spiegelsegmente von Parabolrinnenkollektoren der RP3 Geometrie verglichen. In einem ersten Schritt wurden die Messmethoden des Fraunhofer ISE und des DLR beschrieben und die Genauigkeit der Kalibrierung für die Vergleichsmessung anhand einer Wasseroberfläche getestet (siehe Abbildung 7).

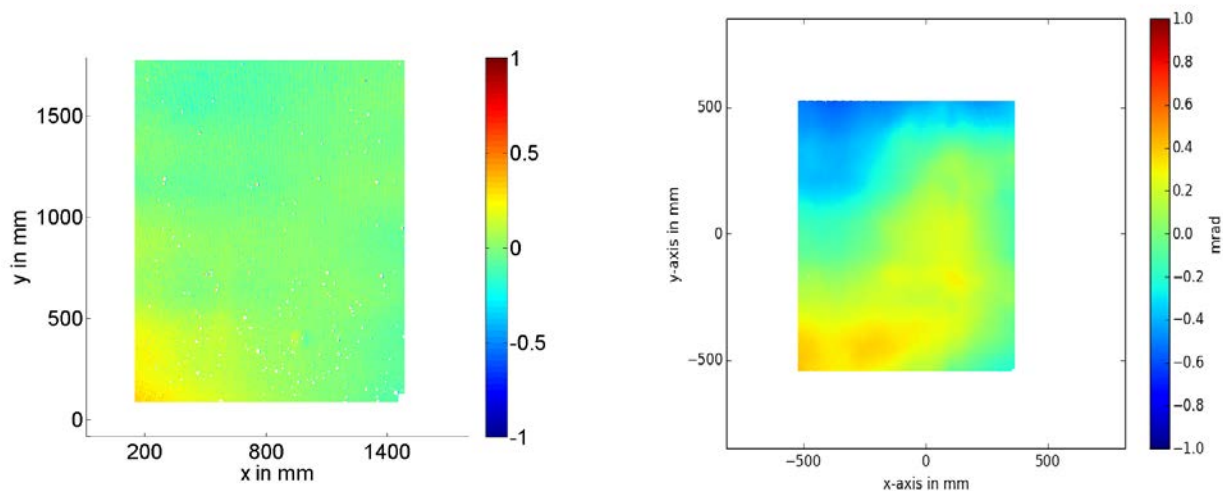


Abbildung 7: Steigungsabweichung einer Wasseroberfläche in mrad, links DLR; rechts Fh-ISE

Für den Vergleichstest werden die Spiegelsegmente auf einem präzise ausgerichteten Rahmen in horizontaler Position (horizontal ausgerichtete Befestigungspunkte) vermessen. Aus den gemessenen Oberflächensteigungen werden die lokalen Steigungsabweichungen für die ideale Position des Spiegels im Kollektor bestimmt. In Abbildung 9 sind beispielhaft die Ergebnisse für die lokalen Abweichungen eines Spiegels dargestellt. Aus den lokalen Steigungsabweichungen wird das quadratische Mittel der Abweichungen in Krümmungsrichtung bestimmt, der SDx_{rms} Wert. Im Rahmen des Vergleichstests ist der nächste Schritt der systematische Vergleich von Messergebnissen und ermittelten Qualitätskennzahlen. Zudem werden die Ergebnisse weiterer Forschungslaboratorien in den Vergleich mit einbezogen.

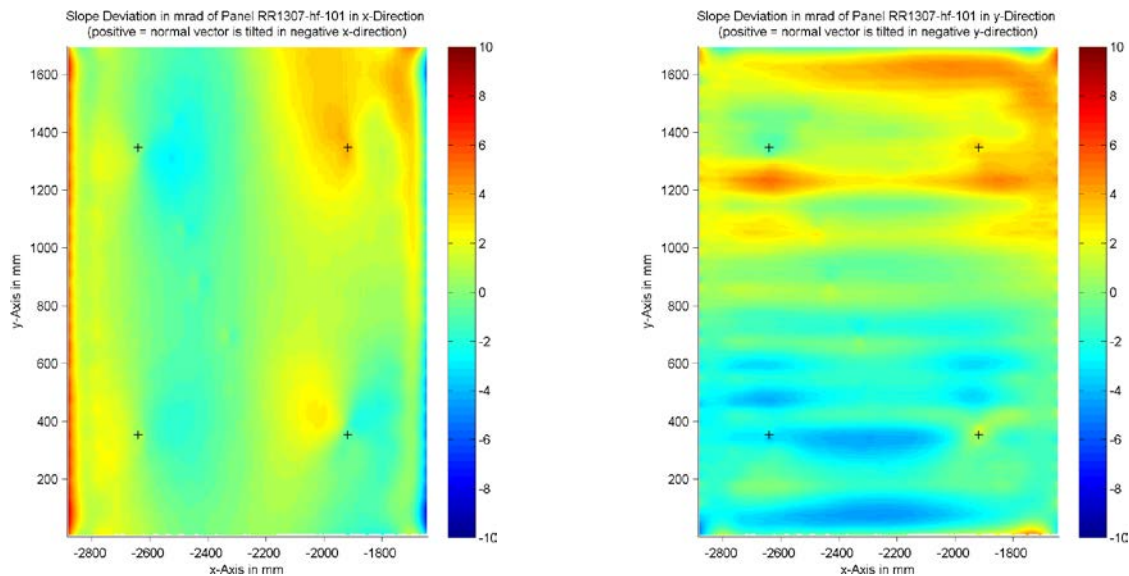


Abbildung 8: Lokale Steigungsabweichung eines vermessenen Parabolrinnen Spiegels in mrad

2.6. Entwicklung eines Prüfstandes und standardisierten Messverfahrens zur Qualifizierung von flexiblen Rohrverbindungen

Zur Ermöglichung der unabhängigen Bewegung von einzelnen Parabolrinnenkollektoren, Kompensation der thermischen Längenausdehnung der Absorberrohre im Betrieb sowie auf Grund der Tatsache, dass die Fokallinie bei derzeitigen Kollektordesigns im Tagesverlauf wandert, sind spezielle flexible Rohrleitungsverbindungen zum Anschluss der Kollektoren im Solarfeld notwendig. Diese sind bei Betriebstemperaturen von bis zu 400°C, hohen Drücken und wiederholten Bewegung großen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, durch die es in den Kraftwerken zu folgenschweren Versagensfällen von Drehgelenken kommen kann. Zu hohe Losbrechmomente und Blockaden können Verformungen an Kollektor- und Receiverstruktur hervorrufen, welche den Ausfall von Teilen des Solarfelds verursachen können. Entstehende Undichtigkeiten können zudem eine Entzündung des Thermoöls auslösen, was zu schweren Bränden in Solarkraftwerken führen kann. Bei Kraftwerksbetreibern besteht deshalb ein großes Interesse, verschiedene REPA (Rotation and Expansion Performing Assembly) und deren Qualität in einem Prüfstand unabhängig testen lassen zu können. Erkenntnisse durch die Untersuchung der bisher teilweise ungeklärten Schadensmechanismen können zur Kostenreduktion und Optimierung der Produkte sowie deren Wartungsaufwand beitragen und Risiken für Kraftwerksbetreiber senken.

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Entwicklung eines Prüfstandes und die Durchführung erster Messungen zur Qualifizierung von flexiblen Rohrverbindungen bzw. REPA. Geplant wird ein Prüfstand welcher die Kinematik von Parabolrinnenkollektoren nachbildet und an eine Wärmeträgeranlage angeschlossen werden kann, um die Funktionalität über die Lebensdauer von flexiblen Rohrverbindungen zu testen. Dabei soll sowohl der Test von flexiblen Schläuchen als auch Ball Joints möglich sein. Die Anlage soll durch zyklische Dauerbelastung bei verschiedenen Fluidtemperaturen und -drücken typische Belastungen aus dem Kraftwerksbetrieb beschleunigt abbilden. Dabei werden Losbrechmomente gemessen und die Belastung auf die Receiver und die Kollektorstruktur untersucht. Weiterhin werden Versagensmechanismen der REPA und deren Ursachen analysiert, indem durch gezielte Änderung der Randbedingungen die in Kraftwerken auftretenden Schadensbilder erzeugt werden.

Mittelfristig soll mit Hilfe des neu entwickelten Prüfstandes weiterhin ein standardisiertes Prüfverfahren entwickelt und erprobt werden, welches einen Vergleich der Lebensdauer und der auftretenden Momente sowie Kräfte zwischen verschiedenen Herstellern sowie den unterschiedlichen REPA-Systemen ermöglicht. Derzeit wird ein mobiles Konzept angestrebt, mit dem Anschluss und Betrieb des Prüfstandes an bestehende Wärmeträgeranlagen möglich sind. Ein Wechsel von Prozessmedium und Prozessparametern wird dadurch grundsätzlich möglich.

2.7. Unterstützung der Normungsarbeiten durch Überführung der Ergebnisse

Die CSP Technologie hat einen technologischen Stand erreicht, auf dem es nun lohnend ist, durch Dokumentation von Begriffen, Beschreibungen, Spezifikationen und Testverfahren diesen Wissensstand als Normen zu dokumentieren und damit gegen Verschlechterung der Qualität abzusichern. Die fachlichen Arbeiten dazu finden verteilt in Instituten und Firmen und Arbeitskreisen statt, während die Umsetzung in die Arbeitsschritte der nationalen und internationalen Normierung in entsprechenden Komitees und Ausschüssen stattfindet. Bei der IEC sind die Arbeiten zu Solarkraftwerken (solar thermal electric plants) unter der Nummer des Komitees (technical committee TC 117) angesiedelt (www.iec.ch/tc117). Die dazu erforderlichen Beiträge von deutscher Seite werden bei DKE/DIN Frankfurt unter K 374 (Solarthermische Anlagen zur Stromerzeugung) erarbeitet.

Ziel von übergreifenden Arbeiten in diesem Projekt ist es, die Ergebnisse des Projekts StaMeP und teilweise von Vorarbeiten in der internationalen Normungsarbeit in die entsprechenden Strukturen einzubringen. Dazu müssen auch entsprechende Arbeitsaufträge (Work Items - WI) international definiert und abgestimmt werden.

Im Moment sind verschiedene NWIP (New Work Item Proposals: Anträge) in Vorbereitung bzw. zwei davon bereits genehmigt. Sie wurden im November 2013 auf der Tagung des Komitees IEC TC 117 "Solar Thermal Electric Plants" in Northbrook/USA kurz vorgestellt. Das weitere Vorgehen wurde auf der letzten Sitzung des deutschen Normungsgremiums DKE K374 (DIN-DKE Frankfurt) am 29. April 2014 in Frankfurt besprochen:

A) Genehmigte Work Items

62862-1-1: Terminology

Hier wird Tobias Hirsch/DLR Kommentare von Seiten DLR und Fraunhofer ISE zu dem aus Spanien kommenden ersten Entwurf auf deutscher Ebene (K374) koordinieren.

62862-1-2: Meteorological Year

Hier wird Richard Meyer/Suntrace Kommentare von Seiten DLR und Fraunhofer ISE zu dem aus Spanien kommenden ersten Entwurf koordinieren.

B) In Vorbereitung befindliche Work Items

62862-3-1: Functional Parameters STE PTC (Parabolrinne)

62862-5-1: Functional Parameters STE LFC (Linear Fresnel)

Hier werden DLR, Fraunhofer ISE und Novatec den Arbeitsvorschlag kritisch analysieren und die weitere Vorgehensweise abstimmen. Hier wird es voraussichtlich um AbnahmeprozEDUREN und Charakterisierungen des Kollektors gehen, wie sie im Projekt in AP1 und AP2 behandelt werden.

62862-3-2: Trough collector

62862-5-2: Fresnel Collector

Hier werden DLR, Fraunhofer ISE und Novatec den Arbeitsvorschlag kritisch analysieren und die weitere Vorgehensweise abstimmen.

62862-1-3: Reflectors

Hier wird DLR und Fraunhofer ISE Input aus AP3 mit einbringen und entsprechend die Arbeitsgruppe unterstützen.

62862-3-3: Receivers

Hier wird DLR und Fraunhofer ISE Input aus AP4 mit einbringen und entsprechend die Arbeitsgruppe unterstützen.

62862-2-1: Thermal storage characterization

Dieses beabsichtigte WI ist hat keine inhaltliche Überschneidung mit Arbeiten in dem Projekt StaMeP, wird aber über das Projekt CSPBankability mit abgedeckt und entsprechend von DLR und Fraunhofer ISE unterstützt.

Spezifische Projektergebnisse von StaMeP und zusammenhängenden Entwicklungen im DLR werden insbesondere bei den Komponenten Spiegel und Receiver sowie bei den Anforderungen und Tests für Parabolrinnen-Kollektoren eingearbeitet. Die Arbeiten des Fraunhofer ISE werden schwerpunktmäßig ebenfalls die Komponenten Spiegel und Receiver sowie bei den Anforderungen und Tests die Linear Fresnel-Kollektoren betreffen.

Weitere Zuarbeit zu pränormativen Dokumenten findet auf der Ebene von SolarPACES-Arbeitsgruppen und bei Arbeitsgruppen im AENOR statt. In 2013 wurden hier inhaltliche Fortschritte bei den folgenden Themen von Leistungsparametern und Beständigkeit erreicht:

- Messung des optischen Wirkungsgrads von Receivern im Linear-Sonnensimulator (DLR)
- Thermische Belastung in Kombination mit optischen und thermischen Tests zur Untersuchung der Beständigkeit von Receivern (DLR)
- Mechanische Belastung von Vakuum-Receivern (Faltenbalg-Lebensdauer, Beständigkeit der Antireflexschicht) (DLR)
- Spiegelform (DLR, ISE)
- Reflexionsgradmessung (DLR, ISE)
- Bewitterungstests für Spiegel (DLR)
- Terminologie (DLR, ISE)

Die Arbeiten an Inhalten und Texten für die Standards werden fortgesetzt. Das nächste internationale Meeting von TC 117 wird in Japan im November 2014 stattfinden. Die nächsten Task-Meetings bei SolarPACES sind im September 2014 geplant.