

Sonderdruck aus:

PLINNINGER, R.J., THURO, K. & BRUELHEIDE, TH. (1999): Geotechnische Auswirkungen von Inhomogenitäten im Keupersandstein auf Tunnelvortriebe der U-Bahn Nürnberg. – Berichte von der 12. Nat. Tag. Ing.-Geol., 12.-16. April 1999, Halle (Saale), Fachsektion Ingenieurgeologie, 326-336.

Geotechnische Auswirkung von Inhomogenitäten im Keupersandstein auf Tunnelvortriebe der U-Bahn Nürnberg

Dipl.-Geol. R. J. Plinninger¹, Dr. rer. nat. K. Thuro¹ & Dipl.-Geol. T. Bruelheide²

¹Technische Universität München, Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte
und Ingenieur-Geologie

²Dyckerhoff & Widmann AG, Hauptniederlassung München, Tiefbauabteilung

Zusammenfassung

Für die Erweiterung der bestehenden Linie U2 zum Flughafen der Stadt Nürnberg (Bayern) waren Tunnel mit einer Gesamtlänge von 3,3 km in überwiegend bergmännischer Bauweise zu errichten. Die Vortriebe verliefen überwiegend in Sandsteinen und Ton-Schluffsteinen des sog. „Sandsteinkeupers“ (Obere Trias). Die inhomogene Zusammensetzung dieser Formation führte in einigen Baulosen zu Problemen beim Ausbruch mit Teilschnittmaschinen. In zwei Fallbeispielen soll aufgezeigt werden, wie einerseits harte Konkretionen („Quackenlagen“), andererseits aber auch gehäuft auftretende Ton-Schluffsteinlagen auf ganz unterschiedliche Weise in der Lage waren, sich äußerst ungünstig auf die Vortriebsleistung des Maschinensystems auszuwirken.

Abstract

In order to extend the already existing subway line U2 to the airport of Nuremberg (Bavaria) tunnels of a total length of 3.3 km had to be built. The advance works encountered mainly sandstones and clay-siltstones of the „Keuper“ formation (upper triassic). In some lots the inhomogeneous composition of the sediments led to problems in roadheader excavation. Two case studies are supposed to show how layers of hard calcrete (so-called „quacken“ layers) as well as soft clay-siltstone-layers reduced the efficiency of the roadheader excavation system.

1 Einleitung: Projekt und geologische Situation

Um eine bessere Anbindung des Flughafens an das bereits bestehende U-Bahn-Netz der Stadt Nürnberg zu gewährleisten, wurde im Jahre 1995 mit den Baumaßnahmen für die Verlängerung der Linie U2 Nord begonnen (Tabelle 1). Kernstück der Maßnahme sind die insgesamt 3,3 km langen, untertägigen U-Bahn-Tunnel mit

30 m² bzw. 35 m² Querschnitt (GROß, 1998). Die Vortriebsarbeiten konnten auf allen Baulosen Mitte 1998 abgeschlossen werden.

Das Gebiet der Stadt Nürnberg ist Teil des süddeutschen Schichtstufenlandes. Durch die flache Verkippung des mesozoischen Schichtenstapels nach Süden hin und die

darauffolgende, intensive Erosion seit der Kreide sind im Untergrund der Stadt vor allem Sandsteinen und Ton-Schluffsteinen des germanischen Keuper (Obere Trias) anzutreffen. Die bei den Baumaßnahmen angetroffenen, klastischen Sedimente werden stratigraphisch den Schichtgliedern

Coburger Sandstein und Burgsandstein zugerechnet, die wiederum dem mittleren oder „Sandsteinkeuper“ angehören. Eine bis zu 1,5 m mächtige Decke aus pleistozänen Flugsanden verhüllt diese Gesteine meist jedoch an der Oberfläche (Abbildung 1).

Tabelle 1: Wichtige Projektdaten der U2 Nord-Erweiterung in Kurzform.

Übersicht	U2 Nürnberg Nord -
Zweck	Ausbau der U2 Nord zum Flughafen Nürnberg
Länge	3300 m in bergmännischer Bauweise
Vortriebsweise	Neue Österreichische Tunnelbauweise im Fräsvortrieb
Ausbruchsquerschnitte	eingleisiger Tunnel: bis 35 m ² gesamt zweigleisiger Tunnel (mit Masse-Feder-System): bis 70 m ² gesamt
Bauzeit (Vortrieb)	1995 bis 1998
Bauherr	Stadt Nürnberg
Planung	U-Bahnreferat der Stadt Nürnberg
Bauausführung	BA 4.1: Wayss & Freytag AG BA 4.2: Dyckerhoff & Widmann AG

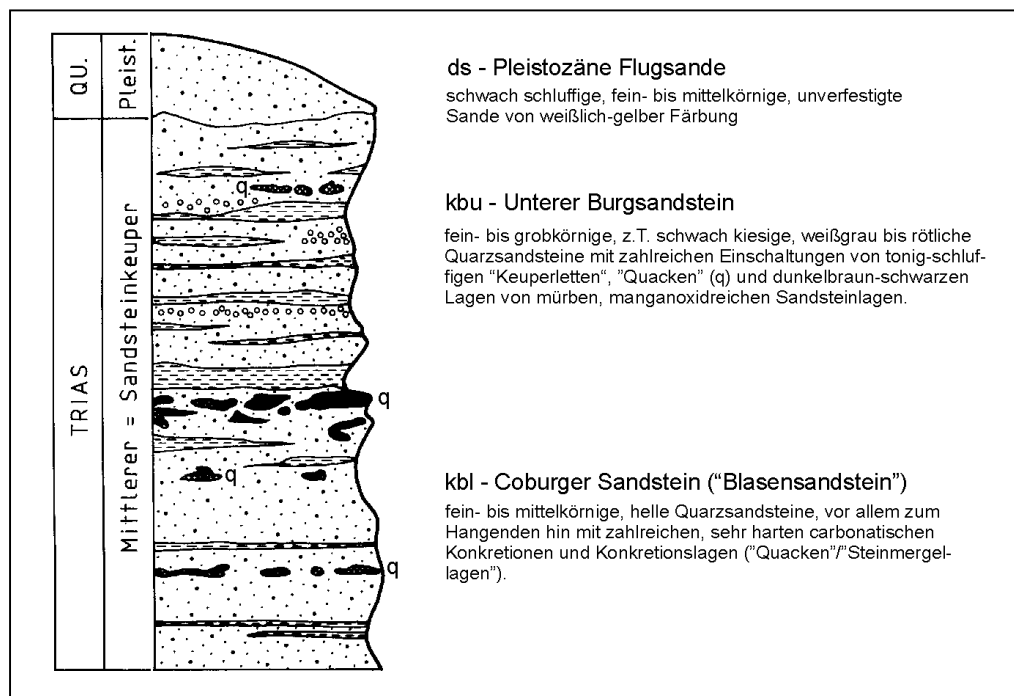


Abbildung 1: Schematische Schichtsäule der während der Vortriebsarbeiten für die Erweiterung der U-Bahn-Linie U2 Nürnberg angetroffenen Schichtfolge.

Die während des Keupers stark wechselnden, teils terrestrischen, teils limnisch-fluviatilen Ablagerungsverhältnisse führten zu einem Schichtverband, der von einer äußerst kleinräumigen, inhomogenen Zusammensetzung geprägt wird: Lagen von mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen wechseln mit Ton-Schluffsteinlagen („Keuperletten“) und Grobschüttungshorizonten ab, deren Komponenten bis in Kies Korngröße reichen. In einigen Bereichen führte eine nachträgliche carbonatische Zementierung zu wechselnd mächtigen Lagen oder Knollen, die als „Steinmergellagen“ oder „Quacken“ bezeichnet

werden. Die nachfolgend abgebildeten Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop (Abbildung 2) zeigen den extrem dichten Gefügeverband, der aus einzelnen, gerundeten Quarzklasten besteht, die nahezu vollständig von einer feinkristallinen Dolomit-/Calcit-Matrix umgeben werden. Bereits die Beobachtung, daß Quarzkörner transgranular gebrochen sind, der Bruch also nicht etwa um das Korn herum in der Grenzfläche Korn/Matrix verläuft, ist ein deutlicher Hinweis auf die extrem gute Kornbindung in den Konkretionen, die sich auch in einaxialen Druckfestigkeiten von bis zu 180 MPa niederschlägt.

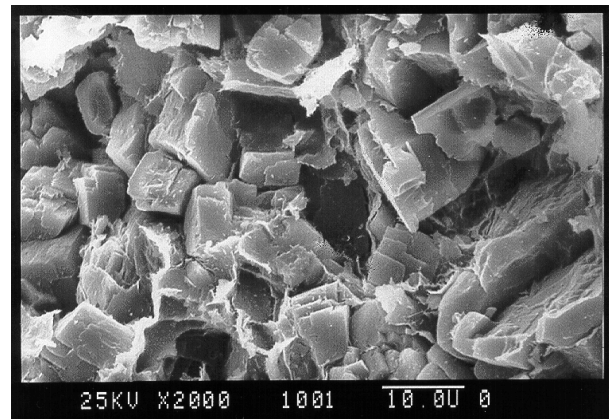


Abbildung 2: REM-Aufnahmen von „Quacken“: Die Übersichtsaufnahme (links) zeigt die muschelige, transgranular gebrochene Oberfläche eines gerundeten Quarzkornes in der äußerst dichten, carbonatischen Matrix. Die Detailansicht dieser Matrix (rechts) zeigt, daß überwiegend Dolomit mit typischen, rhomboedrischen Kristallformen und nur untergeordnet Tonminerale (kleinere, schuppenförmige Aggregate) auftreten (Aufnahmen Dr. J. Froh, TUM).

2 Das Vortriebskonzept Teilschnittmaschine

Die vorliegenden Untergrundverhältnisse - in der Hauptsache wenig feste Sandsteine - favorisierten im Zusammenhang mit den gesteigerten Ansprüchen des innerstädtischen Tunnelbaus an den Immissions-

schutz klar den Einsatz von schweren Teilschnittmaschinen gegenüber einem konventionellen Bohr- Sprengvortrieb. Auf mehreren Baulosen wurden daher zum Vortrieb Teilschnittmaschinen des Typs AC-Eickhoff ET 380 (200 kW Leistung, 105 t Gesamtgewicht) mit Längs- und Querschneidkopf eingesetzt (GROß, 1998).

