



---

# Geotechnik-Seminar

**Montag, 25. November 2013, 16:00 Uhr**

Hochschule für Technik Stuttgart  
Hauptgebäude (Bau 1), Raum U 37 (Tiefenhörsaal)

---

## Temperaturmessung in der Geotechnik: Dämme/Deiche – Baugruben – Deponien – Erdwärmesonden

**Dipl.-Geophys. Jürgen Dornstädter**

geschäftsführender Gesellschafter, GTC Kappelmeyer GmbH, Karlsruhe

Temperaturmessungen finden in vielen Bereichen der Geotechnik Anwendung. Erste systematische Temperaturmessungen zur Ortung von Leckagen an Dämmen des Dortmund-Ems-Kanales wurden bereits 1953 durchgeführt. Hierbei wurde die Temperatur des Gewässers als Tracer genutzt. Nach Dammbürchen am Elbeseitenkanal und am Main-Donau-Kanal wurde die Messtechnik Ende der 1980er Jahre derart verbessert um einen kommerziellen Einsatz zu ermöglichen. Das dabei entwickelte Temperatursondiervorgehen ermöglicht die Aufnahme von Temperaturtiefenprofilen in Lockergesteinen bis in ca. 35 m Tiefe. Mit diesem Verfahren wurden europaweit mehr als 500 km Dämme und Deiche auf Durch- bzw. Unterströmungen untersucht. Sickerwasserfließbewegungen können damit 2-dimensional bzw. 3-dimensional erkundet werden. Aufgrund der zeitlichen Variationen der Temperatur von Oberflächengewässern wird das Verfahren auch dazu genutzt um Strömungsgeschwindigkeiten in situ zu bestimmen. Betrachtet man die zeitliche Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeiten kann daraus gefolgert werden, ob Erosion/Suffusion oder Kolmation stattfindet, da es dabei zu einer Zunahme bzw. Abnahme der Geschwindigkeiten kommt. Porengeschwindigkeiten zwischen  $10^{-7}$  und  $10^{-2}$  m/s können bestimmt werden. Das Verfahren bietet große Vorteile, da die Heterogenität des Baugrundes - im Gegensatz zu Labormessungen - berücksichtigt wird. Durch eine Integration der gemessenen einzelnen Sickerwassergeschwindigkeiten über die Fläche kann die Gesamtsickerwassermenge abgeschätzt werden

Neben der Anwendung der Temperaturmessung an Dämmen und Deichen kommt die Temperaturmessung auch bei der Ortung von Dichtungsimperfektionen bei Trogbaugruben seit Mitte der 1990er Jahre zum Einsatz. Mehr als 150 Trogbaugruben wurden bisher untersucht. Bei den meisten der in der Geotechnik verwendeten Dichtelementen kommen zementhaltige Baustoffe zum Einsatz, dies führt auf Grund der Hydratation zu einer Erwärmung des Baugrundes in der Umgebung der Dichtelemente. Durch die niedrige konduktive Wärmeleitfähigkeit der Böden und Gesteine bleiben die Temperaturen im Baugrund lange Zeit erhöht. Strömt durch eine Dichtungsimperfektion Wasser, z. B. beim Probelenzen, so führt der an die Strömung gekoppelte advective Wärmetransport zu einer raschen Änderung der Bodentemperatur. Da das Grundwasser in größerer Entfernung zu den Dichtelementen deutlich niedriger ist, führt dies zu einer Abkühlung im Bereich der Dichtungsschwachstelle während eines Pumpversuches. Auch hier liegt die Nachweisgrenze bei Strömungsgeschwindigkeiten von ca.  $10^{-7}$  m/s, da bereits ab dieser Geschwindigkeit der advective Wärmetransport die konduktive Wärmeleitung in der Regel überwiegt.

Bei der Erkundung von Schadstoffahnen bei Deponien sind Temperaturmessungen im Boden ebenfalls sehr hilfreich, da die räumliche Temperaturverteilung im Abstrom einer Deponie einen Rückschluss auf die Ausbreitungsrichtung und die Tiefenlage der maximalen Kontamination ermöglicht. Die rasche und kostengünstige Kartierung der Schadstoffahne erlaubt eine deutliche Reduzierung der Grundwassergütemessstellen zur dauerhaften Begutachtung eines Dichtungsschadens. Der Temperatur-„Tracer“ entsteht hier durch die exotherme Reaktion im Deponiekörper und der damit einhergehenden Erwärmung des Sickerwassers.

Besteht keine Temperaturdifferenz zwischen der nachzuweisenden Sickerwasserströmung und dem Baugrund, so kommen die Heat Pulse Methode oder die Frost Pulse Methode zum Einsatz. Dabei wird der Baugrund künstlich erwärmt bzw. gekühlt und die zeitliche Temperaturentwicklung registriert. Hieraus wird die effektive Wärmeleitfähigkeit bestimmt, die sich aus konduktivem - Gitterschwingungen der Materie - und advektivem Wärmetransport - Strömung – zusammensetzt. Daraus kann wiederum auf die Strömungsverhältnisse im Baugrund geschlossen werden.

Beispiele aus den genannten Anwendungsbereichen werden vorgestellt.