

## **Die Dipol-Tracer-Methode zur Erkundung von Strömungsvorgängen in strukturierten Sedimenten**

Ulrich Saucke, Josef Brauns

### **1 Problemstellung**

Strukturierte grobklastische Sedimente - vorwiegend entstanden durch fluviatile und glaziale Prozesse - stellen vielfach den Untergrund entlang von Flüssen dar, auf dem in der Regel flußbauliche Bauwerke, wie z.B. Staustufen und Deiche, gegründet werden müssen. Für den Fall einer hohen hydraulischen Belastung des Untergrundes unterhalb derartiger Bauwerke, z.B. während eines Hochwasserereignisses, kann es primär an Schichtgrenzen infolge gesteigerter Fließgeschwindigkeiten zu mehr oder weniger ausgeprägten Kornumlagerungsvorgängen kommen. In diesem Zusammenhang stellen komplexe Tracerversuche in Kombination mit detailliert untersuchten Bohraufschlüssen eine Basis dar, um Aussagen in Bezug auf die Variationsbreite von Fließgeschwindigkeiten in fluviatil geprägten Untergrundzonen zu machen. Hierfür wurde die Dipol-Tracer-Methode (DTM) entwickelt.

### **2 Dipol-Tracer-Methode (DTM)**

Die Dipol-Tracer-Methode stellt ein kleinräumiges, hochauflösendes Tracerverfahren dar. Hierfür wird mittels einer Kreislaufströmung zwischen einem Entnahme- und einem Einspeisebrunnen im Untergrund ein hydraulischer Dipol erzeugt. Sobald stationäre Verhältnisse vorliegen, wird über den Einspeisebrunnen zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des Grundwassers dem Kreislauf zeitlich begrenzt eine Kochsalzlösung zugegeben. Für die Detektion der Salzlösung in der gesättigten Untergrundzone wurde eine Multi-Meßlanze entwickelt, die höhendifferenziert die Messung der elektrischen Leitfähigkeit im Grundwasser ermöglicht. Hierfür sind in direkter Verbindung zwischen den hydraulischen Brunnen Meßstellen installiert.

### **3 Durchgeführte Untersuchungen**

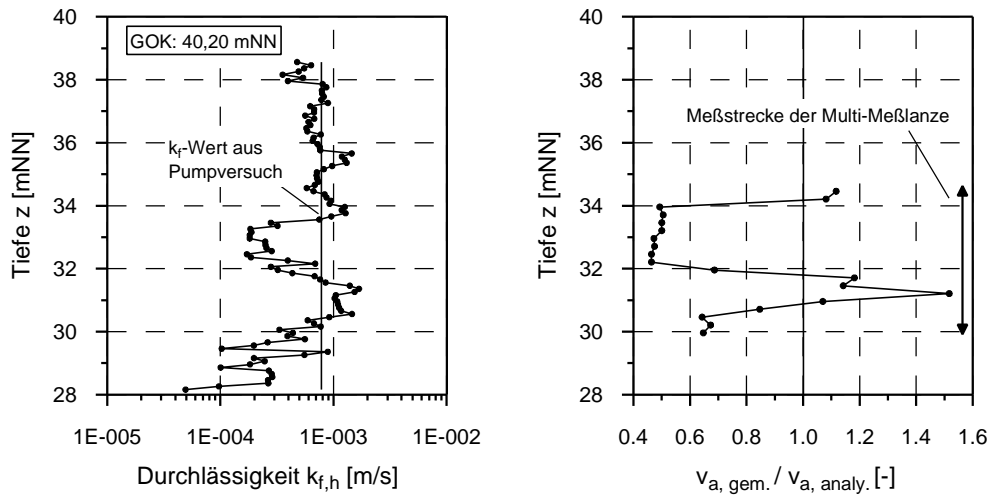
Für den erstmaligen Einsatz der DTM wurde ein Versuchsgelände auf Grundlage von geologischen Vorerkundungen nördlich von Magdeburg im Bereich der Ohremündung bestimmt. Zur Gewinnung einer breiten Datenbasis sind zwei rechtwinkelig zueinander angeordnete Meßprofile erstellt worden. Mit Hilfe des Hohlbohrschneckenverfahrens wurden hierfür insgesamt 16 4''-Brunnen bzw. -Meßstellen errichtet, für die mittels Rammkerngewinnung im Liner-Verfahren ein detaillierter Bodenaufschluß gewonnen wurde. Die gewonnenen Bohraufschlüsse wurden im Labor mit Hilfe von Siebanalysen in Bezug auf deren Korngrößenverteilungen umfangreich untersucht, so daß auf

Grundlage von Korngrößenparametern hydraulische Durchlässigkeiten in einem 10 cm Raster für die Brunnen und Meßstellen bestimmt werden konnten.

Im Zuge der sechswöchigen Untersuchungen wurden ein Kleinpumpversuch und sieben Versuche mit der Dipol-Tracer-Methode durchgeführt. Für diese Versuchsreihen wurden in den beiden Meßprofilen die Strömungsrichtung und die Tiefenlage der Multi-Meßblenden in den Meßstellen variiert. In allen Versuchen wurde der Durchfluß im hydraulischen Dipol mit  $12 \text{ m}^3/\text{h}$ , die Zugabedauer der Salzlösung mit einer Stunde und die Salzkonzentration mit  $4 \text{ g/l}$  konstant gehalten.

#### 4 Meßergebnisse

Wie oben dargelegt, ist Grundlage für statistische Untersuchungen in Bezug auf Zusammenhänge zwischen Untergrundaufbau und Strömungsvorgängen im Untergrund zunächst die Bestimmung von Fließgeschwindigkeiten in einem entsprechend strukturierten Untergrundbereich. Für den Meßabschnitt zwischen Einspeisebrunnen und nächstgelegener Meßstelle sind in Abb.1 hierzu rechnerische horizontale Durchlässigkeiten normierten Fließgeschwindigkeiten, die sich aus gemessenen bzw. analytisch bestimmten Tracerdurchgangszeiten ergeben, über die Tiefe gegenübergestellt. Ersichtlich sind ein Zusammenhang zwischen Zonen mit geringen Fließzeiten und hoher hydraulischer Durchlässigkeit bzw. gegenteilige Verhältnisse. Die Meßmethode liefert Ergebnisse, mit denen im beaufschlagten Bereich die Durchlässigkeitsverteilung mit Hilfe numerischer Verfahren näher bestimmt werden kann.



**Abb. 1** Berechnete horiz. Durchlässigkeiten auf Grundlage von Siebanalysen und mittels analytischer Lösung normierte Fließgeschwindigkeiten auf Basis gemessener Tracerdurchgänge für den Meßabschnitt zwischen Einspeisebrunnen und erster Meßstelle