

Detailerkundung zur Leckageortung und Fließpfadverteilung in einem Dammkörper

Projektbeschreibung

Entlang einer Dammkrone und an angrenzenden Gebäuden treten Setzungserscheinungen auf, die auf eine Dammleckage und damit verbundener Subrosion hindeuten. Der aufgeschüttete Dammkörper besteht aus heterogenem porösem Material und ist wasserseitig durch Lagen miteinander verkitteter Basaltblöcke gesichert. Die Position der vermuteten Leckage ist unbekannt. Auf der Dammkrone wurden mehrere Beobachtungsbrunnen errichtet. Die dort gemessenen Grundwasserstände zeigen jedoch keine eindeutigen hydraulischen Zusammenhänge, sodass sich die lokale Fließsituation im Dammkörper nicht belastbar modellieren und die Lage der Leckage daraus nicht ableiten lässt. Aufwändigere Mehrbohrloch-Tracerversuche waren aufgrund der zu erwartenden hohen Fließgeschwindigkeiten und der räumlichen Randbedingungen ebenfalls nicht erfolgversprechend. Um zu der Fließsituation Informationen zu gewinnen, wurden In-Situ Fließmessungen durchgeführt.

Hydrogeologisches Umfeld

Heterogener, künstlich aufgeschütteter Dammkörper (Schluff, Sand, Kies und Steine)

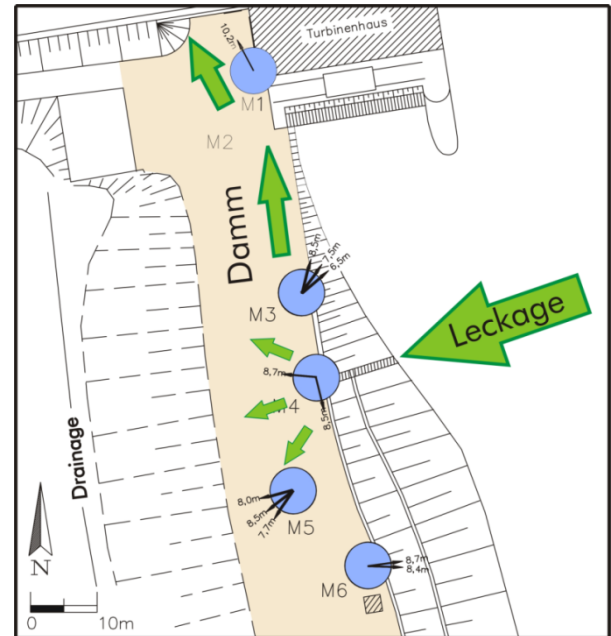
Einsatzzweck

- Detailerkundung zur Gefährdungsabschätzung
- Ortung der Dammleckage und Erkundung bevorzugter Fließpfade
- Datengrundlage für Instandsetzungs- und Sanierungsplanung

Untersuchungsergebnisse

Zur Eingrenzung der Leckage wurden horizontale In-situ-Fließmessungen in den Messstellen entlang der Dammkrone durchgeführt. Die Messungen zeigten sehr hohe Fließgeschwindigkeiten sowie eine hohe Schwebstoff- und Feinkornfracht. Die Ergebnisse weisen auf einen Austrag bzw. eine Umlagerung von Feinmaterial und damit auf die Ausbildung hochdurchlässiger Fließpfade innerhalb des Dammkörpers hin.

Insbesondere konnte parallel zu dem befestigten Dammbauwerk ein ausgeprägter bevorzugter Fließpfad in Richtung Unterwasser nachgewiesen und die Lage der vermuteten Leckage räumlich eingegrenzt werden. Die Ergebnisse lieferten damit wesentliche Informationen zur Bewertung der Sanierungsdringlichkeit und zur Festlegung der Sanierungsstrategie.



Kundennutzen

- Eingrenzung bzw. Lokalisierung der Dammleckage
- Nachweis von Feinkornaustrag und Umlagerungsprozessen im Dammkörper
- Identifizierung bevorzugter Fließpfade im Dammkörper
- Bewertung der Sanierungsdringlichkeit
- Planungsgrundlage für Instandsetzung und Sanierungsstrategie

Kunde

Internationales Tiefbauunternehmen

Leistungen

- Kamerabefahrungen
- Grundwasserstandmessungen
- Horizontale in-situ Fließmessungen

Projektdokumentation

Einsatzumfang

- 5 Messstellen / 2 Zoll
- Einsatztiefen: 1m-10m
- Messzeit gesamt: 10 Stunden

Einsatzort

Baden-Württemberg

991P123

Detailerkundung und Monitoring der Grundwasserumströmung eines Tunnelbauwerks

da ein Kontaminationseintrag aus dem Anstrombereich aufgrund der komplexen dreidimensionalen Fließverhältnisse zu einer entsprechend anspruchsvollen Grundwassersanierung führen könnte.

Technische Herausforderungen

Der horizontale Durchfluss innerhalb der Messstelle ist durch hohe abwärts gerichtet vertikale Fließbewegungen im Filterrohr beeinflusst. Dies erschwert die zuverlässige Erfassung der horizontalen Fließkomponente. Durch den Einsatz speziell für solche hydraulischen Situationen entwickelten Durchflussvorrichtungen mit vertikaler Bypass-Funktion konnte der Einfluss der vertikalen Fließkomponente deutlich reduziert werden. Die vertikale Strömung wird weitgehend an der horizontalen Messzone vorbeigeführt und die horizontale Durchströmung im Messbereich stabilisiert. Der Einfluss durch vertikalen Fließbewegungen in der Kieshinterfüllung führten dennoch zu einer erhöhten Streuung der horizontalen Fließrichtungen über das Profil der Filterstrecke. Daher war eine größere Anzahl horizontaler Einzelmessungen erforderlich, um eine belastbare mittlere Fließrichtung zu bestimmen (Bild unten).

Kundennutzen

- Detailliertes Verständnis einer komplexen Grundwasserfließsituation
- Validierung eines bestehenden Grundwasserströmungsmodells unter definierten hydraulischen Randbedingungen
- Jährliche Neubewertung des Risikos eines Grundwasseraufstaus

Kunde

Ingenieurbüro im städtischen Auftrag

Leistungen

- Kamerabefahrungen
- Vertikale und horizontale Fließmessungen
- Datenauswertung, Situationsanalyse, Projektdokumentation

Einsatzumfang

- 2-3 Messstellen / 5 Zoll
- Einsatztiefen: 10m-25m

Einsatzort

Nordrhein-Westfalen

Einsatzzeitraum

Jährliches Monitoring Programm seit 2011

241P230

Fließerkundung zur Planung eines Frostkörpers für einen Tunnelquerschlag

Projektbeschreibung

Im Rahmen eines Nord-Süd verlaufenden innerstädtischen Tunnelvortriebs sollen Tunnelquerschläge im grundwassererfüllten quartären Untergrund im Schutz künstlich erzeugter Frostkörper hergestellt werden. Die lokale Grundwasserströmung wird durch eine nördlich der Tunneltrasse betriebene Grundwasserhaltung beeinflusst. Zur Bewertung des Risikos einer strömungsbedingten thermischen Erosion der Frostkörper durch das Grundwasser sind belastbare Informationen zur örtlichen Grundwasserfließrichtung und -geschwindigkeit erforderlich. Mit In-situ-Fließmessungen sollten daher die Fließverhältnisse im Tiefenbereich der geplanten Tunnelquerschläge erkundet werden.

Hydrogeologisches Umfeld

Sandig-kiesiger Porengrundwasserleiter

Einsatzzweck

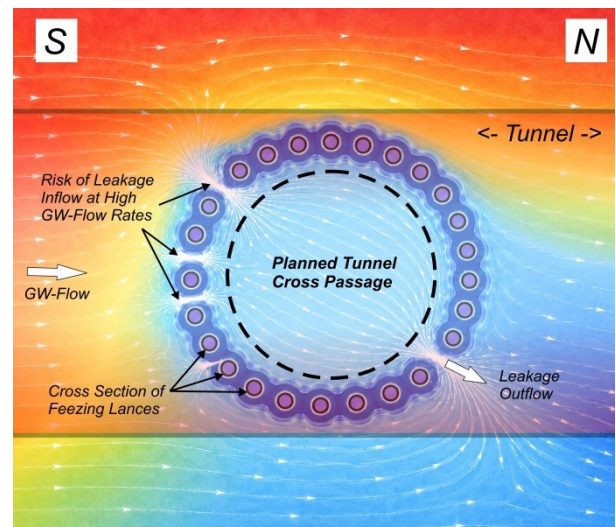
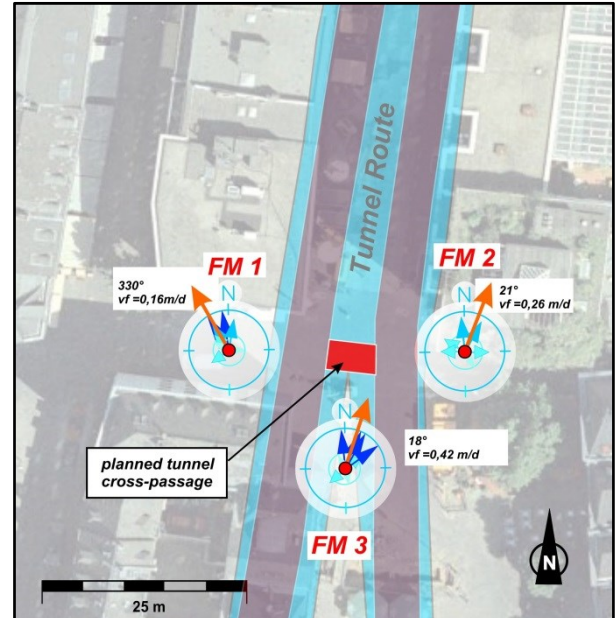
Hydrogeologische Baugrunderkundung zur Planung eines Frostkörpers für einen Tunnelquerschlag. Ziel war es, das Risiko einer strömungsbedingten thermischen Erosion und einer daraus möglicherweise resultierenden Schwächung bzw. Leakage des Frostkörpers einzuschätzen. Die gewonnenen Fließdaten dienen als hydrogeologische Datengrundlage für die Planung der Gefrierlanzenanordnung und die Dimensionierung der Vereisungsmaßnahme einschließlich des erforderlichen Energiebedarfs.

Kunde

Arbeitsgemeinschaft aus Tiefbauunternehmen und städtischem Verkehrsunternehmen

Untersuchungsergebnisse

Die In-situ-Fließmessungen in vier entlang der Tunneltrasse angeordneten Grundwassermessstellen zeigten überwiegend nach Norden gerichtete Grundwasserströmungen parallel zur Tunneltrasse und in Richtung der betriebenen Grundwasserhaltung. Die ermittelten Fließgeschwindigkeiten waren gering und lieferten damit eine wichtige Grundlage zur Bewertung der zu erwartenden strömungsbedingten Wärmeübertragung im Bereich der geplanten Frostkörper. Die direkt gemessenen Fließrichtungen und -geschwindigkeiten wurden mit als hydrogeologische Eingangsdaten für die Risikoeinschätzung der thermischen Erosion und die Dimensionie-



rung der Vereisungsmaßnahme herangezogen. Weitere, zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Fließmessungen unter veränderten hydraulischen Randbedingungen ergänzten die Datenbasis und ermöglichten es, den Einfluss unterschiedlicher Grundwasserhaltungssituationen auf die lokale Grundwasserströmung und damit auf die Planung der Tunnelquerschläge zu bewerten.

Kundennutzen

- Direkt gemessene Fließdaten zur Bewertung des Risikos einer thermischen Erosion des Frostkörpers

Fließerkundung zur Planung eines Frostkörpers für einen Tunnelquerschlag

- Ergänzende hydrogeologische Datengrundlage für die Anordnung von Gefrierlanzen und Dimensionierung der Vereisungsmaßnahme bzw. für thermische Berechnungsmodelle
- Nachweis vom Einfluss hydraulischer Randbedingungen auf die Grundwasserströmung
- Bewertung der Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasserhaltungssituationen auf die Frostkörperplanung
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungsmodelle
- Prüfung von Ausbau und Zustand der Grundwassermessstellen

Leistungen

- Kamerabefahrungen
- Horizontale in-situ Fließmessungen
- Projektdokumentation und -präsentation

Einsatzumfang

- 4 Messstellen / 5 Zoll
- Einsatztiefen: 12-30m
- Messzeit gesamt: 16 Stunden

Einsatzort

Nordrhein-Westfalen

Einsatzzeitraum

4 Tage

081P106

Ursachenerkundung eines hydraulischen Grundbruchs an einer Baugrubenumschließung

Projektbeschreibung

Nach Errichtung einer rund 25 m tiefen Baugrubenumschließung trat oberhalb der Sohlenabdichtung lokal ein hydraulischer Grundbruch auf. Zur Ursachenklärung und Bewertung der lokalen Grundwasserfließsituation wurden in mehreren umliegenden Grundwassermessstellen vertikale und horizontale In-situ-Fließmessungen durchgeführt.

Hydrogeologisches Umfeld

Heterogener Porengrundwasserleiter aus pyroklastischen Sedimenten und Bims mit lokal hochdurchlässigen vulkanischen Lagen

Einsatzzweck

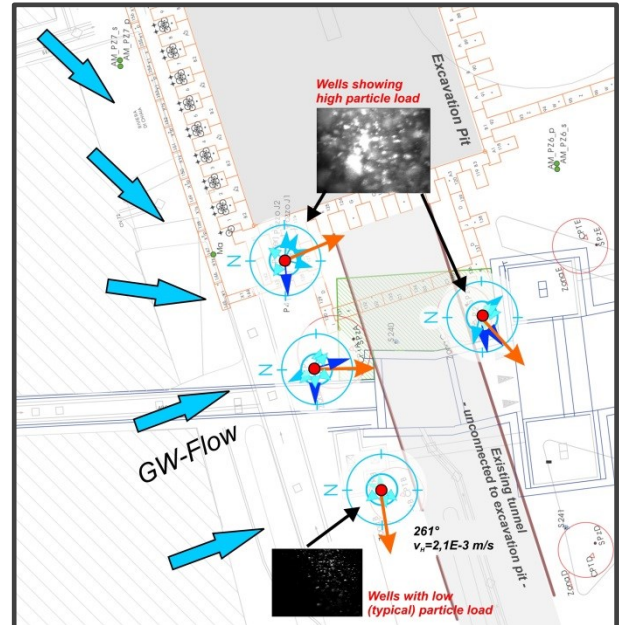
- Ursachenklärung des hydraulischen Grundbruchs
- Detailerkundung zur technischen Gefährdungsabschätzung
- Erkundung bevorzugter Fließwege im Umfeld der Baugrubenumschließung
- Datengrundlage für die weitere Bau- und Sanierungsplanung

Untersuchungsergebnisse

Die In-situ-Fließmessungen wiesen unterschiedliche hydraulische Druckniveaus sowie hohe Fließgeschwindigkeiten und eine deutliche Mobilisierung von Feinkornmaterial in den Messstellen im Bereich unmittelbar außerhalb der Baugrubenumschließung nach. Die Auswertung der Fließdaten zeigte, dass das anströmende Grundwasser bevorzugt entlang hochdurchlässiger vulkanischer Lagen um die Baugrubenumschließung geleitet wird. Im Randbereich des Kastenverbau traf diese verstärkte Grundwasserströmung auf die Bohrpfahlwände. Auf Höhe der hochdurchlässigen Lagen wurden Bereiche identifiziert, in denen die eingebrachte Zementsuspension durch die hohen Fließbewegungen erodiert bzw. während der Herstellung ausgewaschen worden war. Während der anschließenden Auskoffnung konnte über diese Bereiche Grundwasser in die Baugrube eintreten. Die Messergebnisse lieferten damit eine schlüssige Erklärung für den beobachteten hydraulischen Grundbruch und eine wesentliche Datengrundlage für die weitere Planung.

Kundennutzen

- Beweissicherung zur Ursache des hydraulischen Grundbruchs
- Nachweis bevorzugter Fließwege entlang hochdurchlässiger vulkanischer Lagen
- Nachweis hoher Fließgeschwindigkeiten und Feinkornmobilisierung in kritischen Bauabschnitten
- Detailliertes Verständnis der hydraulischen Situation im Umfeld der Baugrubenumschließung
- Datengrundlage für die weitere Bau- und Sanierungsplanung



- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für die Grundwasserströmungsmodellierung

Kunde

Internationales Tiefbauunternehmen

Leistungen

- Vertikale und horizontale Fließmessungen
- Projektdokumentation und -präsentation, Analyse

Einsatzumfang

- 18 Messstellen / 4-6 Zoll
- Einsatztiefen: 10m-35m

Einsatzort

Italien

Einsatzzeitraum

2,5 Wochen

Besondere Anforderungen

- Transportlogistik
- technische Einsatzvorbereitungen
- administrativer Aufwand

141P156+141P157

Hydrogeologische Baugrunderkundung für ein Sperrbauwerk

Projektbeschreibung

In einem Flussbett mit hochdurchlässigem Untergrund soll ein Sperrbauwerk errichtet werden, um Wasserstandsschwankungen infolge wechselnder Grundablässe eines flussaufwärts gelegenen Staudamms auszugleichen. Für die Planung der Bauwerksgründung und der erforderlichen Verpressmaßnahmen war es notwendig, die Grundwasserfließbewegungen über das Aquiferprofil und insbesondere in den tieferen Bereichen des Flussbetts zu untersuchen. Die Fließdaten sollten als Grundlage für die Auslegung der Zementverpressung und zur Einschätzung möglicher Suspensionsverluste durch die Grundwasserströmung während der Verpressarbeiten dienen.

Hydrogeologisches Umfeld

Sandig-kiesiger Porengrundwasserleiter über Festgestein

Einsatzzweck

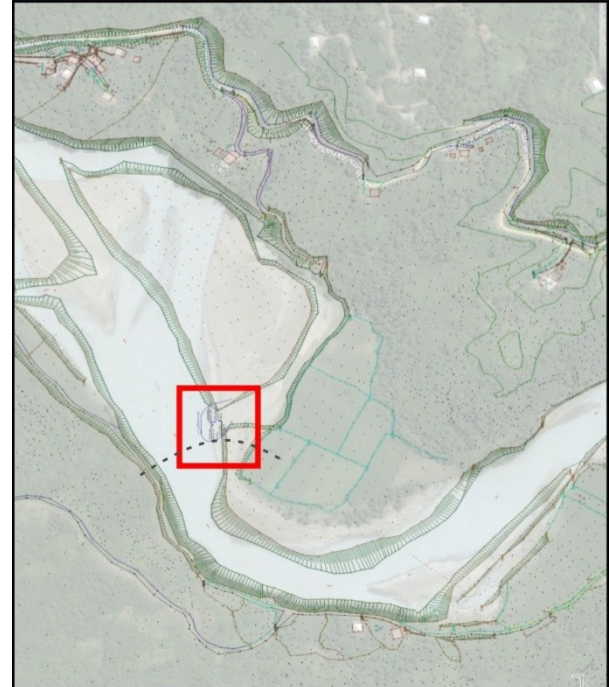
- Hydrogeologische Baugrunderkundung für die Gründungsplanung
- Erkundung der Fließdynamik über das Aquiferprofil
- Datengrundlage für die Planung der Zementverpressung
- Einschätzung des Risikos von Suspensionsverlusten durch hohe Grundwasserströmung

Untersuchungsergebnisse

Die In-situ-Fließmessungen in den errichteten Grundwassermessstellen zeigten eine unerwartet hohe Fließdynamik, die teilweise bis zur Basis des Flussbetts reichte. Lokal wurden auch in den tiefsten untersuchten Bereichen oberhalb der Festgesteins hohe Fließgeschwindigkeiten sowie turbulente Strömungsverhältnisse mit Mobilisierung und Umlagerung von Feinkornmaterial festgestellt. Damit konnte nachgewiesen werden, dass hydraulisch hochaktive Bereiche nicht nur oberflächennah, sondern bis zur geplanten Gründungsebene des Sperrbauwerks auftreten. Die gewonnenen Fließdaten lieferten wichtige Informationen für die Planung der Bauwerksgründung, die Auslegung der Zementverpressung und die Einschätzung möglicher Suspensionsverluste während der Verpressarbeiten.

Kundennutzen

- Datengrundlage für die Projekt- und Gründungsplanung
- Nachweis hoher Fließdynamik bis zur Basis des Flussbetts
- Detailliertes Verständnis der tiefenabhängigen Fließverhältnisse
- Datengrundlage für die Auslegung der Zementverpressung und Einschätzung möglicher Suspensionsverluste
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungsmodelle



- Prüfung von Ausbau und Zustand der Grundwassermessstellen

Kunde

Internationales Tiefbauunternehmen

Leistungen

- Kamerabefahrungen
- Horizontale in-situ Fließmessungen
- Aus- und Bewertung der Daten, Projektdokumentation, Projektpräsentation

Einsatzumfang

- 8 Messstellen / 4 Zoll
- Einsatztiefen: 7m-30m

Land/Einsatzort

Georgien

Einsatzzeitraum

9 Tage

Besondere Anforderungen

Transportlogistik

121P141

Fließerkundung zur Herstellung von Mikropfählen für eine Unterwasserbetonsohle

Projektbeschreibung

Im Rahmen der Instandsetzung einer Schleusenammer soll eine Unterwasserbetonsohle eingebaut und mit vertikalen Mikropfählen gegen Auftrieb gesichert werden. Bei der Herstellung der Mikropfähle wird Beton im Contractor-Verfahren in die Pfahlbohrungen eingebracht. Um das Risiko einer Auswaschung des noch nicht erhärteten Betons durch die Grundwasserströmung einschätzen zu können, wurden in zwei temporär errichteten Grundwassermessstellen In-situ-Fließmessungen über das Tiefenprofil der geplanten Mikropfähle durchgeführt. Da das Schleusenbauwerk einen hohen hydraulischen Widerstand darstellt und im Untergrund hochdurchlässige Sedimentlagen vorhanden sind, waren insbesondere unterhalb des Bauwerks erhöhte Grundwasserfließgeschwindigkeiten nicht auszuschließen.

Hydrogeologisches Umfeld

sandig-kiesiger Porengrundwasserleiter

Einsatzzweck

- Detailerkundung zur Gefährdungsabschätzung bei der Herstellung der Mikropfähle
- Bewertung des Risikos einer strömungsbedingten Auswaschung des Frischbetons
- Datengrundlage zur Sicherstellung der Pfahlqualität und Tragfähigkeit

Untersuchungsergebnisse

Horizontale In-situ-Fließmessungen in jeweils fünf Mess-tiefen zeigten, dass die Grundwasserfließgeschwindigkeiten über den für die Mikropfähle relevanten Tiefenbereich trotz der hohen Durchlässigkeit der anstehenden Sedi-mente gering waren. Die ermittelten Fließrichtungen verliefen überwiegend parallel zum Schleusenbauwerk in Richtung Unterwasser. Damit konnte das Risiko einer strömungsbedingten Auswaschung des noch nicht erhär-teten Pfahlbetons als gering eingeschätzt werden. Die

Messungen lieferten somit eine direkte Datengrundlage zur Bewertung des Baugrundrisikos und zur Qualitätssi-cherung bei der Herstellung der Mikropfähle.

Kundennutzen

- Datengrundlage zur Bewertung des Auswaschungsri-sikos
- Reduzierung nicht kalkulierbarer Baugrundrisiken bei der Mikropfahlherstellung
- Beitrag zur Sicherstellung von Pfahlqualität und Trag-fähigkeit
- Beitrag zur Qualitäts- und Kostensicherheit
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für weite-re Grundwasserströmungsmodellierungen

Kunde

Wasserstrassenverwaltung

Leistungen

- Kamerabefahrungen
- Horizontale in-situ Fließmessungen
- Datenauswertung und Projektdokumentation

Einsatzumfang

- 2 Messstellen / 2 Zoll
- Einsatztiefen: 12m-19m

Einsatzort

Rheinland-Pfalz

Einsatzzeitraum

2 Tage

Besondere Anforderungen

Arbeiten im Sicherheitsbereich, erschwerter Zuwegung

181P194

