

# DigiSOL

Digitalisierung in Solarthermischen Großanlagen

|                                 |                                                    |                        |               |
|---------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | FinVn 22/23, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2022 | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.03.2022                                         | <b>Projektende</b>     | 30.07.2024    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2022 - 2024                                        | <b>Projektlaufzeit</b> | 29 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 |                                                    |                        |               |

## Projektbeschreibung

Nach Abschluss dieses Projekts soll der Prototyp einer Software zur Steigerung der Betriebssicherheit und der Betriebsstabilität von Solaranlagen durch die Nutzung von Methoden der Digitalisierung vorliegen. Dieser soll aus zwei Teilen bestehen, (i) einer Software für das umfangreiche Monitoring und die automatisierte Diagnose von Solaranlagen und (ii) einer Software zur automatisierten, datenbasierten Bestimmung der optimalen Reglerparameter der Anlagenregelung in Solaranlagen. Der Prototyp der Software soll im Zuge dieses Projekts an einer solarthermischen Großanlage implementiert, getestet und verifiziert werden.

Sowohl das umfangreiche Monitoring und die automatisierte Diagnose der Solaranlage als auch die automatisierte, datenbasierte Bestimmung der optimalen Reglerparameter setzt das Vorhandensein von geeigneten Messdaten voraus. An Solaranlagen existiert bereits eine Vielzahl von Sensoren (z.B. Temperatursensoren, etc.) und Messgeräten (z.B. Wärmemengenzähler), welche für diesen Zweck zum Einsatz kommen können. All diese Datenquellen liefern jedoch Daten in unterschiedlicher Qualität, verschiedenen Formaten und auch in verschiedenen Zeitintervallen. Im Zuge dieses Projekts sollen aber, insbesondere zum Monitoring und zur Diagnose, die unterschiedlichen Daten in Echtzeit miteinander verknüpft und gemeinsam verarbeitet werden. Dies bedingt, dass alle Daten in einem einheitlichen Format, in einer einheitlichen Zeitbasis und mit einer ausreichenden Qualität vorhanden sind. Um dies sicherzustellen, soll zunächst ein System zur Datenakquisition und Datenmanagement entwickelt werden, welches Daten entsprechend vorverarbeitet, vereinheitlicht und langfristig speichert.

Das umfangreiche Monitoring und die automatisierte Diagnose von Solaranlagen soll durch eine gezielte Verarbeitung dieser vorverarbeiteten Daten Fehler und Schäden an der Solaranlage automatisch erkennen und diese an die Betreiber\*innen kommunizieren. Die Ursache eines Fehlers oder eine Beschädigung einer Komponente der Solaranlage kann typischerweise nicht direkt aus einzelnen Messgrößen erkannt werden. Vielmehr müssen mehrere Messdaten gemeinsam betrachtet werden, um die Ursache eines Fehlers oder eine Beschädigung einer Komponente identifizieren zu können. In der Fachliteratur existiert dazu eine Vielzahl von unterschiedlichen Methoden (z. B. Expertensysteme, Zustandsbeobachter / Digitale Zwillinge, Klassifikatoren, etc.). Es ist vor Beginn dieses Projekts nicht möglich zu sagen, welche dieser Methoden

oder welche Kombination mehrerer dieser Methoden zu den besten Ergebnissen hinsichtlich Fehler- und Schadenserkennung führen werden. Aus diesem Grund soll in diesem Projekt die vielversprechendste Methode oder vielversprechendste Kombination aus mehreren Methoden basierend auf Simulationsstudien ermittelt werden. Diese soll im Anschluss an einer Anlagensteuerung von einer realen Solaranlage implementiert, verifiziert und validiert werden. Um die Bedienung der implementierten Methode zu ermöglichen soll auch die Benutzeroberfläche mit entsprechenden Bedien- und Anzeigeelementen ausgestattet werden. Darüber hinaus soll die Software Warnungen und Alarme generiert und an die Betreiber\*innen (z.B. per SMS) geschickt werden, wenn kritische Sicherheitsgrenzen bereits über- bzw. unterschritten wurden oder sich abzeichnet, dass dies in Kürze der Fall sein wird.

SOLID setzt durchgehend PID-Regler in allen Regelkreisen der Solaranlage ein. Zur automatisierten Parametrierung von PID-Reglern existieren in der Fachliteratur bereits zahlreiche Methoden (z.B. Frequenzkennlinienverfahren, H-unendlich Entwurf, T-Summen Regel, etc.). Welche Methode die besten Ergebnisse für die automatisierte, datenbasierte Bestimmung der Reglerparameter in Solaranlagen liefert, ist vor Beginn des Projektes unklar. Daher soll a-priori eine Festlegung auf eine einzelne Methode vermieden werden. Aus diesem Grund sollen in diesem Projekt zunächst unterschiedliche, in der Fachliteratur vorhandene und prinzipiell in Frage kommende Methoden auf Basis von Simulationsstudien evaluiert und dann die vielversprechendste Methode identifiziert werden. Diese soll im Anschluss an einer Solaranlage implementiert, verifiziert und validiert werden. Um eine Bedienung dieser Methoden durch Inbetriebnehmer\*innen und Betreiber\*innen zu ermöglichen sollen auch dazu notwendige Bedienelemente in der Benutzeroberfläche implementiert werden.

Am Ende dieses Projekts sollen das umfangreiche Monitoring und die automatisierte Diagnose sowie die automatisierte, datenbasierte Bestimmung der Reglerparameter als Prototyp an einer realen solarthermischen Großanlage implementiert und getestet werden.

Ziel dieses Projekts ist es, die Betriebssicherheit und Betriebsstabilität von Solaranlagen durch den Einsatz von Methoden der Digitalisierung deutlich zu verbessern. Da Solaranlagen mit Flachkollektoren den überwiegenden Anteil der von SOLID verkauften Anlagen darstellen, sollen in diesem Projekt ausschließlich solche Solaranlagen berücksichtigt werden. Es wurden zwei grundlegende Bereiche identifiziert, welche zur Verbesserung der Betriebssicherheit und der Betriebsstabilität besondere Relevanz besitzen. Diese sind (i) das Monitoring und die Diagnose des Anlagenzustands und (ii) die Datenbasierte Optimierung der Anlagenregelung.

(i) Das Monitoring und die Diagnose des Anlagenzustands ist eine zentrale Aufgabe der Betreiber\*innen von Solaranlagen um Fehler oder Schäden an der Anlage zu erkennen und diese durch Wartungs- oder Reparaturarbeiten beheben zu können. Dazu sind jedoch ein tiefes technisches Verständnis und ein hoher Zeitaufwand notwendig. Dies führt dazu, dass Probleme an Solaranlagen häufig nicht früh genug erkannt werden, wodurch es zu unerwünscht langen, ungeplanten Stillstandzeiten der Solaranlage kommt, was zu ökonomischen Verlusten führt. Ein Ziel dieses Projekts ist es daher, eine Methode zum umfangreichen Monitoring und zur automatisierten Diagnose von Solaranlagen zu entwickeln. Diese soll Fehler und Schäden von Sensoren, Aktuatoren und andere Komponenten der Solaranlage automatisiert und frühzeitig erkennen und lokalisieren und diese den Betreiber\*innen der Solaranlage anzeigen. Darüber hinaus sollen aus dem Monitoring und der Diagnose automatisiert Warnungen und Alarme generiert werden, wenn kritische Sicherheitsgrenzen bereits über- bzw. unterschritten wurden oder sich abzeichnet, dass dies in Kürze der Fall sein wird.

(ii) Die Anlagenregelung steuert die Stellgerät der Solaranlage an um dafür zu sorgen, dass die zu regelnden Größen stets auf ihren Sollwerten gehalten werden. Sie kompensiert externe Störungen und sorgt dadurch für eine Bereitstellung von

Wärme auf einem gleichbleibenden Temperaturniveau. Damit bestimmt die Anlagenregelung maßgeblich über die Betriebssicherheit und Betriebsstabilität der Solaranlage und die Qualität mit der die Wärme zur Verfügung gestellt wird. Die Auswahl der Reglerparameter entscheidet dabei darüber, wie schnell Änderungen der Sollwerte berücksichtigt werden und wie gut Störungen unterdrückt werden können. Die Reglerparameter müssen also richtig gewählt werden um eine hohe Betriebssicherheit und Betriebsstabilität zu erreichen. Zur richtigen Auswahl der Reglerparameter ist jedoch ein ausreichend gutes technisches Verständnis im Bereich der Regelungstechnik und über das Betriebsverhalten der Solaranlage notwendig. Darüber hinaus ist zur Bestimmung der richtigen Reglerparameter ein hoher Zeitaufwand entweder von Inbetriebnehmer\*innen oder Betreiber\*innen von Solaranlagen notwendig. Es ist daher ein Ziel dieses Projekts, eine Methode für die automatisierte Bestimmung der hinsichtlich der Betriebssicherheit und Betriebsstabilität optimalen Reglerparameter zu entwickeln. Diese Methode soll die optimalen Reglerparameter auf Wunsch der Betreiber\*innen oder der Inbetriebnehmer\*in der Solaranlage (z.B. nach einem Knopfdruck in der Benutzeroberfläche) automatisiert neu bestimmen können.

Zur Nutzung der Methoden der Digitalisierung soll eine Software programmiert werden, welche für den Betrieb auf den speicher-programmierbaren Steuerungen der Solaranlagen ausgelegt ist und dort Messdaten in Echtzeit verarbeitet. Darüber hinaus soll die bestehende graphische Benutzeroberfläche für Solaranlagen von SOLID erweitert werden, um einerseits eine Bedienung der neu hinzugefügten Methoden der Digitalisierung durch die Betreiber\*innen der Solaranlage zu ermöglichen und andererseits die berechneten Daten anzuzeigen und langfristig zu speichern. Diese Software soll im Zuge dieses Projekts als Prototyp an einer realen solarthermischen Großanlage implementiert werden um ihre Funktionsfähigkeit in Einsatzumgebung zu demonstrieren. Im Zuge dieses Projekts soll die entwickelte Software jedoch nicht technisch fertig entwickelt oder zertifiziert werden. Dies soll, bei erfolgreichem Erreichen der Projektziele, nach Projektabschluss durchgeführt werden.

## **Projektkoordinator**

- SOLID Solar Energy Systems GmbH

## **Projektpartner**

- BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH