

Möglichkeiten und Grenzen der ingenieurgeologischen Dokumentation im Spezialtiefbau - Fallbeispiel Umfahrung Schwarzkopftunnel, ABS Hanau-Nantenbach/D

Dipl.-Geol. Dr.rer.nat. Ralf J. PLINNINGER
Dr. Plinninger Geotechnik, Kirchweg 16, 9405 Bernried/D
Mag.rer.nat. Dr.rer.nat Gerhard POSCHER
geo.zt gmbH, Saline 17, 6060 Hall in Tirol/A
Dipl.-Geol. Dr.rer.nat. Marcus SCHOLZ
müller+hereth gmbH, Laufener Straße 16, 83395 Freilassing/D
Mag.rer.nat. Peter SOMMER
geo.zt gmbH, Saline 17, 6060 Hall in Tirol/A

KURZFASSUNG

Das Zusammenwirken von Baugrund und Bauverfahren stellt im Spezialtiefbau eine wesentliche und oft konfliktbehaftete Schnittstelle dar, deren besondere Relevanz darin begründet ist, dass der Baugrund über meist streuende fels- oder bodenmechanische Eigenschaften verfügt und in der Regel nur stichprobenartig vorerkundet werden kann. Auch mit der detailliertesten und kompetentesten Standortuntersuchung wird daher gerade im Spezialtiefbau stets ein Restrisiko unerwarteter (und ggf. ungünstiger) Untergrundverhältnisse verbleiben, deren Erkennung und Bewertung Kernaufgabe der baubegleitenden geologischen Dokumentation ist. Der Beitrag gibt einen praxisorientierten Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen baubegleitender ingenieurgeologischer Dokumentation im Spezialtiefbau. Grundsätze und Aufgaben dieser Arbeit werden dabei am Beispiel eines aktuellen Großprojekts, der Umfahrung Schwarzkopftunnel der DB-Ausbaustrecke Hanau-Nantenbach, vorgestellt.

1. GRUNDLAGEN DER INGENIEURGEOLOGISCHEN DOKUMENTATION

Auch wenn sich die Interessen der in der Ausführungsphase tätigen Ingenieurgeologen unterscheiden können, je nachdem, von welcher Seite sie beauftragt sind, lassen sich zwei wesentliche Kernaufgaben unterscheiden (siehe Abb. 1):

1. die ingenieurgeologische Dokumentation im Sinne einer möglichst objektiven und nachvollziehbaren "Beweissicherung" der angetroffenen Baugrundverhältnisse,
2. die Schärfung der Baugrundprognose mit dem Ziel einer optimierten Bauausführung.

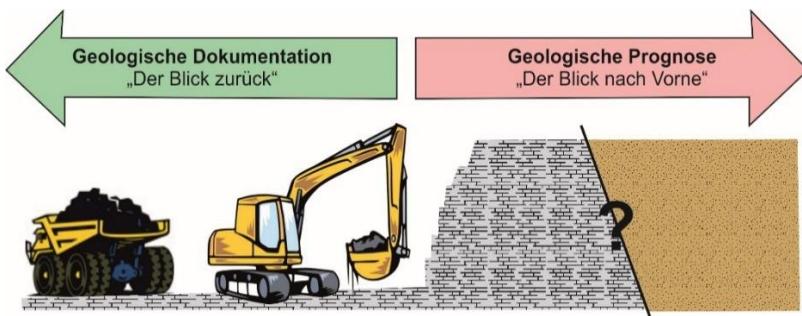


Abb. 1 Kernaufgaben des Ingenieurgeologen: Geologische Dokumentation und Prognose.

1.1. Geologische Dokumentation - der "Blick zurück"

Der Anspruch an eine möglichst objektive und nachvollziehbare Dokumentation der angetroffenen Gesteins- und Gebirgseigenschaften sollte stets die grundlegende Motivation baubegleitender ingenieurgeologischer Arbeit darstellen. Bei einer Vielzahl anspruchsvoller und konfliktträchtiger Projekte hat sich dabei die Umsetzung des sogenannten „Vier-Augen-Prinzips“ bewährt, d.h. das Außerstreitstellen der beobachteten Phänomene durch gegenseitige Anerkennung der Dokumentation von auf Auftragnehmer und Auftraggeberseite tätigen Geologen (z.B. im Sinne von Pkt. 6.2.7.1 der ÖNORM B 2110/B 2118).

Gegenstand einer solchen ingenieurgeologischen Dokumentation können grundsätzlich alle direkten oder indirekten Baugrundaufschlüsse sein, die im Zuge der Ausführung von Spezialtiefbaumaßnahmen erstellt werden, also z.B.:

- freigelegte Böschungen und Baugrubensohlen,
- Bodenaufschlüsse durch Bohrungen mit Kerngewinn (z.B. Rotationskernbohrungen, Bohrpfahlbohrungen mit Kernbohrrohr)
- Bodenaufschlüsse durch Bohrungen ohne Kerngewinn (z.B. Anker-, Bohrpfahl-, Sprengloch- oder Erkundungsbohrungen).

Normative Grundlage für die Ansprache und Klassifizierung von Boden und Fels stellen die Euronormen EN ISO 14688-1 und EN ISO 14689-1 dar, die im Zuge der europäischen Normenharmonisierung sowohl in Österreich (ÖNORM), als auch in Deutschland (DIN) als nationale Normen eingeführt sind. Diese beiden Regelwerke beschreiben die mit üblichen Feldversuchsverfahren (z.B. Messen mit dem Gliedermaßstab, Knet- und Reibeversuche, Hammerschlagtest, Salzsäuretest, etc.) ermittelbaren Baugrundeigenschaften und deren Klassifizierung.

Als **Grundsätze für die Darstellung** der Dokumentationsergebnisse haben sich u.a. folgende Vorgehensweisen bewährt:

- Schematisierte, ggf. mit Schraffuren und Farben angelegte graphische Darstellungen erleichtern das schnelle Verständnis der geologischen Verhältnisse auch für Nachbardisziplinen und Fachfremde;
- Checklistenartige Formblätter mit Darstellung der zu dokumentierenden Parameter und der jeweiligen Klassen (gemäß Norm) reduzieren die Gefahr unvollständiger oder missverständlicher Aufnahmen und gewährleisten eine konsistente Dokumentationsarbeit auch bei wechselnden Bearbeitern im Dokumentationsteam,
- Fototafeln mit ausgewählten Fotoaufnahmen (mit Datumseinblendung) und kurzen, prägnanten Erläuterungen dienen als Beleg und zusätzliche Visualisierung;

Der bei einer solchen Dokumentation erzielbare **Informationsgehalt** hängt dabei naturgemäß von der Größe des Aufschlusses und den Möglichkeiten zur Feldansprache des anstehenden Gebirges ab. So erlaubt eine unmittelbar "begreifbare" Böschung mit mehreren Quadratmetern Fläche zwangsläufig eine weitaus höherwertigere geologische Aufnahme und ein Vielfaches an ableitbaren Informationen, als z.B. die Begleitung einer Anker- oder Bohrpfahlbohrung ohne Kerngewinn, bei denen lediglich das zutage geförderte, zerbohrte Bohrgut angesprochen werden kann. Diese Aspekte geologischer Dokumentationsarbeit sollen in Kapitel 2 veranschaulicht werden.

1.2. Geologische Prognose - der "Blick voraus"

Die Prognose des Baugrunds unterhalb des bestehenden Aushubniveaus oder vor dem aktuellen Vortriebsstand stellt eine zweite Kernaufgabe der baubegleitenden Ingenieurgeologie dar. Diese verfolgt das Ziel, ggf. erkannte Restrisiken weiter zu minimieren sowie Bauverfahren und Baubetrieb an die unmittelbar zu erwartenden Baugrundverhältnisse optimal anzupassen.

Die technischen Möglichkeiten hierfür sind stark von der Fortentwicklung der Verfahren und Auswertungsmöglichkeiten abhängig. Beispiele für derartige, baubegleitend einsetzbare Vorauserkundungsverfahren stellen u.a. Erkundungsbohrungen mit und ohne Kerngewinn, bildgebende Verfahren in Bohrlöchern (siehe Abb. 2, auch Singer et al, 2017) oder geophysikalische Verfahren dar. Der "Blick voraus" wird sich aber für eine möglichst zutreffende Interpretation und Extrapolation stets der laufend gewonnenen Erkenntnisse der geologischen Dokumentation bedienen.



Abb. 2 Beispiel für den Einsatz eines Bohrlochinspektionssystems zur Karstvorerkundung in Erkundungsbohrungen bei einem Tunnelvortrieb im Germanischen Muschelkalk.

2. FALLBEISPIEL UMFAHRUNG SCHWARZKOPFTUNNEL

2.1. Projektüberblick

Das Projekt „Umfahrung Schwarzkopftunnel“ stellt einen Bestandteil des Ausbaustreckenprojekts Hanau-Nantenbach der Deutschen Bahn dar, das zwischen 2012 und 2017 realisiert wurde. Der Streckenabschnitt gehört zur rund 112 km langen Main-Spessart-Bahn, die die Wirtschaftszentren des Rhein-Main-Gebietes mit der Stadt Würzburg und der Region Franken verbindet. Der bis dahin genutzte, 1854 in Betrieb genommene Schwarzkopftunnel wurde täglich von über 200 Zügen genutzt und erforderte einen ständig zunehmenden Instandhaltungsbedarf.

Unter Berücksichtigung des Erneuerungsbedarfs des Schwarzkopftunnels und der zukünftigen Verkehrsanforderungen wurde eine rd. 7,1 km lange, zweigleisige Umfahrung realisiert, die aus vier neuen Tunnelbauwerken (Tunnel Hain, Tunnel Metzberg, Tunnel Hirschberg und Tunnel Falkenberg), drei Brücken, fünf Trogbauwerken, 40 Durchlässen sowie zahlreichen Stütz- und Erdbauwerken besteht. Die neue Trasse mit deutlich flacherer Gradienten (Abb. 3 und 4) ermöglicht eine Höchstgeschwindigkeit von 150 km/h bzw. 160 km/h für Neigetechnik-Züge. Der bestehende Schwarzkopftunnel wurde nach Inbetriebnahme der Umfahrung verfüllt, erhalten blieb nur das denkmalgeschützte Ostportal des Tunnels bei der Ortschaft Heigenbrücken.

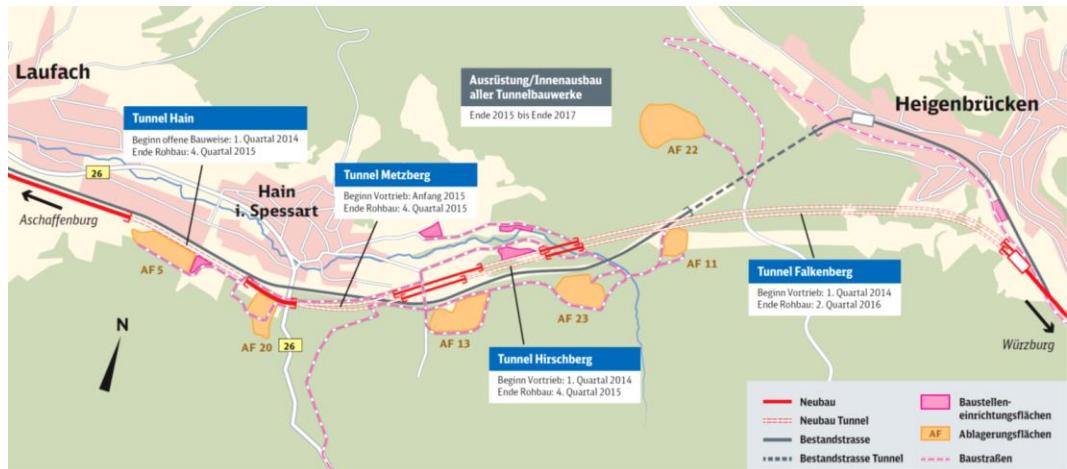


Abb. 3 Lageplan der Bauwerke im Streckenabschnitt Laufach-Heigenbrücken, aus: [DB Projekt GmbH, 2013]

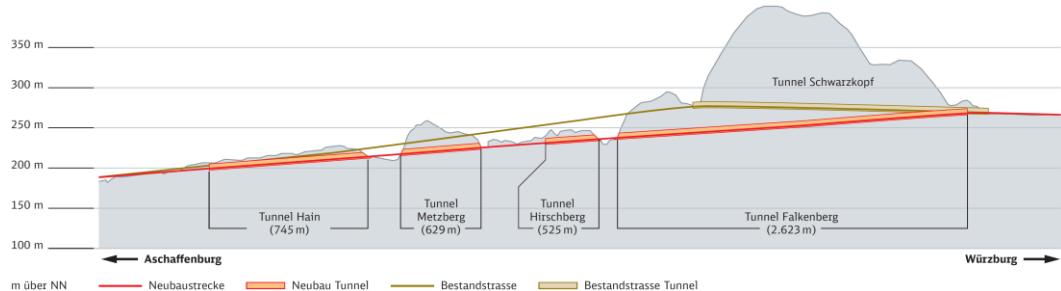


Abb. 4 Vergleich der Gradienten der Bestandstrasse (grün) und der Neubastrasse (rot) im Bereich des bestehenden Schwarzkopftunnels, aus: [DB Projekt GmbH, 2013]

2.2. Spezialtiefbauarbeiten

Insbesondere in den Abschnitten, in denen die Trasse nicht bergmännisch, sondern in offener Bauweise realisiert wurde, waren umfangreichen Spezialtiefbauarbeiten erforderlich. Das Spektrum der ausgeführten Arbeiten umfasste dabei insbesondere [Gutfrucht et al, 2015]:

- 52.000 m² Trägerverbau mit Holz/Betonaufschalung,
- 95.000 lfm Temporär-, Dauer- und Gewi-Anker,
- 35.000 m² Pfahlwände mit Ø 900 mm, Ø 1.200 mm und Ø 1.500 mm,
- 40.000 lfm Pfahlgründungen im Schneckenortbetonverfahren (SOB) mit Ø 1.500 mm,
- 4.000 lfm Rüttelstopfverdichtung,
- 32.000 m² Bodenverankerung mit Spritzbetonwänden,
- 3.000 m² Spundwandeinbau.

2.3. Geologische Verhältnisse

Das naturräumlich im Spessart gelegene Projektareal wartet mit kleinräumig wechselhaften geologischen Verhältnissen auf, die die erdgeschichtliche Entwicklung über einen Zeitraum von rd. 350 Millionen Jahren wiederspiegeln (Abb. 5).

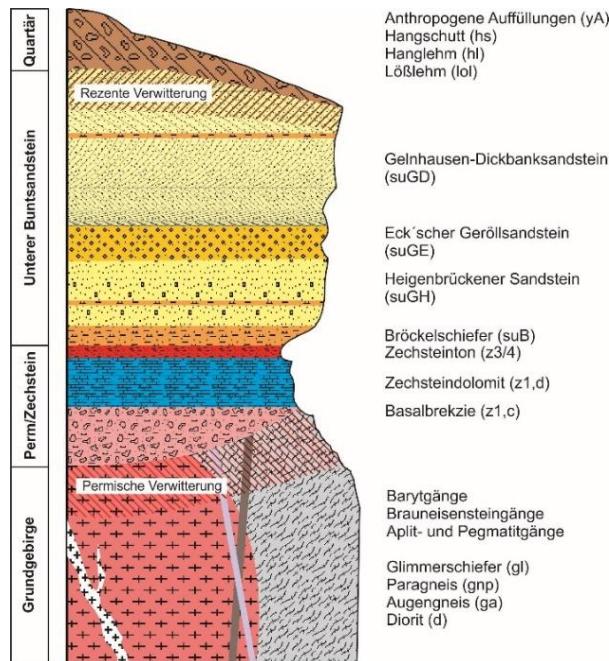


Abb. 5 Schematische Schichtsäule der geologischen Formationen im Projektareal der Umfahrung Schwarzkopftunnel.

Das **kristalline Grundgebirge** setzt sich aus magmatischen Intrusiva (Diorit mit Aplit- und Pegmatitgängen) und metamorphen Paragneisen, Augengneisen und Glimmerschiefern zusammen. Diese werden von jüngeren Brauneisenstein- und Barytgängen durchschlagen. Mit der Heraushebung im Oberkarbon setzte eine tiefgreifende (fossile) Verwitterung ein.

Die im **Perm abgelagerten Sedimente** bestehen in den untersten Schichten, den sogenannten „Basalbrekzien“ (z1,c), aus grobem, nicht bzw. nur gering transportiertem Grundgebirgsschutt mit reliefabhängig stark wechselnder Mächtigkeit. Aufgrund der lithologischen Ähnlichkeit gestaltete sich - insbesondere im Bohrgut von Pfahl- und Ankerbohrungen - die Unterscheidung zwischen verwittertem Grundgebirge und Basalbrekzien daher bisweilen schwierig. Die permischen Sedimente werden durch flachmarine Karbonate (Kalksteine und Dolomitsteine des sog. Zechsteindolomits, z1,d) und Tonsteine (z3/4) abgeschlossen.

Die **triassische Schichtfolge** beginnt mit dem Bröckelschiefer (suB) und setzt sich mit den ebenfalls dem Unteren Buntsandstein zugerechneten Sandsteinen und Ton-Schluffstein-Folgen des Heigenbrückener Sandsteins (suGH), Eck'schem Geröllsandstein (suE) und Gelnhausen-Dickbanksandstein (suGD) fort.

Die **quartären Ablagerungen** bestehen aus Hanglehm- und Hangschutt sowie Lößlehm und anthropogenen Ablagerungen über einer wechselnd mächtigen Zone rezenter Verwitterung.

2.4. Ingenieurgeologische Dokumentation

Während der Dauer der Rohbaumaßnahmen in den Jahren 2014 und 2015 war die Arbeitsgemeinschaft Geotechnik Umfahrung Schwarzkopftunnel („ARGUS“), bestehend aus den Ingenieurbüros Dr. Plinninger Geotechnik, Bernried, müller+hereth GmbH, Freilassing und geo.zt gmbH, Hall in Tirol mit der AN-seitigen baubegleitenden Dokumentation der geologischen und geotechnischen Verhältnisse beauftragt.



Abb. 6 Baubegleitende ingenieurgeologische Feldarbeit im Spezialtiefbau, hier die Dokumentation einer Ankerbohrung.

Besonders hervorzuheben ist, dass sich bei der Umfahrung Schwarzkopftunnel in enger und konstruktiver Zusammenarbeit von auf Auftragnehmer- und Auftraggeberseite tätigen Geologen über weite Strecken das sogenannten „Vier-Augen-Prinzip“ umsetzen ließ, d.h. das Außerstreitstellen der beobachteten Phänomene durch gemeinsame Feldaufnahme und gegenseitige Anerkennung der Dokumentation. Diese Vorgehensweise ist nach Überzeugung der Autoren ein wesentlicher Schlüssel zur Objektivierung und zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit der geologischen Dokumentationsarbeit bei anspruchsvollen Projekten.

Die nachstehenden Darstellungen in den Absätzen 2.4.1 bis 2.4.5. geben einen Überblick über die verschiedenen Dokumentationsaufgaben und die Anpassung der Dokumentation an die Rahmenumstände des jeweiligen Verfahrens.

2.4.1. Aushubarbeiten

Eine großflächige und detaillierte Dokumentation der Baugrundverhältnisse war mit fortschreitendem Aushub insbesondere in den Bauwerken möglich, in denen ein Trägerbohlverbau, eine Sicherung mittels Bodenvernagelung oder Anker- und Spritzbetonsicherung ausgeführt wurde. Die hierbei angefertigten Aufnahmen, z.B. der freigelegten Felder zwischen den Trägerbohrungen, erlaubten eine hochwertige Ansprache von Gestein, Gesteineigenschaften, Gebirge und Trennflächen, insbesondere auch der Trennflächenorientierung (Abb. 7 und Abb. 8).



Abb. 7 Direkte geologische Dokumentation des freiliegenden Gebirges im Zuge laufender Aushubarbeiten: Links: Offene „Fächer“ zwischen Trägerbohlbohrungen. Rechts: Frei geböschte Einschnittsböschung im Buntsandstein.

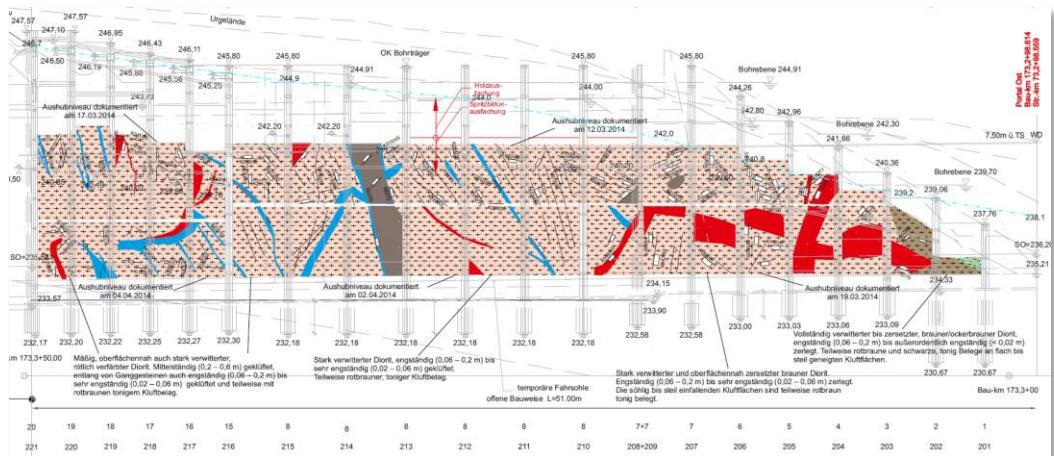


Abb. 8 Ausschnitt aus einem Böschungsplan mit Darstellung der angetroffenen Verhältnisse.

2.4.2. Träger- und Pfahlbohrungen

Für das Bohren von Trägerbohlverbau und Bohrpfählen wurden von der ausführenden Firma Bauer Spezialtiefbau Kelly-Bohrgeräte vom Typ BAUER BG 40, BG 28 und BG 20 eingesetzt. Die Bohrgeräte wurden je nach Untergrundeigenschaften mit verschiedenen Bohrwerkzeugen bestückt, wobei in weichen bis mittelfesten Formationen vor allem Progressivschnecke und Kastenbohrer eingesetzt wurden, in festem Fels auch Kernbohrrohr, Rollenmeißel-Kernbohrrohr und Multi Hammer Drill (MHD).

Die Wahl des Bohrwerkzeugs nahm dabei direkten Einfluss auf Art und Qualität der baubegleitenden Dokumentation. Insbesondere bei der Ausführung der Trägerbohrungen im unverwitterten Diorit für die offene Bauweise des Tunnels Hirschberg konnten durch den Einsatz des Kernbohrrohrs hochwertige Kernstücke gewonnen werden (Abb. 9), die nicht nur eine zutreffende Bestimmung von Lithologie, Verwitterungsgrad und Trennflächengefüge erlaubten, sondern darüber hinaus auch als Probenmaterial für nachgeschaltete Laborversuche (siehe Absatz 2.4.4) zur Verfügung standen.



Abb. 9 Dokumentation von Bohrpahlbohrungen im Fels: Links Kerngewinn im frischen Diorit mithilfe des Kernbohrrohrs. Rechts: Dokumentation von Schlüsselbeobachtungen an Bohrgut unter Einsatz der „Teufentafel“ (im Hintergrund).

2.4.3. Ankerbohrungen

Für die Boden- und Felsnägel mit einem Durchmesser von meist rd. 140 mm wurden i.d.R. Kleinbohrgeräte eingesetzt. Gebohrt wurde drehschlagbohrend, je nach Untergrund mit hydraulischem Außenhammer oder Imlochhammer. Im Gegensatz zur detaillierten Bodenansprache, die auch bei Pfahlbohrungen noch möglich war, musste die Dokumentation der Ankerbohrungen den widrigen Aufschlussverhältnissen Rechnung tragen. Dies erfolgte im entsprechenden Formblatt durch eine nur qualitative Bewertung von Bohrfortschritt, Kontinuität der Bohrung, Spülungsrücklauf sowie Eigenschaften des Spülungsrücklaufs und des enthaltenen Bohrkleins (Abb. 10) in Form mehrerer, zuvor definierter Klassen.

Obwohl eine Zuordnung z.B. zu den Bodenklassen nach DIN 18300 (entspricht weitestgehend ÖNORM B2205) bzw. 18301 (Stand vor 2015) durch die Dokumentation solcher Bohrungen i.d.R. nicht zweifelsfrei möglich ist, erlauben derartige Daten in Kombination mit höherwertigen Aufschlüssen die Extrapolation der an anderer Stelle dokumentierten Verhältnisse und eine Vervollständigung des geologischen Gesamtbildes.

| Geologische Dokumentation - Ankerbohrungen | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|------|---------------------|---|-------------------------|--|
| Bauwerk: TU Hirschberg re. Gl. OBW | | | | Ankernummer: 120.087 | | | Länge: 14 m 25° | | | |
| Gerät: KR 806 | | | | Bohrwerkzeug: Imloch | | | Durchmesser: 140 mm | | | |
| Datum: 04.02.15 | | | | Uhrzeit: - | | | Bearbeiter: Reindl | | | |
| Tiefe | Bohrfortschritt | | Kontinuität der Bohrung | Spülungs-rücklauf | Eigenschaften des Spülungs-rücklaufes | | | Bohrklein | | |
| in m unter Bohr-ansetz | hoch | mittel | gering | regelmäßig | unregelmäßig | nein | ja | Farbe | nicht bindig | bindig |
| 0,0 | | | | | | | | hellbeige | Feinsand | Hinterfüllung |
| 0,5 | | | | | | | | rotbraun | Ton und Schluff, sandig | |
| 1,0 | | | | | | | | hellgrau bis dunkelgrau, auch graubraun | Grobsand bis Schluff | zerbohrter, teils zermahlen, schwach bis stark verwitterter Zechstein dolomit, Festgestein, BKL 6*, FV2*, FD2-FD3*, Staubentwicklung |
| 1,5 | | | | | | | | | | |
| 2,0 | | | | | | | | hellgrau | Feinsand | zerbohrte, teils zermahlene, schwach bis stark verwitterte Zechsteinbrekzie, Festgestein, BKL 6*, FV2*, FD2-FD3* |
| 2,5 | | | | | | | | | | |
| 3,0 | | | | | | | | graubraun | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | |
| 4,0 | | | | | | | | hellgrau | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | |
| 5,0 | | | | | | | | braungrau | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | |
| 6,0 | | | | | | | | | | |
| 6,5 | | | | | | | | | | |
| 7,0 | | | | | | | | | | |
| 7,5 | | | | | | | | | | |
| 8,0 | | | | | | | | | | |
| 8,5 | | | | | | | | | | |
| 9,0 | | | | | | | | | | |
| 9,5 | | | | | | | | | | |
| 10,0 | | | | | | | | | | |
| 10,5 | | | | | | | | | | |
| 11,0 | | | | | | | | | | |
| 11,5 | | | | | | | | | | |
| 12,0 | | | | | | | | | | |
| 12,5 | | | | | | | | | | |
| 13,0 | | | | | | | | | | |
| 13,5 | | | | | | | | | | |
| 14,0 | | | | | | | | Endteufe 14 m | | |
| 14,5 | | | | | | | | | | |
| 15,0 | | | | | | | | | | |
| 15,5 | | | | | | | | | | |
| 16,0 | | | | | | | | | | |
| 16,5 | | | | | | | | | | |
| 17,0 | | | | | | | | | | |
| 17,5 | | | | | | | | | | |
| 18,0 | | | | | | | | | | |
| 18,5 | | | | | | | | | | |
| 19,0 | | | | | | | | | | |
| 19,5 | | | | | | | | | | |
| 20,0 | | | | | | | | | | |
| 20,5 | | | | | | | | | | |

*Hinweis: Eine zweifelsfreie Zuordnung zu den Bodenklassen nach DIN 18300 und DIN 18301 (insbesondere Beurteilung Trennflächenabstand) ist bei dem hier dokumentierten Verfahren (zerstörende Vollbohrung) nur bedingt möglich.

Abb. 10 Beispiel für die Dokumentation einer Ankerbohrung.

2.4.4. Beprobung und Laboruntersuchung

Da eine Vielzahl bautechnisch relevanter Gesteins- und Gebirgseigenschaften mit üblichen Feldversuchsverfahren nicht hinreichend genau bestimmt werden können, stellen fels- und bodenmechanische Analysen im Labor eine sinnvolle bzw. vor dem Hintergrund spezifischer Fragestellungen ggf. auch notwendige Ergänzung der Geländearbeit dar.

Im Rahmen des Projekts Umfahrung Schwarzkopftunnel wurden dabei für die anstehenden Festgesteine u.a. Einaxiale Druckversuche, CERCHAR-Abrasivitätsversuche und mineralogisch-petrographische Analysen durchgeführt (Abb. 11).

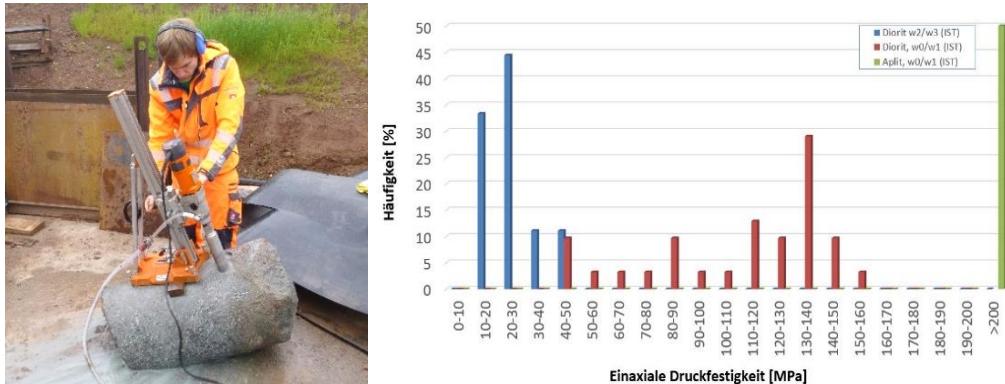


Abb. 11 Beprobung und Laboruntersuchung von Felsgesteinen: Links: Gewinnung von Probekörpern für felsmechanische Laboruntersuchungen aus mittels Kernbohrer gewonnenen Großbohrkernen. Rechts: Häufigkeitsverteilung der ermittelten Einaxialen Druckfestigkeiten in Diorit und Aplitgängen, gegliedert nach Verwitterungsgrad.

Im Gegensatz zur Erkundungsphase, die meist nur eine stichpunktartige Untersuchung des Baugrunds mittels Bohrungen erlaubt, existieren in der Ausführungsphase meist eine Vielzahl an Aufschlüssen und ein Überangebot möglicher Proben. Die Entnahme von Block- oder Sonderproben, bzw. auch die fallweise Umsetzung statistischer Prüfpläne kann unter diesen Voraussetzungen daher eine deutlich wirtschaftlichere und schonendere Beprobung der anstehenden Gesteine erlauben, als eine Bohrkampagne [Plinninger et al., 2008].

Im Zuge der Umfahrung Schwarzkopftunnel wurden beispielweise zur Gewinnung von Probekörpern für Einaxiale Druckversuche die mit dem Kernbohrer gewonnenen Großbohrkerne mit \varnothing 620 mm und \varnothing 750 mm vor Ort überbohrt, um so prüffähige Kerne \varnothing 55 mm für die Laboruntersuchung zu gewinnen (Abb. 11).

2.4.5. Planerstellung

Die Dokumentationsarbeit im Gelände wurde mit der Erstellung zusammenfassender Berichte und Pläne abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden dabei – je nach Aufgabenstellung – in Form geologisch-geotechnischer Aufschlusspläne (Abb. 8) oder in Form klassifizierender Bodenklassenpläne (Abb. 12) mit Eintragung der angetroffenen Verteilung der Bodenklassen nach DIN 18300 bzw. 18301 dargestellt.

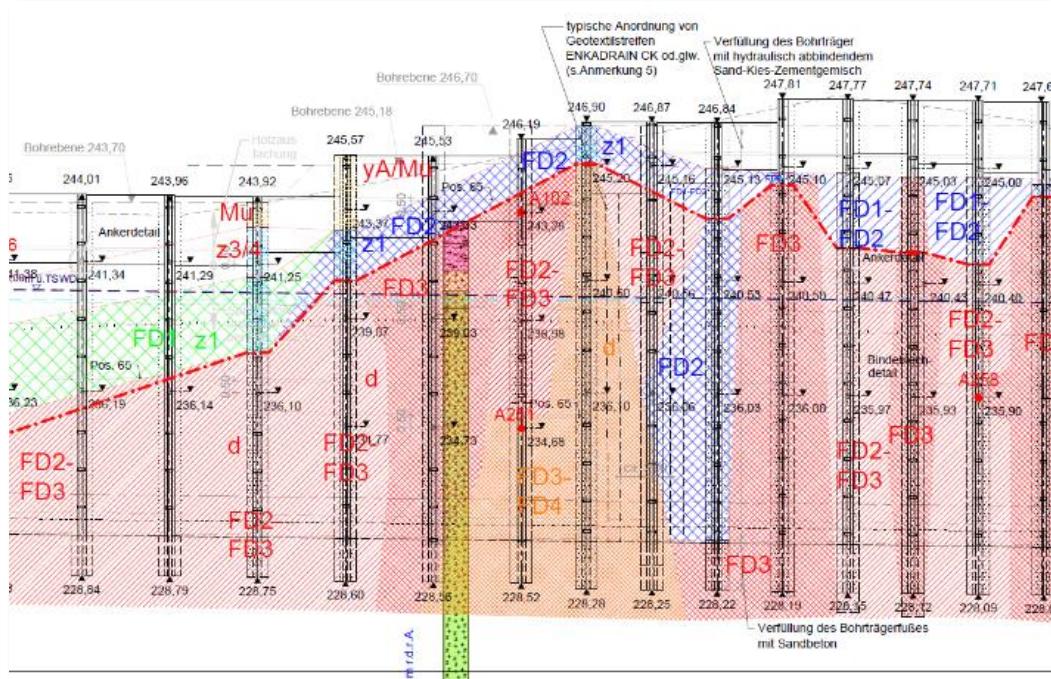


Abb. 12 Ausschnitt aus einem Bodenklassenplan, mit Darstellung der Verteilung der Bodenklassen nach DIN 18301 (Stand vor 2015).

3. ZUSAMMENFASSUNG

Auch im Spezialtiefbau stellt die Interaktion des - vom Auftraggeber bereitgestellten - Baugrunds mit dem - vom Auftragnehmer angebotenen - Bauverfahren und -betrieb eine anspruchsvolle Aufgabenstellung in Theorie und Praxis dar. Diese Schnittstelle besitzt deswegen besondere Relevanz, da der natürliche Baugrund über meist streuende fels- oder bodenmechanische Eigenschaften verfügt und in der Regel nur stichprobenartig vorerkundet werden kann. Auch mit der detailliertesten und kompetentesten Standortuntersuchung wird daher gerade im Spezialtiefbau stets ein Restrisiko unerwarteter (ggf. ungünstiger) Untergrundverhältnisse verbleiben. Der Baugrund stellt daher für beide Partner eines Bauvertrags stets Risiko, aber auch Chance dar.

Die baubegleitende ingenieurgeologische Dokumentation liefert wesentliche Informationen für die Bewertung der angetroffenen geologischen Verhältnisse („Blick zurück“), aber auch für die Anpassung von Bauverfahren und Baubetrieb an die zu erwartenden geologischen Verhältnisse („Blick voraus“). Sie schafft damit wesentliche Grundlagen für eine sichere und wirtschaftliche

Bauausführung und die bauvertragliche Bewertung konkreter Fragestellungen im Zusammenwirken von Baugrund und Bauverfahren / Baubetrieb.

In Deutschland haben sich mit Erscheinen des Ergänzungsbands 2015 zur VOB 2012 bzw. der VOB-Gesamtausgabe 2016 für die Ausschreibung und Vergütung von Bauleistungen im Spezialtiefbau sowie die dafür erforderliche Baugrunderkundung umfassende Änderungen ergeben. Dies betrifft vor allem die Umstellung weg von den bis dato gültigen gewerkespezifischen Boden- und Felsklassifizierungen hin zum Konzept der geotechnischen „Homogenbereiche“. Diese müssen zwar auf Basis einer von der VOB vorgegebenen Liste an Kennwerten mit Kennwertebandbreiten beschrieben werden, andererseits wird aber dem Baugrundgutachter ein breiter Ermessensspielraum bei der Festlegung der nach seinem Ermessen "homogenen" Baugrubenbereiche mit vergleichbaren bautechnischen Eigenschaften eingeräumt.

Für die Erstellung von Aufmaßen und Abrechnungsgrundlagen während der Bauausführung wird es daher zunehmend erforderlich werden, die der Ausschreibung zugrundeliegenden Homogenbereiche im Feld anhand ihrer charakteristischen Kennwerte zu identifizieren und zusätzlich auf mögliche Abweichungen der SOLL-Parameter zu überprüfen. War die Festlegung allgemein eingeführter Bodenklassen, wie z.B. der Boden- und Felsklassen der DIN 18301 einem versierten Polier oder Bauart bislang noch weitgehend problemlos möglich, so wird die flächendeckende Umsetzung des Konzepts der "Homogenbereiche" auch für Fragen von Aufmaß und Abrechnung zunehmend mehr die Einbindung des Ingenieurgeologen erfordern.

Anspruchsvolle Dokumentationsaufgaben, wie die im voranstehenden Beitrag beschriebenen, werden nach Einschätzung der Autoren zukünftig nicht nur Großprojekten wie der Umfahrung Schwarzkopftunnel vorbehalten bleiben, sondern werden zukünftig vermutlich flächendeckenden Einzug in den Baustellenalltag beim Spezialtiefbau in Boden und Fels nehmen.

LITERATUR

- DB ProjektBau GmbH (2013). Ausbaustrecke Hanau-Nantenbach, Umfahrungsspanne Schwarzkopftunnel. Projektinformation, 12 S. Frankfurt.
- Gutfrucht, M., Haugwitz, H.-G., Schmitz, S. & Wecker, K. (2015). Bauvorhaben Umfahrung Schwarzkopftunnel - Spezialtiefbau für ein Kernprojekt der Deutschen Bahn AG. Geomechanics & Tunnelling, 8, 2: 146 - 154, Berlin (Ernst & Sohn).
- ÖNORM EN ISO 14689-1:Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO/DIS 14689-1:2016)
- ÖNORM EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO/DIS 14688-1:2016)
- Plinninger, R.J., Bruehlheide, Th. & Nickmann, M. (2008). Geotechnische Aspekte der repräsentativen Beprobung von Festgesteinen. Geotechnik, 31, 4: S. 308 - 317, Essen (Glückauf).
- Singer, J., Plinninger, R.J., Dörner, J., Priesack, T. & Garber, C. (2017): Karstvorerkundung beim Bau des Tunnel Darmsheim, Baden-Württemberg, in: DGTT (Hrsg. 2017): Tagungsband der Fachsektionstage Geotechnik, Würzburg, 6. - 8. September 2017: S. 132 - 137, Essen.