

# **Tunnelbau im Europaviertel Frankfurt**

**Dr.-Ing. Jürgen Schmitt, Dipl.-Ing. Heiner Fromm**

CDM Consult GmbH, Alsbach

**Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Krajewski**

Prüfsachverständiger Geotechnik / Tunnelbau, Hochschule Darmstadt

## **1 Einleitung**

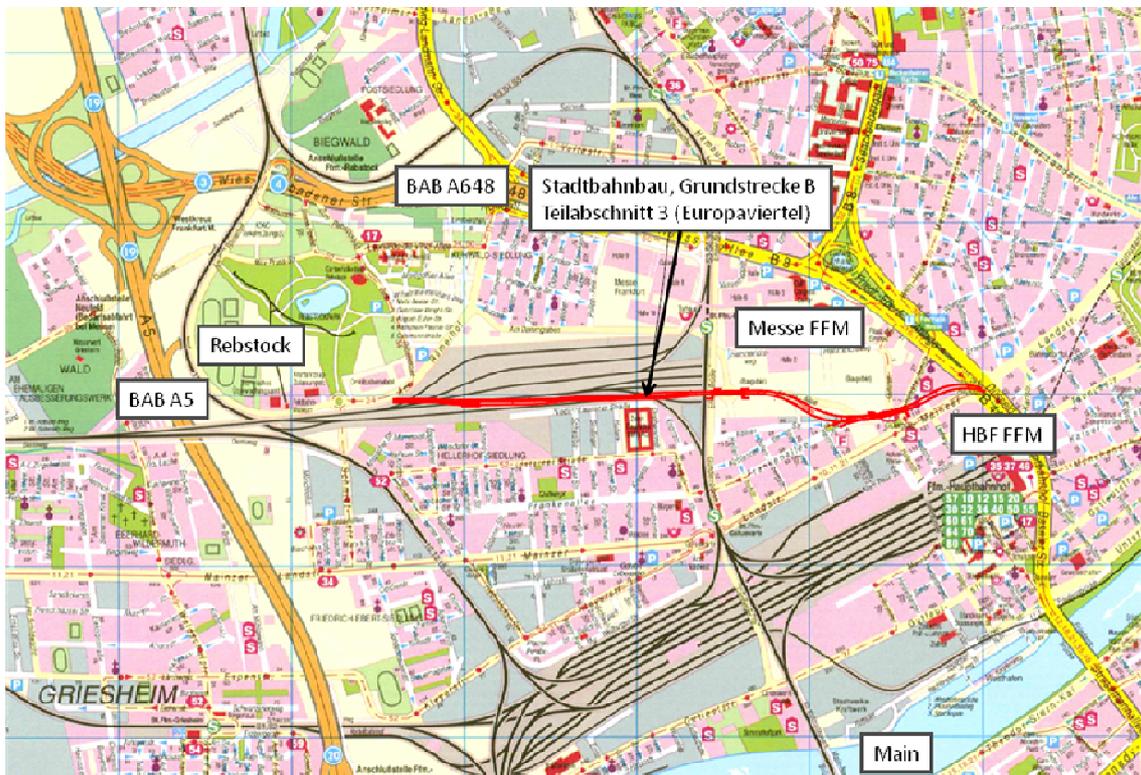
Mit der Auflassung des Hauptgüterbahnhofes und seines Rangierfeldes (Bild 1) ergibt sich für die Stadt Frankfurt am Main die Chance, eine große innerstädtische Brachfläche einer neuen städtebaulichen Nutzung zuzuführen und die umliegenden Stadtteile besser miteinander zu verknüpfen (Bild 2). Durch die unmittelbare Nachbarschaft zum Frankfurter Messegelände bietet sich außerdem die Möglichkeit, den innerstädtischen Standort der Messe in gebotenem Maß zu erweitern (Stadtplanungsamt Frankfurt am Main 2010).

Westlich der Frankfurter Innenstadt befindet sich das Planungsgebiet zwischen den Stadtteilen Bockenheim und Gallus. Die drei Bebauungspläne, die das künftige Europaviertel und das gesamte Messegelände umfassen, weisen eine Fläche von insgesamt ca. 145 ha auf. Ca. 100 ha entfallen davon auf die ehemals zu Bahnzwecken genutzten Flächen.

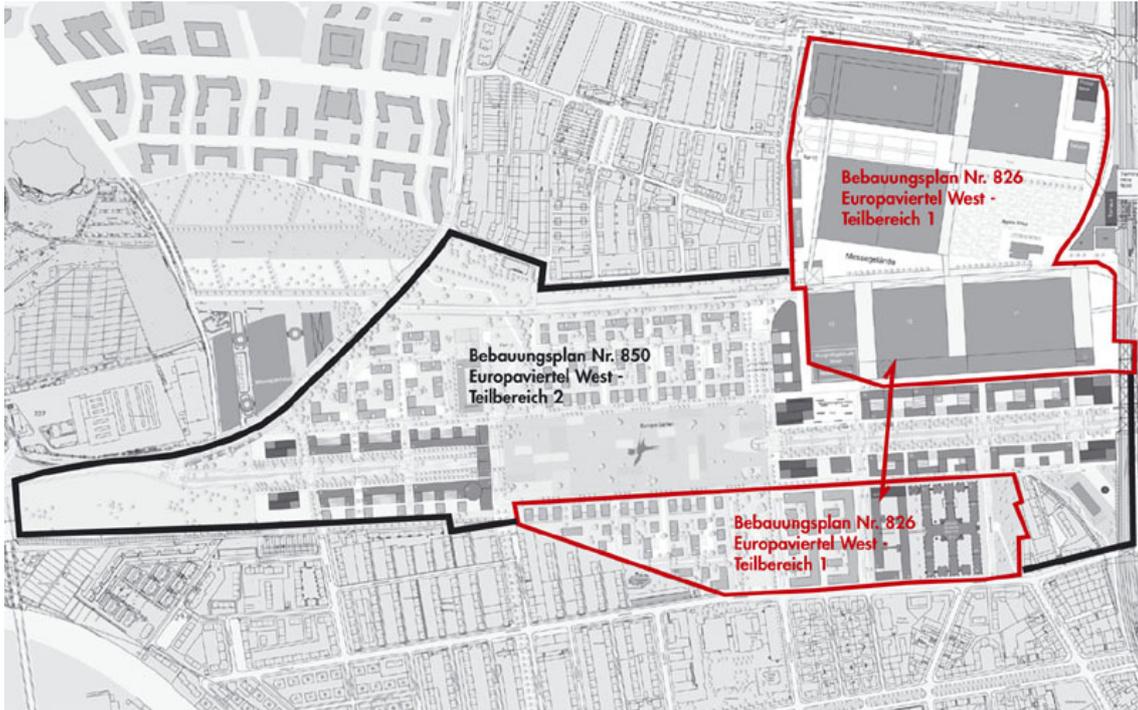
Im Europaviertel sollen bis zu 32.000 Arbeitsplätze und rund 3.800 Wohnungen entstehen. Ebenso ist es ein Ziel, der Messe Frankfurt an ihrem innerstädtischen Standort Erweiterungsflächen zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich kann durch die Planung großzügiger Grünflächen im westlichen Teil die Erholungsfunktion in den angrenzenden Stadtteilen und die stadträumliche Vernetzung verbessert werden.



**Bild 1** Luftbild des gesamten Europaviertels (Stadtplanungsamt Frankfurt am Main 2010)



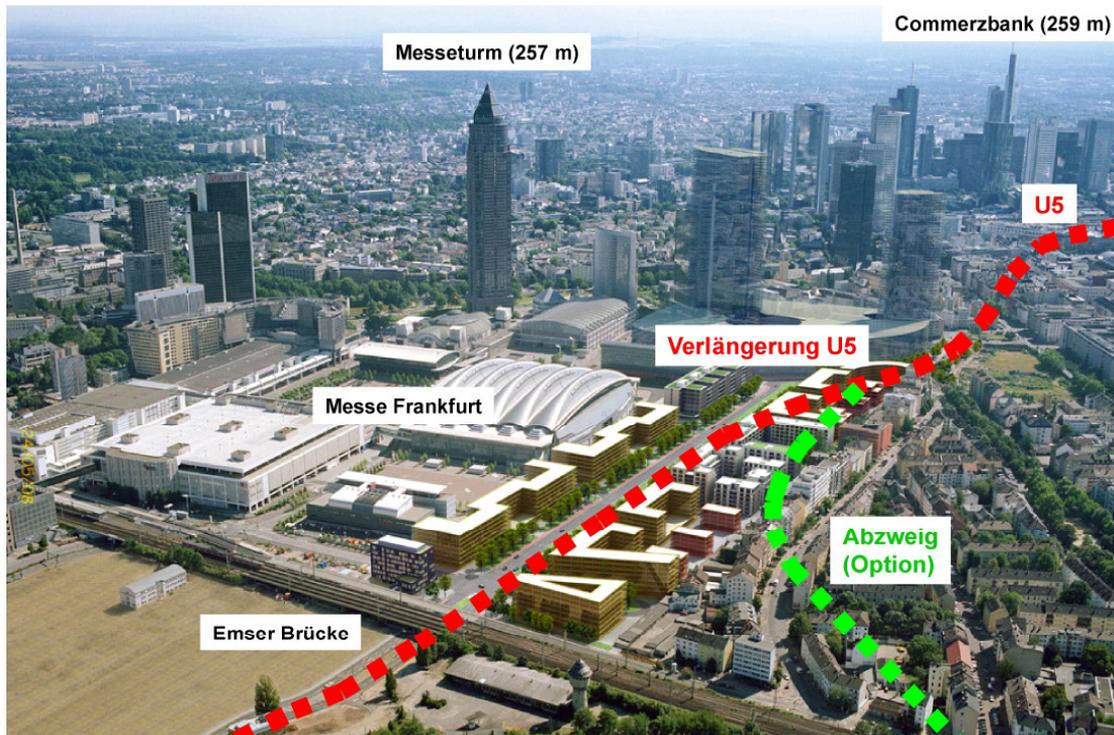
**Bild 2** Übersicht Projektgebiet



**Bild 3** Geltungsbereiche der Bebauungspläne (Stadtplanungsamt Frankfurt am Main 2010)

Seit dem Beginn der Planungen zum Frankfurter Europaviertel vor ca. 10 Jahren wurden für das Projektgebiet drei Bebauungspläne beschlossen (Bild 3). Der Bebauungsplan Nr. 556 „Messeviertel / Hemmerichsweg“ für den östlichen Teil des Europaviertels ist bereits seit Mai 2001 rechtsverbindlich. Der Bebauungsplan Nr. 826 „Europaviertel West - Teilbereich 1“, der die bereits von der Nutzung als Bahnfläche freigestellten Flächen überplant, ist seit Februar 2008 rechtsverbindlich. Der dritte Bebauungsplan Nr. 850 „Europaviertel West - Teilbereich 2“ überplant die Flächen, die gegenwärtig zurückgebaut werden und ist am 13.07.2010 in Kraft getreten. Diesen Bebauungsplänen liegt ein städtebaulicher Rahmenplan zugrunde, der nach seiner ersten Auflage im Jahre 2000 kontinuierlich fortgeschrieben wurde (Stadtplanungsamt Frankfurt am Main 2010).

Um das Europaviertel an das U-Bahnnetz der Stadt Frankfurt am Main anzubinden, ist die Verlängerung der B-Linie (U5) als Abzweig von der bestehenden Linie U4 zur Bockenheimer Warte (D-Strecke) geplant. Die geplante U-Bahnstrecke führt vom Platz der Republik (Anschluss an den Bestand) über den Güterplatz zum Lia-Wöhr-Platz an der Straßeneinmündung der Kölner Straße in die Frankenallee. Vom Lia-Wöhr-Platz führt die U-Bahntrasse nach Nordwesten in den südlichen Teil des ehemaligen Hauptgüterbahnhofs. Die U-Bahntrasse verläuft unter der Emser Brücke und parallel zur Niedernhausener Straße im südlichen Teil des ehemaligen Rangierbahnhofs nach Westen bis zum Endhaltepunkt in Höhe der westlichen Wohnparkbebauung am Rebstock (Bild 4).



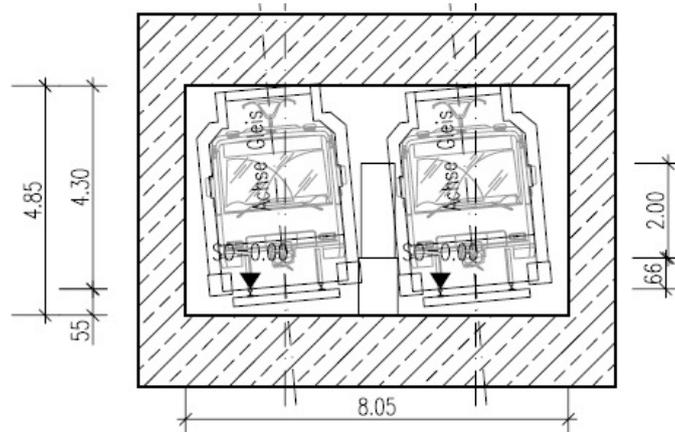
**Bild 4** Europaviertel Frankfurt: Europa-Allee - Visualisierung der Baumassen und der Architektur - Skyline Plaza: Vorentwurf (nach VIVICO 2010)

## 2 Bauwerk

Die Erweiterung der Linie hat ab dem bestehenden Anschlussbauwerk am Platz der Republik eine Gesamtlänge von ca. 2,6 km (Bild 5). Die geplante Trasse verläuft komplett unterirdisch über vier Stationen mit den Arbeitstiteln „Güterplatz“, „Emser Brücke“, „Europagarten“ und „Wohnpark“ bis zum Streckenende in Höhe der westlichen Wohnparkbebauung.



**Bild 5** Übersicht Bauweisen

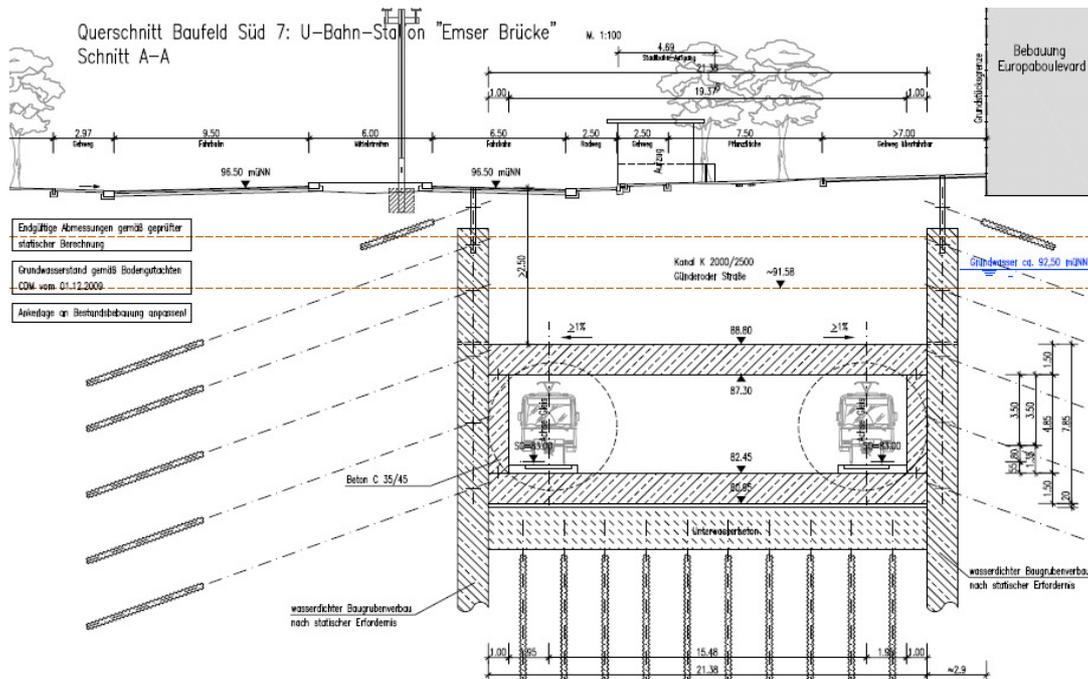


**Bild 6** Tunnelquerschnitt offene Bauweise

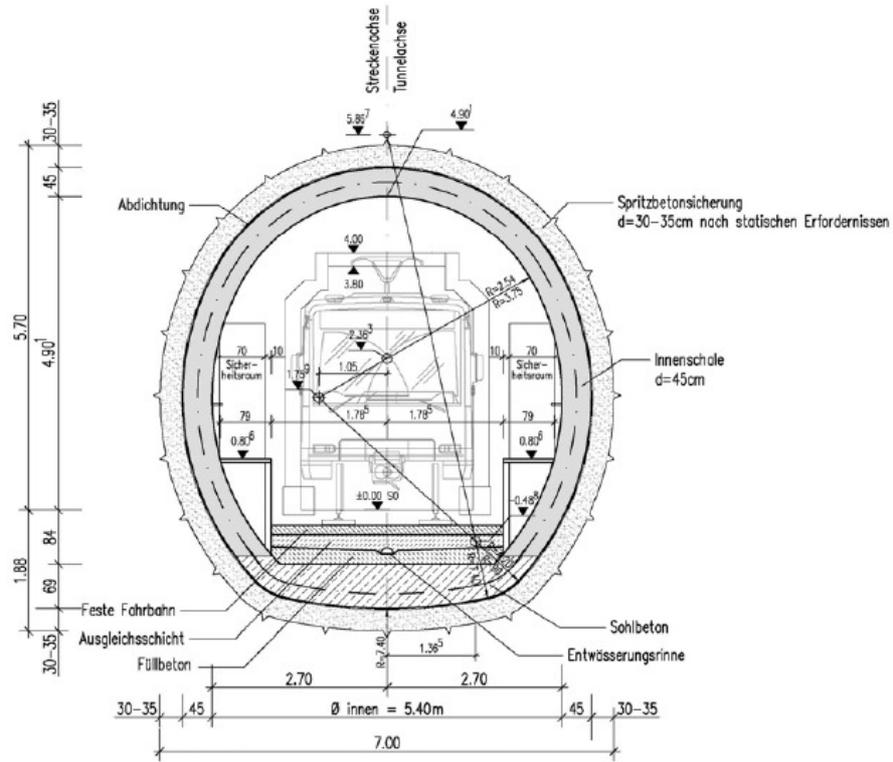
Der 1,6 km lange Abschnitt westlich der Emser Brücke soll in offener Bauweise errichtet werden. Hier soll der Tunnel als einzelliger Stahlbetonrahmen mit einer lichten Breite von ca. 8 m und einer lichten Höhe von ca. 5 m ausgebildet werden (Bild 6). Die Überlagerung beträgt ca. 4 m bis 7 m.

An den Stationen vergrößert sich die Bauwerksbreite auf ca. 20 m (Bild 7).

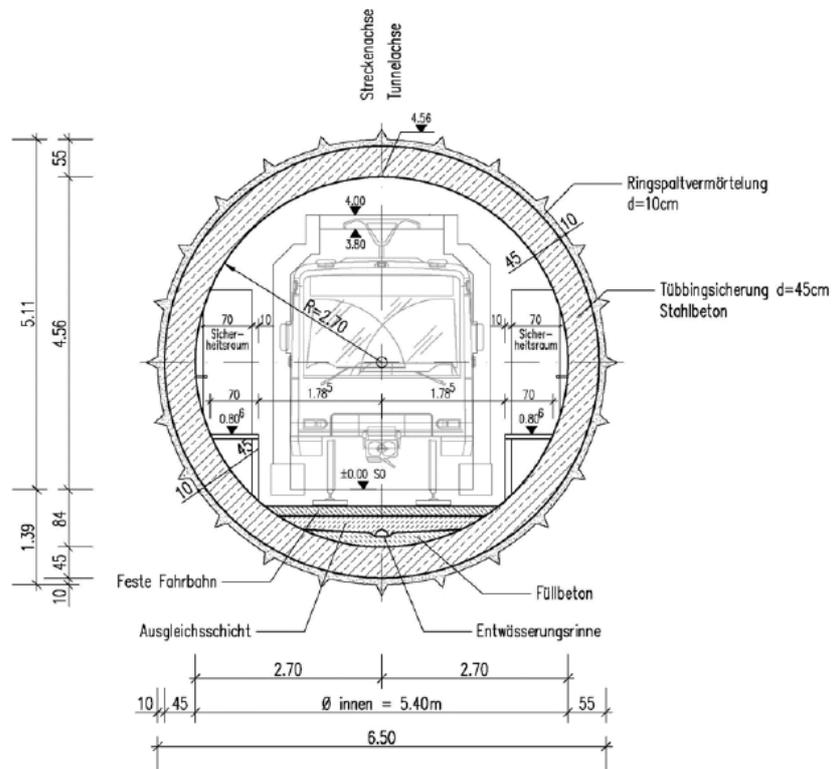
Der ca. 1,0 km lange östliche Streckenabschnitt bis zur Emser Brücke soll bergmännisch aufgeföhren werden. Der U-Bahntunnel soll hier zwei Einzelröhren (Nord- und Südgleis) erhalten.



**Bild 7** Querschnitt offene Bauweise Station Emser Brücke



**Bild 8** Tunnelquerschnitt Spritzbetonbauweise



**Bild 9** Tunnelquerschnitt Schildvortrieb

Die Einzelröhren sind durch zwei Querschläge verbunden. Diese sind zwischen dem Platz der Republik und der Station „Güterplatz“ und zwischen der Station „Güterplatz“ und der Station „Emser Brücke“ angeordnet. Die Überlagerungshöhe reicht von ca. 7 m bis maximal 17 m. Die bergmännisch aufzufahrenden Tunnelbereiche sollen in der Spritzbetonbauweise hergestellt werden (Bild 8). Alternativ wurde im Rahmen der Vorplanung auch ein Schildvortrieb untersucht (Bild 9), der aber aufgrund wirtschaftlicher Aspekte als Ausführungsvariante ausscheidet.

### **3 Geologischer Überblick und Randbedingungen für den Tunnelbau**

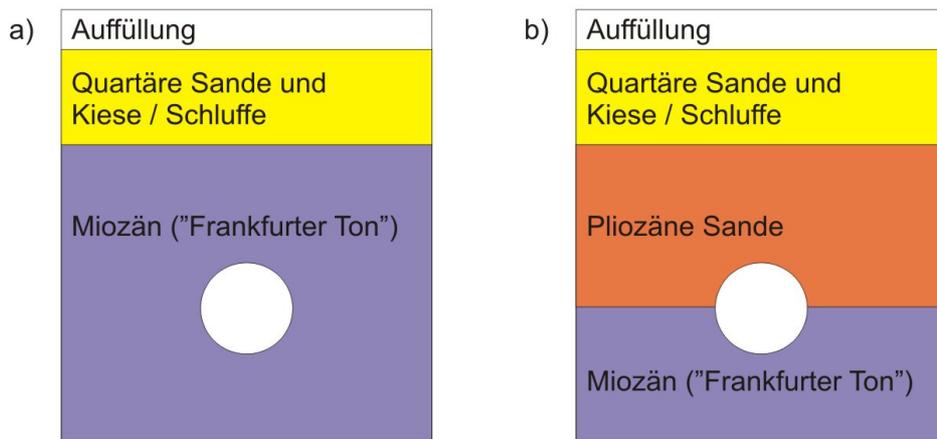
Im Projektgebiet sind geländenah zwischen etwa 5 m und 10 m dicke quartäre Deckschichten zu erwarten. Hierbei handelt es sich um bindige Böden wie Löß, Lehm und Schluff, die von den Sanden und Kiesen der Main- und Niddaterrassen unterlagert werden. Im Zuge früherer anthropogener Einflüsse wurden Teile der quartären Böden abgetragen und durch Auffüllungen ersetzt.

Im Liegenden folgen bis in große Tiefe tertiäre Schichtenfolgen. Die oberste Tertiärschicht wird im westlichen Trassenabschnitt von pliozänen Sanden gebildet, in die untergeordnet Kies, Schluff, Ton und Holzreste eingeschaltet sind. Im östlichen Trassenabschnitt bilden die Hydrobienschichten des Miozäns die oberste Tertiärschicht. Diese werden von Ton und Schluff, nachgeordnet von Kalkstein, Dolomit und Algenkalk gebildet. Diese Schichtenfolge wird im Allgemeinen als „Frankfurter Ton“ bezeichnet. Zwischen den beiden Bereichen liegen über den Hydrobienschichten noch die Landschneckenmergel und untergeordnet die Prososthenienschichten (beide aus dem Miozän).

Der Bereich, der in der bergmännischen Bauweise aufgefahren wird, lässt sich bezüglich der Schichtenfolge durch zwei charakteristische geologische Profile beschreiben (vgl. Bild 10). Im Abschnitt Platz der Republik bis Station „Güterplatz“ kommen die geplanten Tunnelröhren vollständig im Miozän („Frankfurter Ton“) zu liegen (Bild 10a). Im Abschnitt Station „Güterplatz“ bis Station „Emser Brücke“ treten unterschiedliche geotechnische Verhältnisse auf. In einzelnen Abschnitten liegen die Tunnelröhren noch vollständig in den miozänen Böden. In anderen Abschnitten stehen in der Firste pilozäne Sande an, die örtlich bis in den Ausbruchsquerschnitt hinein reichen (Bild 10b) und stellenweise bis zur Tunnelsohle führen (Bild 11).

Im Bereich der offenen Bauweise kommt das Tunnelbauwerk in den pliozänen Sanden und Kiesen zu liegen.

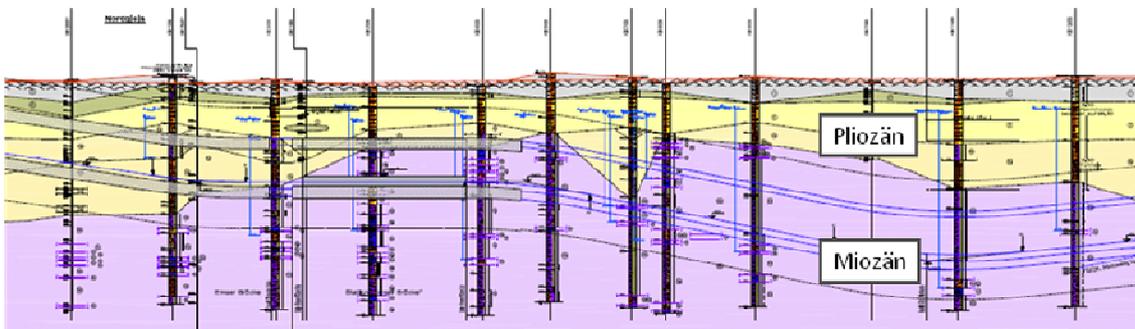
Das Grundwasser steht ca. 3 bis 5 m unter Gelände an, so dass sich der Tunnel komplett im Grundwasser befindet.



**Bild 10** Schematischer Schichtenaufbau mit Tunnelquerschnitt

Sowohl bei der offenen als auch bei der bergmännischen Bauweise sind die Wahl des Bauverfahrens und die Wahl der Sicherungsmittel von den geologischen Randbedingungen abhängig.

Für den bergmännischen Tunnelvortrieb im „Frankfurter Ton“ liegen umfangreiche Erfahrungen aus dem früheren U-Bahn-Bau vor. Das Gestein lässt sich im Allgemeinen gut mit einem Tunnelbagger lösen. Die unregelmäßig im Gebirgsaufbau vorkommenden Festgesteinsbänke können Meißelarbeit und Lockerungssprengungen erfordern. Zur Beherrschung des Bergwassers wird im Allgemeinen eine vorausseilende Absenkung mittels Schwerkraftbrunnen ausgeführt. Alternativ ist ein Druckluftvortrieb möglich, wobei die Erfahrungen aus entsprechenden Baulosen im Osten Frankfurts gezeigt haben, dass infolge anthropogener Einflüsse und infolge der vergleichsweise geringen Firstüberdeckung beim Druckluftvortrieb Probleme hinsichtlich etwaiger Ausbläser auftreten. Insgesamt kann aber festgestellt werden, dass mit einem Kalottenvortrieb der Tunnel in den miozänen Schichten in bewährter Weise aufgeföhren werden kann.



**Bild 11** Geologischer Schnitt im Bereich der geschlossenen Bauweise

Vergleichsweise schwierig wird der bergmännische Vortrieb mit dem Eintritt der Gradienten in die pliozänen Sande. Diese sind durchlässig bis stark durchlässig, so dass eine Grundwasserabsenkung sowohl aus ökologischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht für ein Linienbauwerk nicht darstellbar ist. Ferner ist zu berücksichtigen, dass sich infolge der vergleichsweise geringen Scherfestigkeit des kohäsionslosen Bodens und der Einflüsse aus früherer und aktueller Bebauung der in der Spritzbetonbauweise notwendige Gebirgstragring nur bedingt einstellt. Aus den zuvor genannten Gründen wird voraussichtlich ein Druckluftvortrieb erforderlich werden, wobei zur Vermeidung von Ausbläsern und zur Ertüchtigung des Gebirgstragrings ergänzende Sondermaßnahmen erforderlich werden.

In Fortführung dieser Überlegungen werden zur Ausführung des in offener Bauweise zu realisierenden Streckenabschnitts wasserundurchlässige Baugruben konzipiert. Die Bauwerke binden in die pliozänen Sande ein. Der natürliche Dichtungshorizont liegt deutlich unter der Baugrubensohle und kann von einem wirtschaftlich konzipierten Baugrubenverbau nur an einzelnen Stellen erreicht werden. Dementsprechend wird die Baugrube zum Liegenden hin künstlich abgedichtet (z. B. Unterwasserbetonsohle oder Dichtungssohle mit den Düsenstrahlverfahren). Für die Baugrubenwände ist ein rückverankerter bzw. ausgesteifter Verbau mit Bohrpfählen oder Schlitzwänden, bei vergleichsweise geringen Baugrubentiefen auch mit Spundwänden möglich.

#### **4      **Ausblick****

Nach Abschluss der Vorplanung mit der Untersuchung von verschiedenen Planungsvarianten stehen die nächsten Planungsphasen an. Im Jahr 2012 soll voraussichtlich der Baubeginn erfolgen.

#### **Literatur**

Stadtplanungsamt Frankfurt am Main (2010)

Europaviertel - Städtebaulicher Entwurf, Büro, Gewerbe, Wohnen, URL:  
[http://www.stadtplanungsamt-frankfurt.de/europaviertel\\_5196.html?psid=9e3c6793b9dc40be7b22df0c30f386f7N](http://www.stadtplanungsamt-frankfurt.de/europaviertel_5196.html?psid=9e3c6793b9dc40be7b22df0c30f386f7N), 11.12.2010

VIVICO (2010)

Das Europaviertel - mitten in Frankfurt, mitten im Leben, URL:  
<http://www.vivico.de>, 11.12.2010

Frankfurter Rundschau (2010)

Nächster Halt Europaviertel, Frankfurter Rundschau, 09.02.2010

Frankfurter Neue Presse (2010)

Vorplanung für neue U-Bahn abgeschlossen, Frankfurter Neue Presse, 09.12.2010