

Verteilter faseroptischer Porenwasserdruckgeber

Diplomand



Fabian Kobler

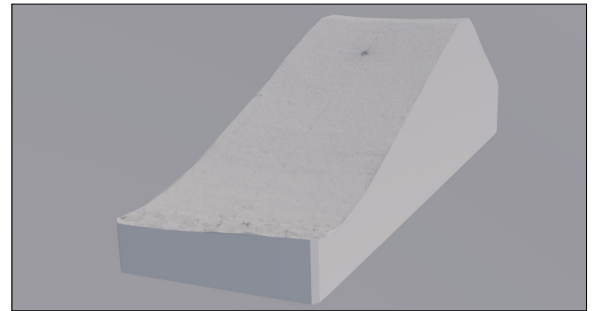
Ausgangslage: Im Rahmen des FIBRADIKE-Projektes soll ein neuartiges faseroptisches Messsystem zur Fluss- und Erddammüberwachung entwickelt werden. Kernstück des Überwachungssystems ist ein verteilter faseroptischer Sensor. Das Projekt wird durch das Bundesamt für Umwelt und den Kanton Wallis geleitet und entwickelt. Verteilte faseroptische Sensoren bieten die einzigartige Möglichkeit, Dehnungen entlang einer herkömmlichen Singlemode-Faser über Sensorlängen von mehreren Kilometern mit einer räumlichen Auflösung von Metern zu messen. Dies macht die Technologie sehr attraktiv für Anwendungen im Bereich der Bodenbewegungsüberwachung und soll für den neuen Sensor genutzt werden. Durch eine Spiralabwicklung auf einem Kern soll der Zusammenhang zwischen gemessener Dehnung in Faserrichtung und wirkendem Wasserdruck auf dem Sensor hergestellt werden.

Ziel der Arbeit: Die allgemeine Idee des FIBRADIKE-Projektes ist die Entwicklung eines zuverlässigen verteilten faseroptischen Sensors zur Messung des Wasserdruckes mit hoher Auflösung und Genauigkeit. Diese Masterarbeit ist Teil des Forschungsprojekts. In der vorliegenden Arbeit soll in Versuchen die Funktionsweise des neuartigen Überwachungssystems untersucht und bestätigt werden. Mit den Ergebnissen sollen die entscheidenden Parameter für die Entwicklung des Porenwasserdruckgebers bestimmt werden. Ausserdem sollen die gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage für die ersten industriell hergestellten Prototypen dienen. Weiter sollen mit den Sensoren mögliche Versagensarten in Flussdämmen untersucht werden.

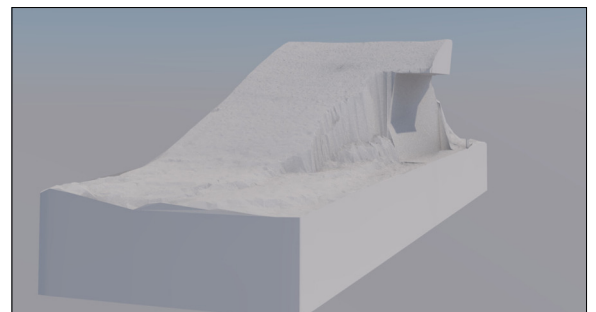
Ergebnis: Das Messprinzip des neuen Drucksensors konnte in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Anhand einer Dehnungsänderung im Sensor und einer linearen Regression kann auf die relative Wasserdruckveränderung geschlossen werden. Durch die Versuche wurde erkannt, dass eine Kombination von Parametern für die Sensitivität des Sensors entscheidend sind. Neben der Beschaffenheit des Kerns und der Kerngrösse ist der entscheidendste Parameter die Spirallänge. Mit einer kleineren Spirallänge wird der Sensor sensitiver. Allerdings nehmen auch die Dämpfungsverluste im Kabel zu. Damit der Sensor auch für grössere Distanzen funktioniert, sollte die Spirallänge eine Länge von zwei Zentimetern nicht unterschreiten. Für die Produktion ist eine Spirallänge von ca. drei Zentimetern erstrebenswert. Der Kern sollte einen Mindestdurchmesser von 8 mm haben. Optimal wäre eine Kerngrösse von 10 - 12 mm. Der Einfluss der Faser spielt auch eine Rolle, ist aber bei den vorliegenden Versuchen weniger entscheidend als die Spirallänge. Die Funktion des Glasfasersensors

wird bei den stationären Durchströmungen und instationären Strömungen nachgewiesen. Die Messwerte der H-Level Sensoren und der Glasfaserkabel stimmen über die Dammlänge überein. Besonders beachtlich sind die erfassten Resultate im Oberwasser bei den Entlastungs- und Sättigungsversuchen. Bei den Piping-Versuchen wird der Ober- und Unterwasserspiegel ebenfalls richtig erfasst. Potentialunterschiede im Dammkörper sind während des Versuches keine zu messen. Dies kann viele Gründe haben, liegt aber höchstwahrscheinlich an der sehr kurzen Versuchsdauer, der geringen Dammhöhe und der hohen stationären Sickerströmung im Damm. Da der Sensor insbesondere bei niedrigen Druckunterschieden

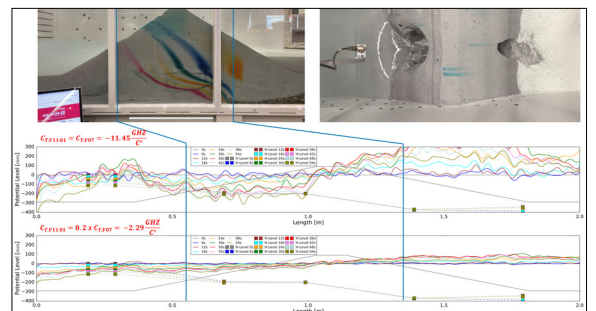
Damm vor Piping-Versuch (Aufnahme mit 3D-Laserscanner)
Eigene Darstellung



Damm nach Piping-Versuch: Dammdurchbruch auf der rechten Seite (Aufnahme mit 3D-Laserscanner)
Eigene Darstellung



Vergleich Potentialmessung H-Level Sensor und Faseroptiksensoren V11.01 bei Piping (Temperatur berücksichtigt)
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Korreferent

Dr. Massimo Facchini,
Iridis Solutions GmbH,
Zürich, ZH

Themengebiet
Civil Engineering