

GTC Kappelmeyer® – Messverfahren

Die Marke GTC Kappelmeyer®

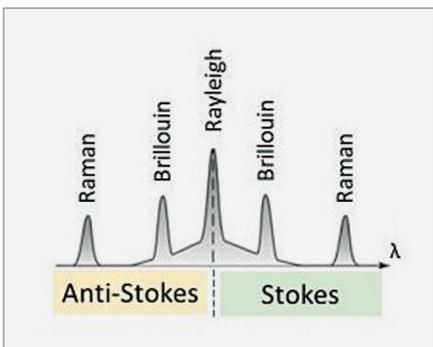
Im Januar 2017 wurde die Firma GTC Kappelmeyer® in die Solexperts Firmengruppe integriert. Als eigenständige Marke GTC Kappelmeyer® bieten wir unseren Kunden seither vom Standort Karlsruhe aus, neben der bisherigen Messtechnik im Bereich der thermischen Leckortung, auch alle Leistungen der Solexperts Gruppe an. Diese umfassen nun auch die verteilte faseroptische Temperaturmessung und die verteilte faseroptische Dehnungsmessung.

Mehr als 500 km Dämme, Deiche, viele Schleusenbauwerke und mehr als 200 Trogbaugruben wurden erfolgreich untersucht. Folgende Verfahren kommen dabei häufig zum Einsatz:



Temperatursondiervverfahren

Ein Hohlgestänge wird in den Boden gerammt und ein Messkabel mit Temperatursensoren wird eingeführt. Nach einer thermischen Angleichsphase werden die Bodentemperaturen tiefenabhängig mit einem portablen Präzisionsmessgerät gemessen. Temperaturanomalien können noch vor Ort identifiziert und Leckage geortet werden.



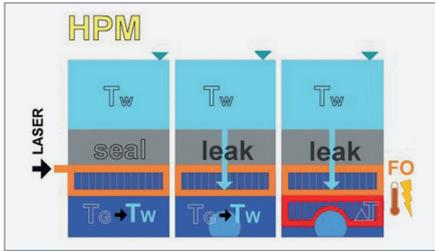
Faseroptische Temperaturmessungen

Faseroptischen Temperaturmessungen basieren auf der Rückstreuung von in Glasfasern eingekoppelten, kurzen Laserpulsen (< 10 ns). Die Temperaturbestimmung erfolgt mittels Ramanspektroskopie am zurückgestreuten Licht. Aus dem Verhältnis der Intensitäten von Stokes- und Anti-Stokes-Linien wird die Temperatur berechnet. Die räumliche Zuordnung der Messwerte erfolgt anhand einer sehr genauen Zeitmessung unter Berücksichtigung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts in der Glasfaser. Bei Kabellängen von bis zu 10 km kann eine Temperaturmessgenauigkeit von besser als 0,1 °C und eine Ortsauflösung von ca. 0,7 m erreicht werden.



Gradienten-Methode

Bei einer ausreichenden Differenz zwischen der Umgebungstemperatur des Glasfaserkabels und der Gewässertemperatur würde sich bei einer Leckage der Temperaturgradient zwischen der ungestörten Bodentemperatur und der Sickerwassertemperatur verringern. Diese Methode ist abhängig von jahreszeitliche Temperaturschwankungen.



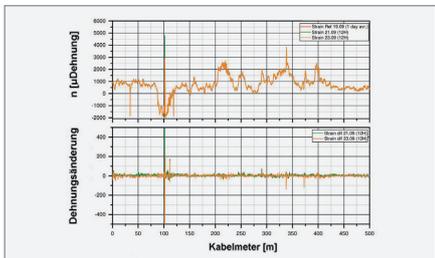
Heat-Pulse-Methode

Bei keiner ausreichenden Differenz zwischen der Umgebungstemperatur des Glasfaserkabels und der Gewässertemperatur, muss ein Hybrid-Glasfaserkabel mit elektrischen Leitern verwendet werden. Wird das Kabel aufgeheizt, wird ein Temperaturanstieg gemessen, welcher an einer Leckage geringer ist. Diese Methode ist unabhängig von jahreszeitlichen Temperaturschwankungen.



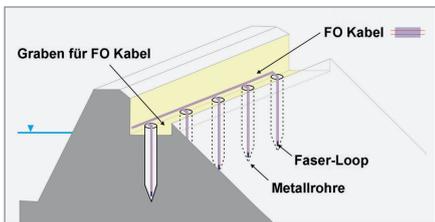
Frost-Pulse-Methode

Ein Kältemittel wird in ein Temperatursondenrohr eingebracht und mit Temperatursensoren wird danach der Temperaturwiederanstieg gemessen und analog der HPM ausgewertet. Hierzu wird keine elektrische Energie benötigt.



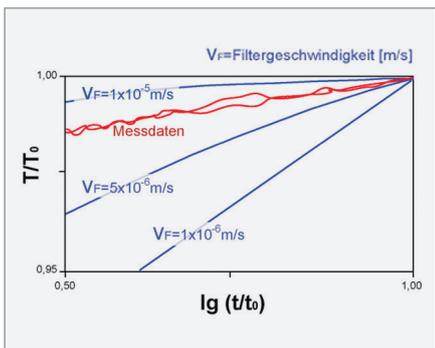
Faseroptische Dehnungsmessungen

Deformationen und Bewegungen im Untergrund können mit einer Auflösung von 0,5 m und 1 µm/m detektiert werden. Im Beton können sogar Mikro-Risse im Gefüge geortet werden. Eine Single-Mode-Glasfaser kann bis zu ca. 10.000 µm/m (1%) gedehnt werden, wobei die Ummantelung die Dehnungsänderung des Messobjekts möglichst optimal auf die Faser übertragen muss.



Retrofit-Methode

Zur Bauwerksüberwachung kann die faseroptische Temperaturmesstechnik auch nachträglich installiert werden. Dazu können z.B. Temperatursondenrohre in einen Damm eingebracht und mit biegeoptimierten Hybrid-Glasfaserkabeln ausgestattet werden.



In-situ Bestimmung der Porengeschwindigkeit

Mit der Heat-Pulse-Methode können Porengeschwindigkeiten im Bereich von 10^{-7} m/s bis 10^{-2} m/s in-situ bestimmt werden. Während der Heizphase wird ein spezifischer Temperaturanstieg beobachtet, der von der Wärmeleitfähigkeit, der Wärmekapazität und der Fließgeschwindigkeit des Sicker-, bzw. des Grundwassers abhängt. Die Porengeschwindigkeit des Fluids kann bestimmt werden, indem man den gemessenen Temperaturanstieg mit numerisch berechneten Werten vergleicht. Mit der Gradienten-Methode kann die Porengeschwindigkeit in-situ bestimmt werden, sofern eine zeitliche Variation der Sickerwassertemperatur vorliegt.