

# Zustandsüberwachung für die vorausschauende Wartung von geothermischen elektrischen Tauchpumpen

Autoren: Johann Palm<sup>1</sup>, Kirsten Appelhans<sup>2</sup>, Timon Sachweh<sup>3</sup>, Michael Brodmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Westfälisches Energieinstitut (WEI) der Westfälischen Hochschule, Gelsenkirchen; <sup>2</sup>Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG, Bochum; <sup>3</sup>Institut für die Digitalisierung von Arbeits- und Lebenswelten (IDIAL), Dortmund

Die COMPRESS-Projektpartner bauen ein Monitoring-System auf, das die Betriebszustände von Tauchkreislumpen detailliert erfasst. Individuell angepasste Auswertelgorithmen geben Auskunft über den aktuellen Zustand der Pumpe und ermöglichen Aussagen über mögliche Schäden. Dadurch lassen sich die Effizienz und Lebensdauer der Anlage erhöhen und somit die Wirtschaftlichkeit verbessern. Die Messung von Druck, Temperatur und Beschleunigung basiert auf faseroptischen Sensoren (Lichtwellenleiter), die Fehlerquellen in tiefen Geothermiepumpen aufspüren und Schwachstellen identifizieren. Die Sensoren sollen Temperaturen bis zu 150 °C, Drücke bis zu 70 bar und Schwingungen bis zu 1000 Hz in 3 Achsen erfassen können. Um die Sensorwerte zu speichern und mit Methoden des maschinellen Lernens zur Ableitung von Wartungsempfehlungen zu nutzen, wird eine lauffestrobuste COMPRESS-Plattform zur Überwachung von Tauchkreislumpen in Tiefengeothermieanlagen entwickelt und in einer Pilotanlage getestet.

## Übersicht faseroptische Sensoren für geothermische Tauchpumpen

Zur Zustandsüberwachung sollen die bisherigen elektrischen Sensoren durch faseroptische Sensoren ersetzt werden. Faseroptische Druck- und Temperatursensoren werden in der Öl- und Gasindustrie bisher nur sporadisch eingesetzt. Nach der verfügbaren Literatur sind dort Einsatzgrenzen von 600 bar und 150 °C definiert [1]. Diese Sensoren haben ein druckdichtes Edelstahlgehäuse, in das zwei Faser-Bragg-Gitter eingebettet sind. Faser-Bragg-Gitter sind optische Interferenzfilter, die in Glasfasern eingeschrieben sind. Wellenlängen, die innerhalb der Filterbandbreite liegen, werden reflektiert [2]. Der Druck wird über eine Membran an eine nicht-aggressive Flüssigkeit im Inneren übertragen, in die die Fasern eingelegt sind.

Faseroptische Beschleunigungsaufnehmer für die geforderten Randbedingungen werden bisher nicht hergestellt. Daher wurde ein Entwicklungsprojekt mit dem Hersteller Ceko Sensors ApS gestartet, um zwei Prototypen zu entwickeln, die 70 bar und 150°C ausgesetzt werden können. Abbildung 2 zeigt den Prototyp, der über ein Edelstahlgehäuse verfügt, in dem drei Sensorchips auf der Basis von volloptischen MEMS (mikroelektromechanische Systeme) eingebaut sind. Für den druckdichten Anschluss der Sensoren im Bohrloch an das Oberflächenkabel wurde eine Connector-Box entwickelt, die in Abbildung 3 dargestellt ist. Drei Kabel können mit Hilfe von Durchführungen an die Box angeschlossen werden. Abbildung 4 zeigt den vollständigen Aufbau der Messausrüstung in dem 8-Zoll-Bohrloch. Das Steigrohr ist mit der Grundfos-Pumpe verbunden. Die Connector-Box wird am Steigrohr befestigt und die Durchführungen werden mit Dichtungsmasse eingeschraubt. Der Prototyp (gelb dargestellt) wird unter der Box befestigt. Der Druck-/Temperatursensor (orange dargestellt) ist seitlich angebracht.



Abb. 1: Faseroptischer Druck-/Temperatursensor von Fibos für 150 °C und 70 bar [3]



Abb. 2: Prototyp eines faseroptischen Beschleunigungsmessers für 150 °C und 70 bar mit 3 Achsen

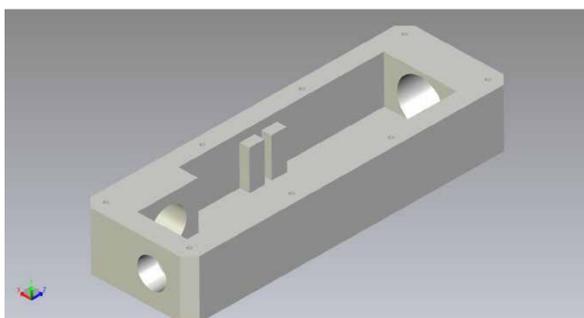


Abb. 3: Connector-Box zum druckdichten Anschluss von faseroptischen Sensoren an das Oberflächenkabel (ohne Deckel)

### Quellen

- [1] Reinsch, T., Hennings, J., Milsch, H., Regenspurg, S., Huenges (2013): Einsatz und Bedarf von Sensorik in der Geothermie, Forschungsverbund Erneuerbare Energien (FVEE), Potsdam.
- [2] Döring, H.; Habel, W.; Lienhart, W.; Schwarz, W; Springer Verlag (2017): Ingenieurgeodäsie, Kapitel 8: Faseroptische Messverfahren, Heidelberg.
- [3] Fibos Inc.: Datenblatt Pressure Transducer Low Range Series (PTL) [Online], Toronto, [https://fibos.ca/downloads/FIBOS\\_Pressure\\_PTL\\_FS-083019.pdf](https://fibos.ca/downloads/FIBOS_Pressure_PTL_FS-083019.pdf) (Stand: 09.03.2022).

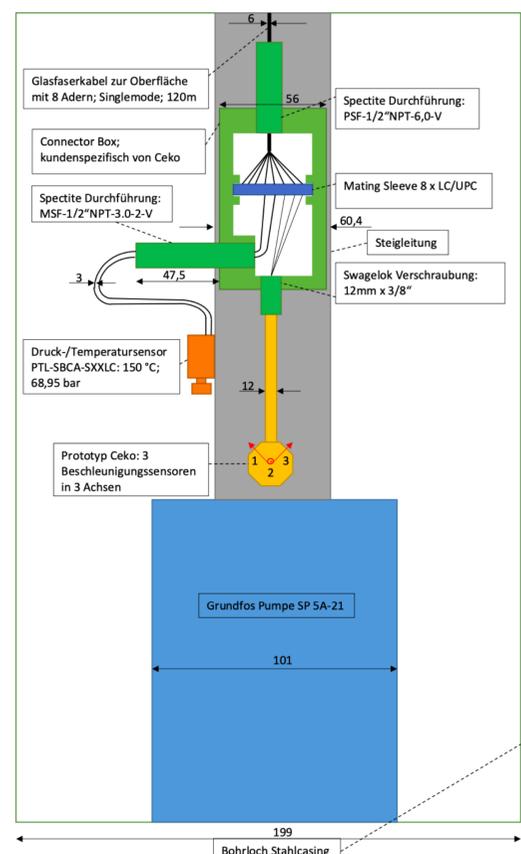


Abb. 4: Schematischer Versuchsaufbau der faseroptischen Messtechnik in einem 8-Zoll-Bohrloch mit einer installierten 4-Zoll-Pumpe