

# Der In Situ - Versuchsordinator, das unerlässliche Bindeglied zwischen Bauherren, Bauüberwachung und Bauausführung.

Tobias Heyn

BLM Gesellschaft für Bohrlochmessungen mbH, Niederlassung München

heyne@blm-online.de

## ZUSAMMENFASSUNG

Als zentrales Bindeglied zwischen dem Bauherren, der Bauüberwachung und dem ausführenden Unternehmen inklusive aller seiner Nachauftragnehmer steht der Versuchsordinator allen Beteiligten für einen steten Informationsaustausch zur Verfügung, organisiert sowohl die technische und logistische Messabwicklung vor Ort, als auch eine kontinuierliche Qualitätsüberwachung der durchgeführten In Situ-Messungen. Das fachübergreifende Zusammenwirken und Bewerten Geophysikalischer, Geohydraulischer und Geotechnischer Bohrlochmessverfahren und die laufende Überwachung der Messergebnisse während der Arbeiten stellt den zentralen Aspekt in der Position des Versuchsordinators dar. Diese zentrale Positionierung und die Erfahrung des Koordinators ermöglichen durch ein flexibles Reagieren auf unvorhergesehene Bohrungsbedingungen einen reibungslosen Test- und Baustellenablauf, was zur Einhaltung des oft engen Bauzeitplans beitragen kann.

## 1. EINLEITUNG

Die umfassenden interdisziplinären Erkundungsmaßnahmen, die für eine sachgerechte Planung großer Verkehrsstrassen anfallen, nehmen, zu Zeiten eines gestiegenen Informationsbedarfs im Bereich der Geotechnik und Geohydraulik, einen zunehmend hohen Stellenwert ein. Enge Bauzeitpläne, hohe geforderte Qualitätsstandards bei häufig intensiven Testprogrammen und das Streben der Gutachter und Bauherren zur Realisierung einer erfolgreichen Untersuchungskampagne können einen Bauleiter, wenn auch nicht unbedingt fachlich, aber sicher zeitlich in Bedrängnis bringen. Der In Situ – Koordinator übernimmt diese Aufgaben eigenständig, sorgt für einen reibungslosen Ablauf der geplanten Bohrlochtests, beurteilt Messergebnisse bereits vor Ort und steht den Beteiligten als steter Ansprechpartner zur Verfügung.

## 2. ANFORDERUNGEN AN DEN KOORDINATOR

Der In Situ – Koordinator agiert, anders als der ähnlich lautende, aber vorrangig mit Sicherheits- und Gesundheitsbelangen betraute Baustellenkoordinator, als übergreifend wirkender Dienstleister zwischen den Diszipli-

nen der Geophysik, Geohydraulik und Geotechnik. Diese Fachbereiche vereinen sich meist bei der Betrachtung

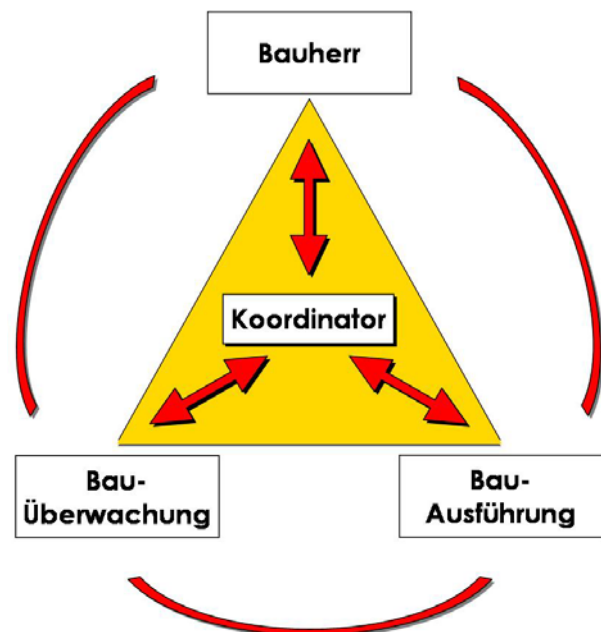


Abb.1: Positionierung des In Situ Versuchsordinators

von Bohrungen und Sondierungen, die zur Erkundung von neuen Verkehrsstrassen auf Straße und Schiene, über und unter Tage niedergebracht werden. Die voraussehlende Planung, welche in der Regel zu Beginn der Bohrkampagne ein definiertes Messprogramm enthält, erweist sich bisweilen als ein recht statisches Zielprogramm, welches sich jedoch nicht immer in dieser Form realisieren lässt. Hier knüpft ein zentraler Aspekt in der Arbeit des In Situ – Koordinators an.

Die Betrachtung aller Möglichkeiten und Varianten, die zu einer möglichst hohen Informationsdichte aus den geplanten Messungen führen.

Diese erfolgt im engen Austausch mit den betreuenden Geologen, der Bauüberwachung, gegebenenfalls dem Planer und den beteiligten Spezialisten der beauftragten Messfirmen. Insbesondere Letztere steuern durch ihre messtechnische Beratung und deren Diskussion allfällige Testalternativen bei und fördern somit, mitunter durch Vorschlag eines innovativen Verfahrens, die erreichbare Informationsqualität.

Detaillierte Einblicke in die einzelnen, oft anspruchsvollen Messverfahren sowie deren Messtechnik bilden den Grundstock für die Fähigkeit des In Situ – Koordinators, Aussagen über Qualität und Plausibilität einer Messung treffen zu können. Zudem sind Kenntnisse der verschiedenen Bohrverfahren, deren Ablauf und Zeitbedarf wesentlich, sodass bereits vor Erreichen einer Zielteufe eine rechtzeitige Vorausplanung und Mobilisierung der einzelnen Messmannschaften erfolgen kann und teure Stillstandszeiten vermieden werden. Durch seine Präsenz auf der Baustelle hat der Koordinator einen steten Überblick über die Bohrstände und kann gegebenenfalls nach Eintreten unvorhergesehener Bohrereignisse nach Absprache mit der Bauüberwachung in den Testablauf eingreifen, ausführbare Messungen vorziehen, andere wiederum z.B. aus Gründen der Standfestigkeit einer Bohrung aus Gründen der Sicherheit aus dem Messprogramm streichen. Hierfür ist ein reger Austausch mit den an der Bohrung und deren Vermessung Beteiligten ratsam. Denn niemand außer dem Bohrmeister kennt das betreffende Bohrloch besser, hat Kenntnis über Bohrfortschritt, Wasserzutritten, Spülungsverlust und von potentiellen Gefahrenstellen, die eine Messung zu einem riskanten Unterfangen werden lassen können.

Auch dient der Koordinator als geeigneter Ansprechpartner für messtechnische und organisatorische Fragen von Seiten des Bauherren und der Bauüberwachung. Die Fragen richten sich also an denjenigen, der über alle erfolgten Tests, Messungen und Verfahren Kenntnis hat, deren Ablauf und Ergebnis geprüft hat und somit den Erfolg oder Nichterfolg einschätzen kann. Die gesammelten Daten und Berichte zu allen Messungen konzentrieren sich beim Koordinator. Dieser hält nach Prüfung der eingehenden Ergebnisse und Berichte gegebenenfalls mit der betreffenden Messfirma Rücksprache und sorgt hierdurch noch vor der Endberichtslegung für einen hohen und einheitlichen Qualitätsstandard.

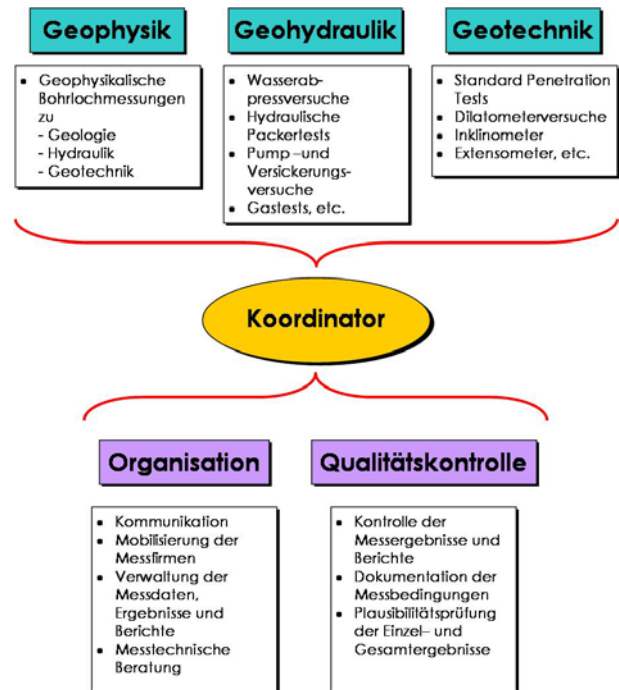


Abb.2: Tätigkeitsfelder des In Situ Versuchskoordinators

### 3. BEURTEILUNG DER TESTQUALITÄT

Die mannigfaltigen Ereignisse, die während einer Messkampagne eintreten können, können und dürfen dem Gutachter und Planer eines Bauvorhabens nicht vorenthalten werden. Plausible Datensätze und Ergebnisse sind die Basis deren späteren Handelns und Entscheidens. Einzelne Messungen, obgleich ihres Anspruchs auf Darstellung der tatsächlichen Bedingungen im Untergrund, unterliegen realen Bohrlochbedingungen und lassen sich allzu leicht durch Störfaktoren verfälschen. Die Vermeidung und, wenn nicht zu vermeiden, die Dokumentation der abträglichen Messbedingungen durch den In Situ – Koordinator sind elementar in der Bewertung der Messergebnisse.

Negative Einflüsse auf die Datenqualität sind in allen Disziplinen der Bohrlochversuche zu finden. So entscheidet z.B. ein unsicherer Packersitz an angestrebter Stelle über Gelingen oder Scheitern eines hydraulischen Versuchs. Eine zuvor durchgeführte Bohrlochgeophysikalische Messung und Begutachtung der Bohrkerne würden einen erfolgreichen Abschluss ermöglichen oder zumindest beschleunigen.

Auch ist eine Beeinflussung von Messergebnissen durch ein vorausgehendes Testverfahren häufig zu beobachten. Seien dies unnatürlich veränderte Druckspiegel durch vorangestellte Pumpversuche oder nur kurzzeitig sistierte Spülbohrungen, welche hydraulische Tests mit anzweifelbaren Ergebnissen liefern oder mechanische Belastungen auf das Bohrloch, die im Zuge von Dilatometermessungen auftreten, die wiederum ein verzerrtes Bild z.B. vom Gesteinsgefüge und dessen Transmissivi-

tät geben. Die Fehlerquellen bei größer angelegten Testprogrammen sind vielfältig, sind jedoch durch eine flexible Realisierung des Untersuchungskonzeptes zu minimieren, sodass die Endergebnisse auch strengen Plausibilitätsprüfungen standhalten können.

#### 4. FALLBEISPIEL

Vorgestellt wird ein Messbeispiel, abgeleitet aus einer von 40 Bohrungen in einem Projekt zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie für eine neue Eisenbahn Tunneltrasse im Alpenraum.

Bohrung X, geplante Teufe 140m, Geologie: glaziale Lockergesteinsüberdeckung (0-7m), fossilreiche Tonmergelsteine (7-140m), Gasführung (CH<sub>4</sub>) zu erwarten. Automatische Gasüberwachung der Bohrspülung.

Das Messprogramm umfasst Versuche aus den Bereichen Geohydraulik, Geotechnik und Geophysik. Abb.3 zeigt den chronologischen Ablaufplan der Einzelmessungen und Tests, der von der Bauüberwachung angeordnet wurde.

Die Messungen im offenen Bohrloch sind aus Gründen der Bohrlochsicherung und Zeitersparnis teilweise in

Auftraggeber		Bohrung: X		
ANORDNUNG VON BOHRLOCHVERSUCHEN				
Versuchsart	Kürzel	Teufe	Anmerkung	Datum
Hydraulische Packertests	HPT	110 - 120	Einlochpacker gehen BL Sohle Tiefenangabe 110m   1lochpacker Packertests	12.01.2007
Bohrlochaufweitungsversuch	BLA	123 - 126	Detail. Fixierung der Teststrecke nach Kernaufnahme	12.01.2007
Bohrlochgeophysik	BLG-G		Standardprogramm Geotechnik	15.01.2007
Gasprobe	GasPr		gem. Anordnung ÖBA	17.01.2007
Pegelpumpversuch	PPV			29.01.2007
Bohrlochgeophysik-Hydro	BLG-H		F-Con. F-Temp	29.01.2007
Pegelpumpversuch	PPV	109,0	Pumpe in Filterbereich, 3-stufig, Pumptrate beginn ca. 0.1l/s, bzw. nach Einschätzung Messtechniker Vortort	09.03.2007

Abb.3: Chronologische Abfolge des Messprogramms im offenen und ausgebauten Bohrloch

den laufenden Bohrprozess eingeschaltet und zielen auf den Teufenbereich des geplanten Tunnelniveaus ab.

- Bestimmung der Transmissivität (T-Wert) über ein Intervall von 10m mittels eines hydraulischen Packertests (Pulsetest). Die in benachbarten Bohrungen beobachteten geringen Durchlässigkeiten (hier  $7,6 \cdot 10^{-9}$ ) ließen bereits im Vorfeld einen ursprünglich im Messprogramm vorgesehenen Wasserabpressversuch aus technischen Gründen scheitern (Fließrate unterhalb der Auflösungs Grenze).
- Bohrlochaufweitungsversuch (Dilatometer) zur Bestimmung elastischer Parameter (E-Modul, Schermodul) im frisch vorgebohrten Bohrloch unterhalb der Teststrecke und somit außerhalb des Beeinflussbereichs des vorausgegangenen Pulsetests.
- Bohrlochgeophysik zur Geotechnik entsprechend dem im Vorfeld vereinbarten Standardprogramm für

das offene Bohrloch (Natural Gamma, Kaliber, Scanner, Full-Wave-Sonic, Gamma-Gamma Dichte) nach Erreichen der Endteufe.

- Gasprobe zur Bestimmung der Qualität und Bildungsbedingungen des während des Abteufens der Bohrung beobachtete und in der Bohrspülung überwachte Gas (Analyse 99,8% CH<sub>4</sub>, bakterielle Herkunft).

Ausbau der Bohrung zur Grundwassermessstelle 4<sup>cc</sup>

- Bohrlochgeophysik zur Hydrologie (elektr. Leitfähigkeit, Temperatur), Bestimmung einfacher Fluidparameter zur Teufenfestlegung nachfolgender horizontaler Probenahmen.
- Pegelpumpversuch mit plötzlichem Pegelschaden, Bruch des 4<sup>cc</sup> PVC-Vollrohrs, Filterintervall 27m  $T=3,88 \cdot 10^{-3}$ .
- Einbau einer 2<sup>cc</sup>-Einschubverrohrung mit Troptogel-Abdichtung.
- Zweiter Pegelpumpversuch (PPV) zur Bestimmung der hydraulischen Aktivität des verfilterten Bereichs (Intervall 27m,  $T=1,54 \cdot 10^{-8}$ ).

Die technische Überwachung der Messeinsätze und die Kontrolle der Ergebnisse durch den Koordinator ergab insbesondere nach Behebung des Pegelschadens keine Hinweise auf Einschränkungen der Datenqualität.

#### 5. VORTEILE FÜR DEN BAUHERREN / BAUÜBERWACHUNG

Nachdem dem Bauherren an der Einhaltung des Bauzeitplans und vor allem an einer fachgerechten Erbringung der vereinbarten Messleistungen gelegen ist, sieht dieser berechtigterweise vermehrt die Position eines Versuchskoordinators vor.

Wie unter „2. Anforderungen an den Koordinator“ bereits erwähnt, ergeben sich durch die Verantwortlichkeiten des Koordinators direkte Vorzüge für den Bauherren bzw. der Bauüberwachung. So steht der Koordinator als Informationssammler und einheitlicher Plausibilitätsprüfer der Einzelmessungen dem Bauherren / Bauüberwachung Rede und Antwort, reagiert im Sinne der Bauzeiteinhaltung schnell und fachgerecht auf unvorhergesehene Ereignisse vor oder während der Messungen und dokumentiert alle Umstände, die einen Bohrlochtest negativ beeinflusst haben. Zudem können einheitliche Messberichte hilfreich in der zeitnahen und übersichtlichen Erstellung der Endberichte sein.

#### 6. HILFSTELLUNG FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

Das für die Einhaltung des Bauzeitplans verantwortliche Bauausführende Unternehmen ist neben der zügigen Erbringung der Erkundungsbohrungen auch an einer reibungslosen Durchführung der Bohrlochversuche interessiert. Ein steter Austausch zwischen dem Bauleiter und dem Versuchskoordinator über Bohrstände, Bohrschritt und Probleme erlaubt eine rechtzeitige Mobi-

lisierung des Messunternehmens und hilft kostenintensive Stillstandszeiten zu reduzieren. Auch ist die Organisation der Messeinsätze bei umfassenden Bohrkampagnen mit mehreren parallel laufenden Bohrungen zuweilen aufwendig, sodass hierdurch die Bauleitung erheblich entlastet werden kann. Der Versuchskoordinator, wissend um alle erbrachten Messleistungen, dient der Bauausführung ebenso als zentraler Ansprechpartner. Zuletzt seien noch die Nachauftragnehmer (Messunternehmen) erwähnt, die vor Ort mit einem Bohrungs- und Fachkundigen Ansprechpartner rechnen können, der, wenn von Nöten, auch kritische Bemerkungen zur Messdurchführung nicht scheut.

## 7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit dem Einsatz eines In Situ – Versuchskoordinators kann ein reibungsloser Baustellenverlauf, insbesondere aber die Einhaltung von strengen Qualitätsansprüchen im Zuge umfassender Messkampagnen gewährleistet werden. Während vergangenen und laufenden Projekten hat sich diese Mittlerposition im Alpenen Raum bereits wiederholt bewährt. Die Anregung zum Einsatz eines Koordinators basiert auf der erschwerenden Tatsache, dass mehrfach Einzelergebnisse verschiedener Messdienstleister Unstimmigkeiten in ihrer Vergleichbarkeit aufwiesen und somit während der Interpretation eine realistische Modellierung des Untergrundes erschwerte wurde. Dieser in der Tat kritische Umstand sollte für zukünftige Bauvorhaben, auch außerhalb Alpiner Projekte, in Betracht gezogen werden, denn sowohl aus wirtschaftlicher, als auch aus gutachterlicher Sicht, erweist sich ein effizient geführtes Erkundungsvorhaben, welches den Bauzeitplan einhalten und dem Planer sichere Datengrundlagen verschaffen vermag, als vorteilhaft.

## 8. LITERATUR

- [1] S. FRICKE & J. SCHÖN (1999): Praktische Bohrlochgeophysik, ENKE
- [2] H. PRINZ (1991): Abriss der Ingenieurgeologie, ENKE, S.59ff., 124f.
- [3] REUTER, KLENGEL, PAŠEK (1992): Ingenieurgeologie, DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE, S 50f., 56, 239-248, 320ff.
- [4] FECKER E. (1997): Geotechnische Messgeräte und Feldversuche im Fels, ENKE, S. 143ff.
- [5] DIN (2005): Erkundung und Untersuchung des Baugrunds, DIN-Taschenbuch 113, BEUTH
- [6] DIN (2004): Qualitätsmanagement – Verfahren, DIN Taschenbuch 226, BEUTH