



Simon Mauchle

Diplomand	Simon Mauchle
Examinator	Prof. Reto Bonderer
Experte	Urs Reidt, Hamilton Medical AG, Bonaduz, GR
Themengebiet	Embedded Software Engineering
Projektpartner	Solexperts AG, Mönchaltorf, ZH

Automatisierte Sensor-Temperaturkompensation

Neigungssensoren für geotechnische Anwendungen

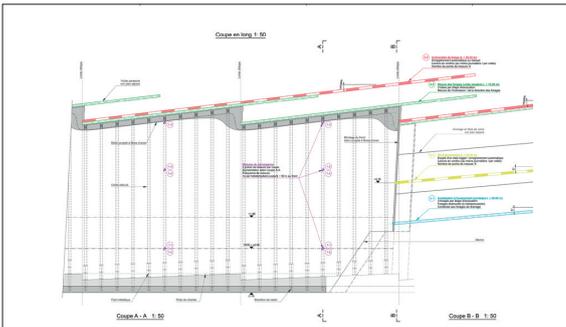


Abbildung 1: Seitenansicht eines Tunnels mit den rot markierten Testbohrungen

Ausgangslage: Die Firma Solexperts AG ist weltweit an namhaften Projekten mit geotechnischen und hydrogeologischen Instrumentierungen und Feldversuchen beteiligt. Die Projekte umfassen Forschungsprojekte für die nukleare Entsorgung, Wasserbauwerke, Spezialtiefbau und Tunnelbau. Dabei sind im Tunnelvortrieb Setzungen der Tunneldecke stark von der Felsbeschaffenheit abhängig und müssen daher überwacht werden. Dazu werden verhältnismässig kleine Bohrungen in der Decke vorgesehen (Abbildung 1, rote Bohrungen), welche mit Neigungssensoren instrumentiert werden.

Ziel der Arbeit: Um die Neigungsänderungen entlang einer Bohrung zu messen, muss ein Messsystem entwickelt werden. Dazu sollen kostengünstige Sensoren und ein geeigneter Mikroprozessor der Familie MSP evaluiert werden. Das Kommunikationsprotokoll des Messsystems muss zudem mit dem bestehenden Datenerfassungssystem der Firma Solexperts AG kompatibel sein. Weiter müssen die Neigungsmesswerte eine möglichst geringe Temperaturabhängigkeit aufweisen, sodass eine Genauigkeit von $\pm 0,1$ mm/m erreicht wird. Für die zu implementierende Firmware soll ein gut abstrahiertes Softwarekonzept erstellt und soweit wie möglich mit Unit-Tests abgedeckt werden.

Ergebnis:

■ Firmware

Als Hauptergebnis sind ein Softwarekonzept und dessen Implementierung entstanden. Das Messsystem kann dadurch die Messwerte über eine Schnittstelle versenden sowie konfiguriert und kalibriert werden. Dazu wurden diverse Softwarepatterns verwendet, um weitere Anpassungen der Firmware zu erleichtern. Weiter wurde ein Hardware-Abstraction-Layer implementiert, welcher zukünftig wiederverwendet und weiter ausgebaut werden kann, um möglichst effizient neue Projekte realisieren zu können.

■ Neigungsmessung

Mit einem kostengünstigen Beschleunigungssensor wurde versucht, die für die Neigungsmessung geforderte Genauigkeit zu erzielen. Jedoch konnte auch mithilfe von digitaler Filterung die Genauigkeitsanforderung nicht erfüllt werden, weshalb auf den vorgeschlagenen Sensor der Firma Solexperts zurückgegriffen wurde. Mit diesem Sensor konnte die geforderte Genauigkeit erreicht werden.

■ Automatisierte Temperaturkompensation

Das Messsystem ist so aufgebaut, dass die Temperaturkompensation vom System selber durchgeführt wird. Diverse Tests haben jedoch gezeigt, dass die derzeit zur Verfügung gestellte Messeinrichtung nicht ausreicht, um eine verlässliche Kompensation durchzuführen.

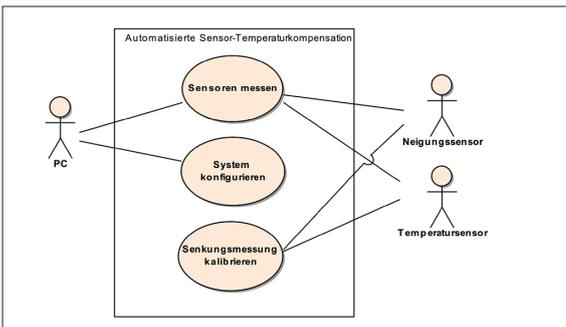


Abbildung 2: Stark abstrahierte Aufgabenstellung in Form eines Kontextdiagrammes

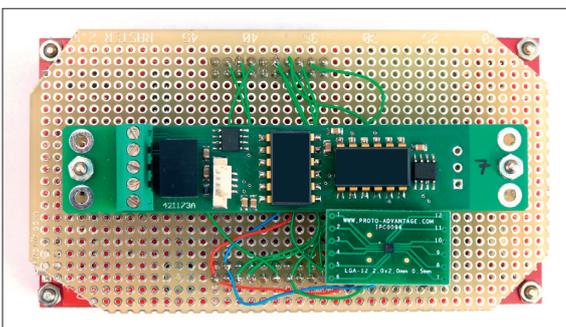


Abbildung 3: Neuer Prototyp des Messsystems