

# Intelligente Mikrosensoren für den Einsatz in solarthermischen Anlagen – Integration in die Systemtechnik

Michael Verdik  
Grundfos  
Management A/S  
mverdik@grundfos.com

Mathias Collet  
RESOL elektronische  
Regelungen GmbH  
mathias.collet@resol.de

In der Solar-, Sanitär- und Heizungstechnik wird die messtechnische Erfassung und Überwachung von Betriebszuständen immer wichtiger. Nur wer misst, kann Anlagenprozesse besser regeln und optimieren, den Komfort steigern und Energiesparpotenziale nutzen. Robuste und intelligente Sensoren auf MEMS-Basis (Mikro-Elektro-Mechanische-Systeme) eröffnen vollkommen neue Möglichkeiten zur Optimierung der Solartechnik.

„Herzstück“ des Sensors ist ein Silizium-Drucksensorchip auf der Basis des Piezo-Widerstands, der den Druck und die Temperatur des Mediums in ein elektrisches Signal umwandelt. Je nach Gestaltung der Einlassöffnung kann der Sensor als Druck-, Differenzdruck oder Durchflusssensor arbeiten. Im Sensor werden die Signale kalibriert und über einen Mikroprozessor in analoge oder digitale Signale umgewandelt. Gegenüber konventionellen Sensoren kann aufgrund der Nanobeschichtung auf eine aufwändige Kapselung des Sensors verzichtet werden, was zugleich eine sehr kompakte und kosteneffektive Bauweise ermöglicht.

## 1. Die MEMS-Technologie

Seit mehr als zwölf Jahren erforscht und entwickelt die Firma Grundfos mikromechanische Halbleiter-Sensorik (MEMS). Der Meilenstein dieser Neuentwicklung liegt in der Nanobeschichtung eines Siliziumchips. Eine homogene Schicht aus amorphem Metallglas schützt den Sensor selbst vor aggressiven Medien, sodass ein „direkter“ Kontakt mit Säuren und Laugen (pH 2-11) möglich ist. Glycolwässer in Kombination mit hohen Temperaturen sind ebenfalls gut verträglich, sodass die so genannten Direct Sensors hervorragend für den Einsatz in solarthermischen Anlagen geeignet sind.

So messen die Direct Sensors™ „On-Chip“:

- Durchfluß & Temperatur (Typ Grundfos VFS)  
Meßbereich: 1–20, 2–40, 5–100, 10–200, 20–400 Liter/min. (0–100 °C)
- Druck & Temperatur (Typ Grundfos RPS)  
Meßbereich: 0–0.6/1.0/1.6/2.5/4.0/6.0/10.0 bar, (0–100 °C)
- Differenzdruck & Temperatur (Typ Grundfos DPS)  
Meßbereich: 0–0.6/1.0/1.6/2.5/4.0/6.0/10.0 bar, (0–100 °C)

Abbildung 1  
Sensor mit MEMS-  
Technologie





Abbildung 2  
Durchflussmessung  
ohne bewegliche Teile

Quelle: Grundfos

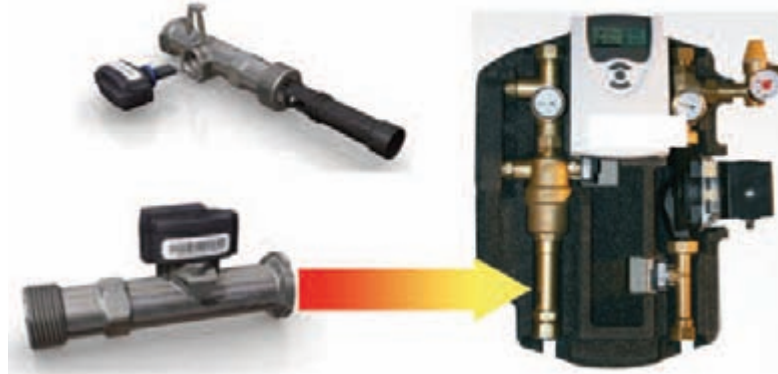


Abbildung 3  
Innovation für  
effektivere  
solarthermische  
Systeme

Quelle: Grundfos

## 2. Messen statt Drosseln

In konventionellen Solaranlagen wird noch mit Durchflussmengenbegrenzern die maximale Wassermenge eingestellt – ein Drosselverfahren, das seit 50 Jahren genutzt wird und nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entspricht. Denn letztlich wird ein Druckverlust aufgebaut, der über die Solarpumpe zu einem erhöhten Stromverbrauch führt – wodurch die Gesamtenergiebilanz der Anlage sinkt.

Mit einer neuen innovativen Sensortechnologie besteht nun die Möglichkeit, intelligente und vor allem leistungsfähigere Solaranlagen zu entwickeln. Die Zielsetzung und voraussichtlich der neue Solarstandard heißt „Messen statt Drosseln“.

Damit wird die Solaranlage mit Hilfe von Mikrosensoren immer im optimalen Bereich geregelt. Darüber hinaus besteht in Analogie zur Photo-

voltaik eine sehr einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Visualisierung des solaren Energieertrags.

Der Betreiber der Solaranlage hat somit nicht nur eine wesentlich bessere Funktionskontrolle, sondern er bekommt darüber hinaus eine Information über den tatsächlichen solaren Gewinn.

Dazu wird eine robuste und zuverlässige Durchflussmessung benötigt. In der Praxis hat sich dabei besonders die Durchflussmessung nach dem Vortex-Prinzip<sup>1</sup> bewährt: In einer durchströmten Messstrecke wird hinter einem Vortex-Element eine wechselseitige Verwirbelung erzeugt, deren Frequenz proportional zur Strömungsgeschwindigkeit ist. Da der durchströmte Innenquerschnitt bekannt ist, kann der Durchfluss sehr leicht errechnet werden. Ohne bewegliche Teile, ohne Verschleiß und ohne Drift wird somit mit

<sup>1</sup> Wirbelprinzip

Abbildung 4  
Visualisierung des  
solaren Energieertrags



Hilfe eines Chips ein kombiniertes Durchfluss- und Temperatursignal erzeugt. Das Messverfahren selbst ist dabei unabhängig von Dichte, Temperatur und Druck des Mediums und somit besonders geeignet für Glycol-/Wassergemische, wie in Solaranlagen üblich.

Als Weiterentwicklung wurde speziell für die Solartechnik eine Vortex Insert TM entwickelt, die den Low-flow-Bereich in Glycol-Wassergemischen (ab 1 Liter/min.) abdeckt. Der Einsatz kann sehr einfach in Messing- oder Edelstahlarmaturen integriert werden und ist somit sehr variabel einsetzbar.

### 3. Warum Integration der Sensorik in die Systemtechnik?

- a. Es sollen Fehler vermieden werden:
  - Die Position der Sensoren ist festgelegt – durch Vorverdrahtung ergeben sich kürzere Montagezeiten
- b. Die Überwachung des Solar-Systems wird vereinfacht:
  - Wird bei aktivierter Pumpe kein Volumenstrom gemessen, erfolgt ein Abschalten der Pumpe und eine Fehlermeldung wird generiert.
  - Bei Über- bzw. Unterschreiten eines Druckwertes wird die Anlage außer Betrieb genommen.

- Bei Nichterreichen des Sollwertes des Volumenstroms wird eine Meldung erstellt.
- Bei Überwachung des Wärmeübergangs (Ladedifferenz) sind geringere Ausschalt-differenzen möglich.

### 4. Schlussfolgerungen

Die neue Sensorgeneration Direct Sensors™ hat das Potenzial, eine bessere Solartechnik zu ermöglichen. Neben der EDV-Peripherie, der Medizintechnik und der Automobilindustrie wird sie sicher auch in der Solar-, Sanitär und Heizungstechnik rasch Einzug halten. Damit zählt die MEMS-Technologie zu den viel versprechendsten Innovationen der Gegenwart.