

Bergmännische Unterfahrung der Ehmannastraße - Juchtenkäfer über der Firste und Mineralwasser unter der Sohle

**Prof. Dr.-Ing. Walter Wittke, Dipl.-Ing. Ralf Druffel
Dipl.-Ing. Wadim Strangfeld**

Zusammenfassung

Im Zuge des Verkehrsinfrastrukturprojektes Stuttgart 21 plant die DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH im Planfeststellungsabschnitt PFA 1.5 den Neubau eines Tunnelbauwerks im Bereich der Ehmannastraße.

Die Tunnel für die Fernbahn-Zuführung Bad Cannstatt kreuzen im Bereich der Ehmannastraße die Tunnel für die S-Bahn-Zuführung Bad Cannstatt. Im Bereich der Ehmannastraße liegt das Kreuzungsbauwerk, mit dem die Fernbahn-Zuführung über die S-Bahn-Strecke geleitet wird.

Vor dem Kreuzungsbauwerk liegt in westlicher Richtung das Verzweigungsbauwerk der Fernbahn, in dem die beiden eingleisigen Tunnelröhren der Fernbahn-Achsen zum zweigleisigen Fernbahntunnel zusammengeführt werden. Südlich, im Verzweigungsbauwerk Abstellbahnhof, werden die beiden eingleisigen Querschnitte der S-Bahn zu einem zweigleisigen Querschnitt zusammengeführt.

Die Tunnelbauwerke - ehemals geplant als offene Bauweise - sollen nun Großteils in bergmännischer Bauweise erstellt werden. Die Trassenführung der Fern- und S-Bahn wird unverändert beibehalten. Lediglich der Zwischenangriff Rosenstein (Abmessungen ca. 23 m x 56 m) sowie der Zwischenangriff Abstellbahnhof (Abmessungen ca. 17 m x 78 m) werden weiterhin als offene Baugruben hergestellt. Im Bereich der tiefliegenden S-Bahn wird die Sohldicke reduziert und der Verbau umgeplant, so dass auf tiefe Eingriffe in die Grundgipsschicht verzichtet wird. Die Wahl der bergmännischen Bauweise führt gegenüber der planfestgestellten Lösung zu einer Reihe von Vorteilen.

1. Aufgabenstellung

Im Zuge des Verkehrsinfrastrukturprojektes Stuttgart 21 kreuzen sich die Tunnel der Fernbahnzuführung und der S-Bahn-Zuführung Bad Cannstatt im Bereich der Ehmannastraße (Bilder 1 und 2). Dabei wird der S-Bahn-Tunnel unter dem Fernbahntunnel hindurchgeführt. Es war zunächst geplant, beide Tunnel im Kreuzungsbereich in offener Bauweise herzustellen. Dabei hätte die im Bereich der Tunnel liegende Ehmannastraße verlegt werden müssen, und es hätten eine Reihe von Bäumen gefällt werden müssen, die mit Juchtenkäfern besiedelt sind bzw. Potenzialbäume darstellen (Bild 2). Im Hinblick auf die Umsetzung der Baumaßnahmen wäre es deshalb aus planungsrechtlichen Gründen zu erheblichen Verzögerungen gekommen.

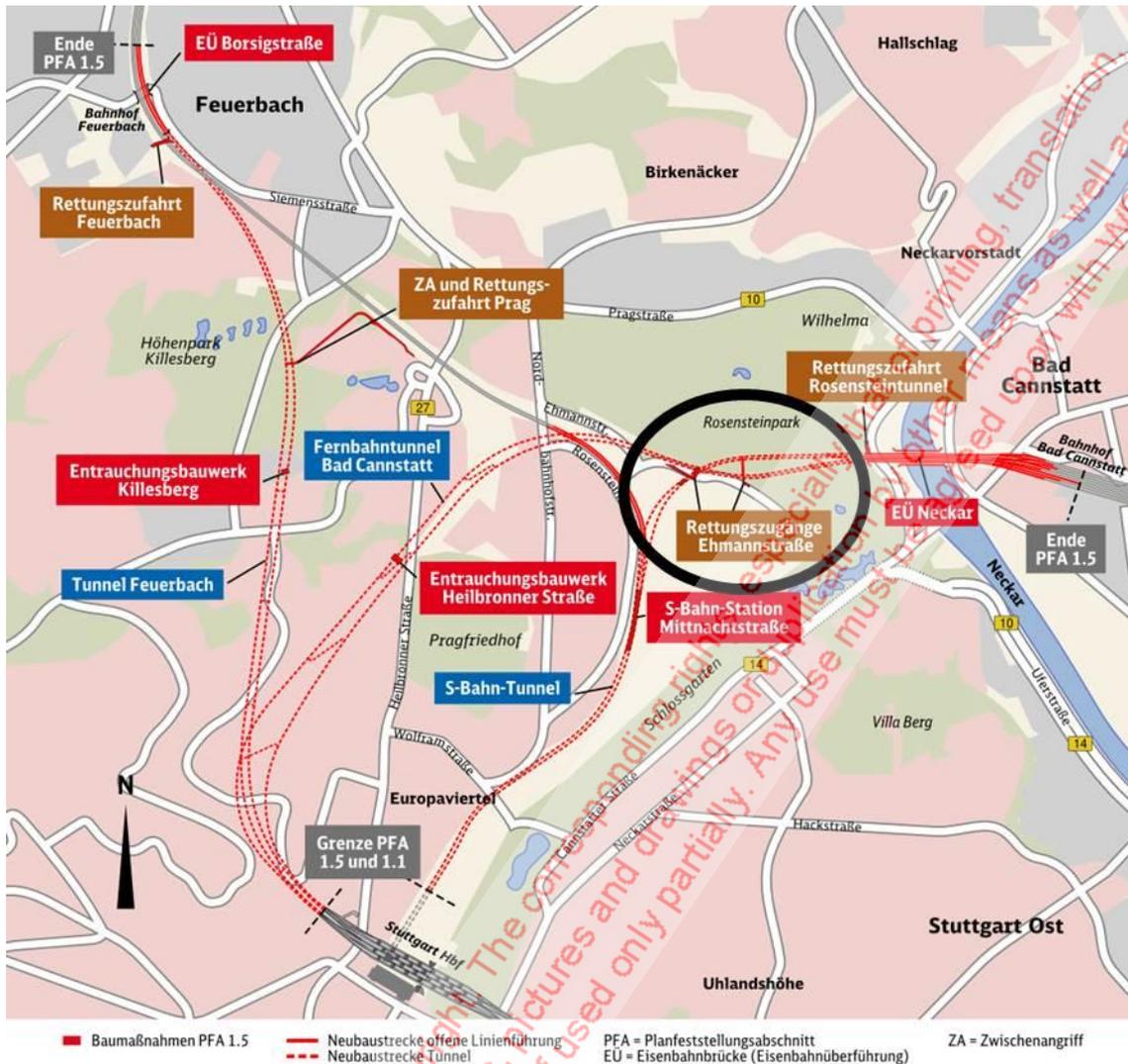


Bild 1: Bahnprojekt Stuttgart - Ulm, PFA 1.5

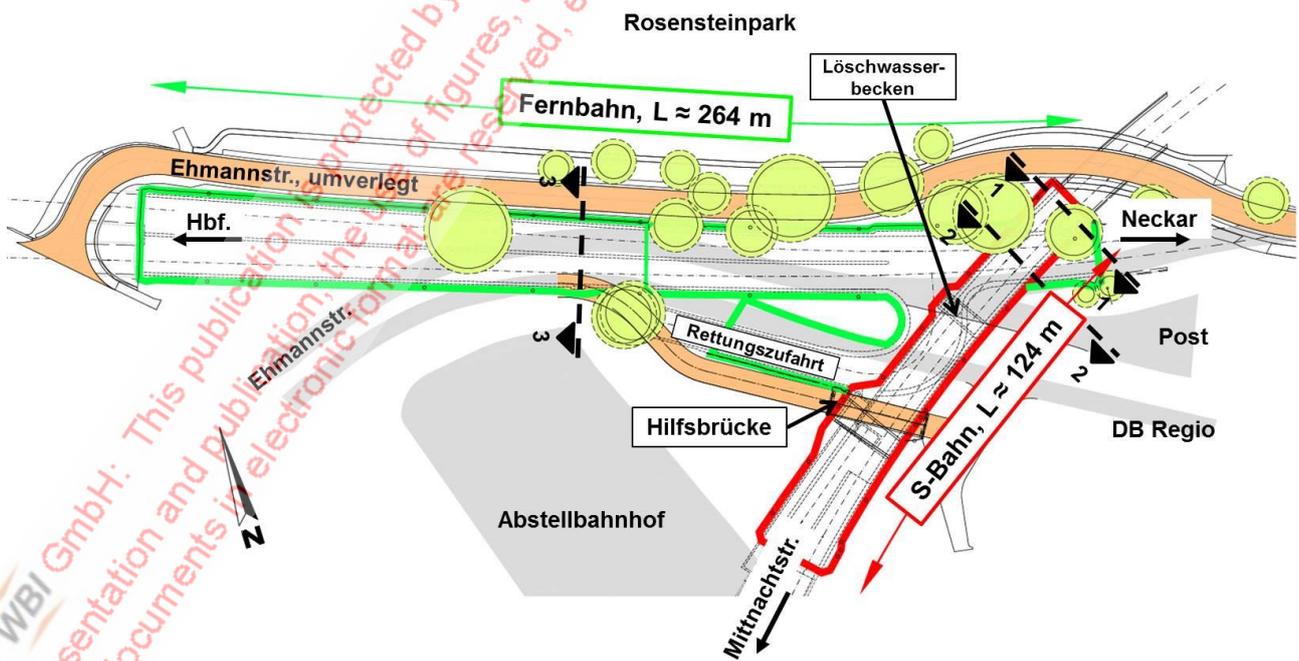


Bild 2: Lageplan Offene Bauweise

Von der DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH und der WBI GmbH wurde deshalb eine bergmännische Lösung konzipiert, die sich zur Zeit in Ausführung befindet. Nachfolgend werden beide Lösungen dargestellt.

2. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind in vertikalen Schnitten, die durch die S-Bahn-Baugrube im Bereich der Kreuzung mit der Fernbahn geführt sind, idealisiert dargestellt (Bilder 2 bis 4). Danach steht in Höhe der Baugrubensohle der Grundgips an und der Druckspiegel des Mineralwassers (mo) liegt etwas oberhalb der Baugrubensohle (Bilder 3 und 4).

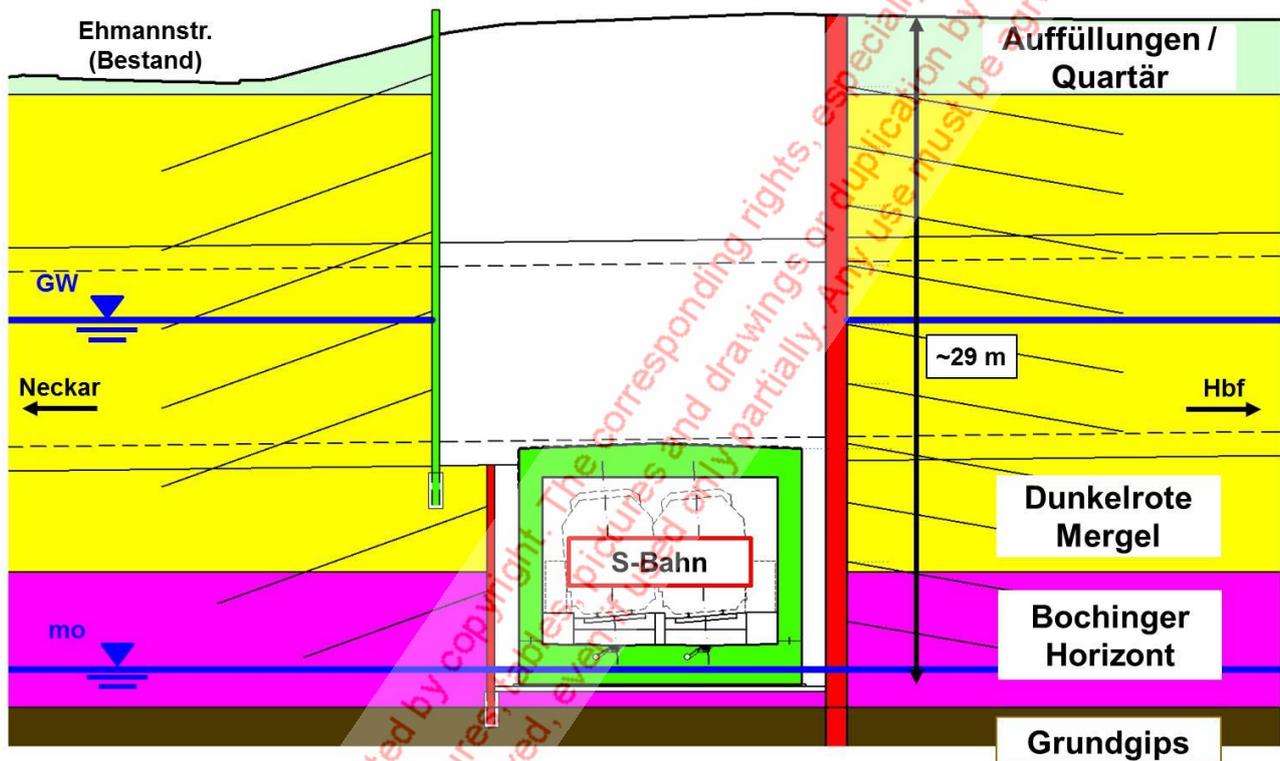


Bild 3: Schnitt 1-1, Baugrube S-Bahn

Oberhalb der Grundgipsschichten liegen der Bochinger Horizont und die Dunkelroten Mergel der Gipskeuperformation in ausgelaugter Form. Das bedeutet, dass die im Ausgangsgestein enthaltenen Sulfate in geologischen Zeiträumen gelöst und mit dem Grundwasser abtransportiert worden sind. Der Grundwasserspiegel steht in den Dunkelroten Mergeln in Höhe des Fernbahntunnels an.

Im Bereich der Geländeoberfläche stehen Auffüllungen und quartäre Schichten an.

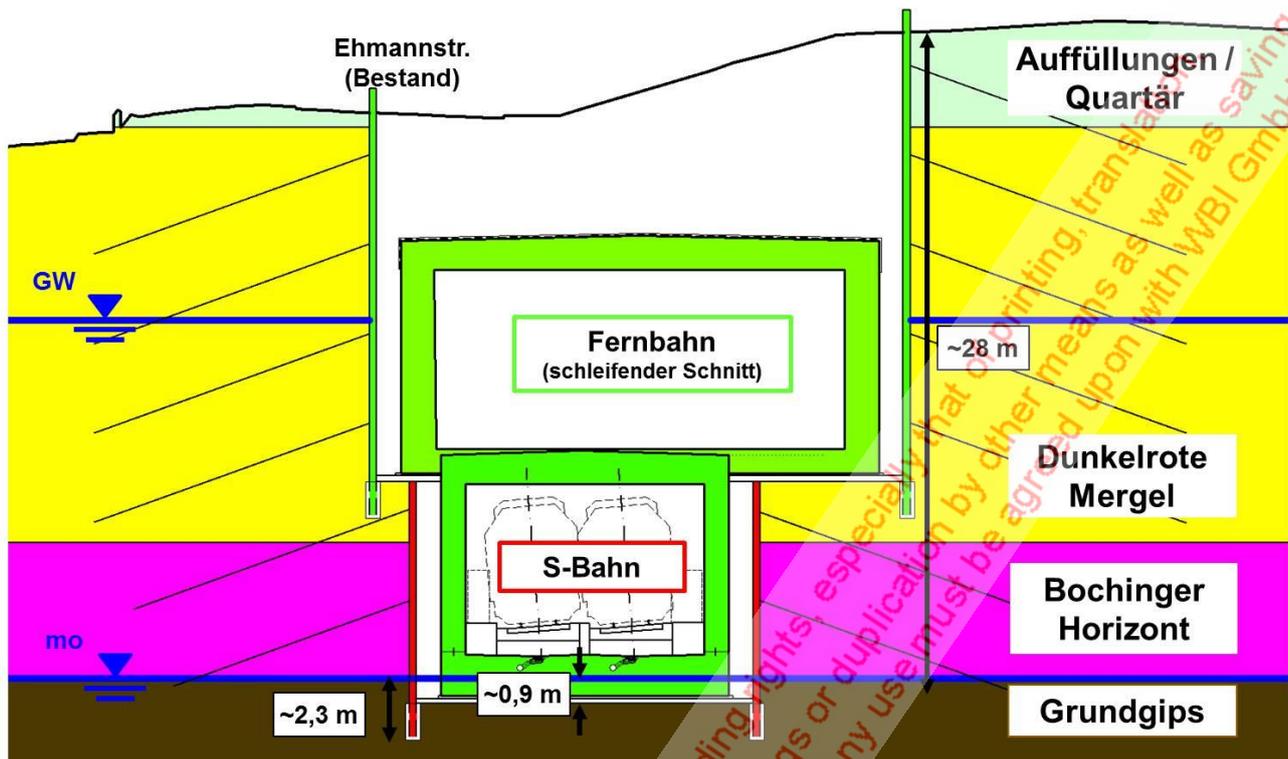


Bild 4: Schnitt 2-2, Kreuzungsbereich

3. Offene Bauweise

Wie erwähnt muss zur Herstellung der Tunnel in offener Bauweise die Ehmmanstraße während der Bauzeit nach Norden verlegt werden. Außerdem muss eine auf dem Gelände liegende Zufahrt zur Post und zur DB Regio nach Süden verlegt und mit einer Hilfsbrücke über die Baugrube für die S-Bahn geführt werden (Bild 2). Die Rettungszufahrt zum Fernbahntunnel liegt unmittelbar nördlich dieser verlegten Straßen und bereichsweise oberhalb des S-Bahn-Tunnels (Bild 2).

Als Baugrubenumschließungen waren rückwärtig verankerte Trägerbohlwände und Bohrpfehlwände vorgesehen (Bilder 3 bis 5). Diese sollen örtlich bis in den Grundgips geführt werden (Bilder 3 und 4). Das ist im Hinblick auf den Mineralwasserschutz ungünstig. Ebenso als ungünstig einzustufen ist die bereichsweise erforderliche Einbindung des S-Bahn-Tunnels in den Grundgips unter dem Druckspiegel des Mineralwassers (Bild 4).

Die Tunnel werden in Stahlbeton mit Rechteckquerschnitt ausgeführt (Bilder 3 bis 5). Ein 3D-Modell der in offener Bauweise herzustellenden Tunnel zeigt Bild 6.

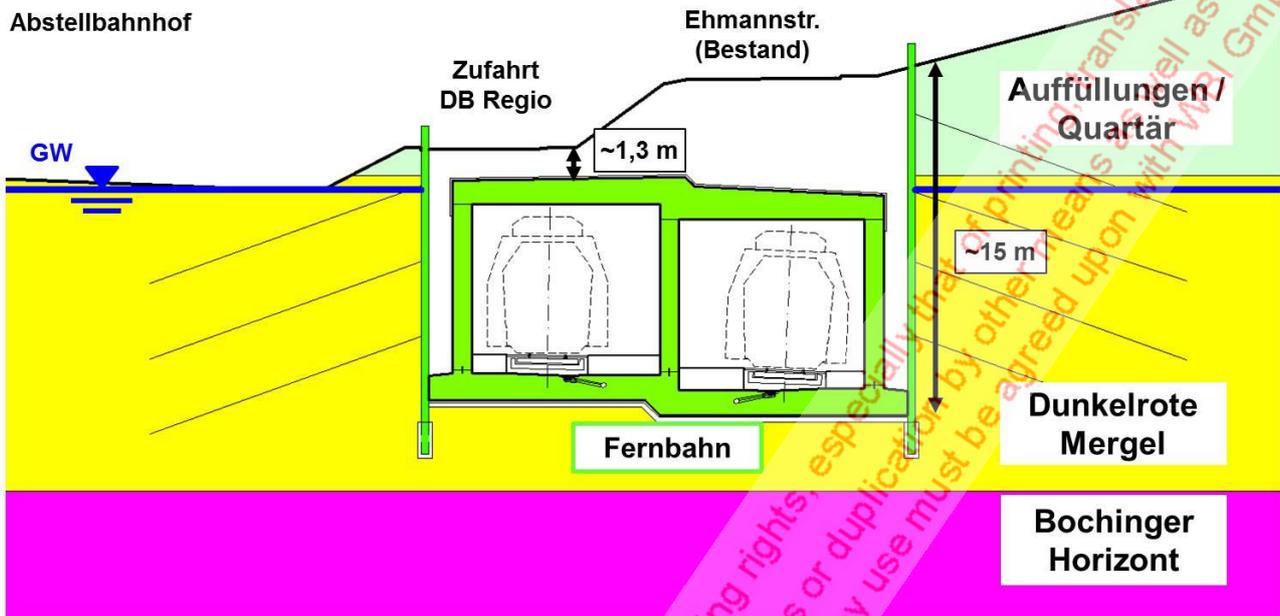
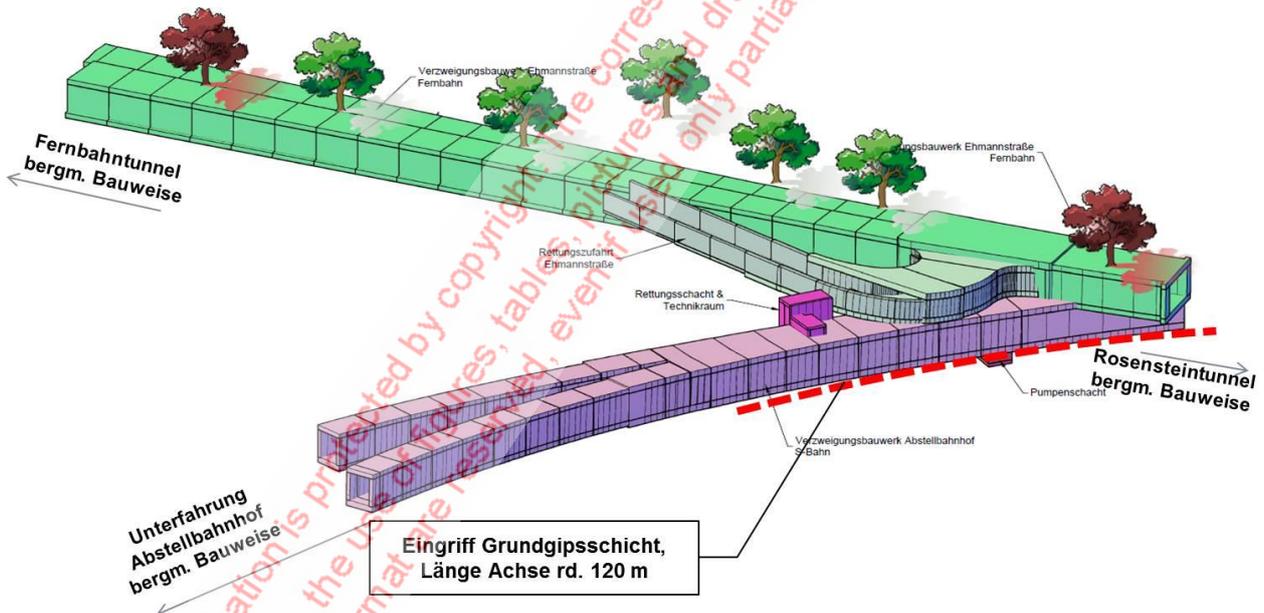


Bild 5: Schnitt 3-3, Fernbahn



Quelle: Arge Tunnel Cannstatt S21

Bild 6: 3D-Modell, Offene Bauweise

4. Bergmännische Bauweise

Bei der bergmännischen Bauweise ist vorgesehen, den Fernbahntunnel im Kreuzungsbereich von einer im Westen liegenden Baugrube, dem sogenannten Zwischenangriff (ZA) Rosenstein, aus aufzufahren (Bild 7). Der Vortrieb beginnt mit zwei eingleisigen Röhren, die durch einen Spritzbetonpfeiler getrennt sind, der sich im Verlauf des Vortriebs verjüngt (Bilder 7 und 8).

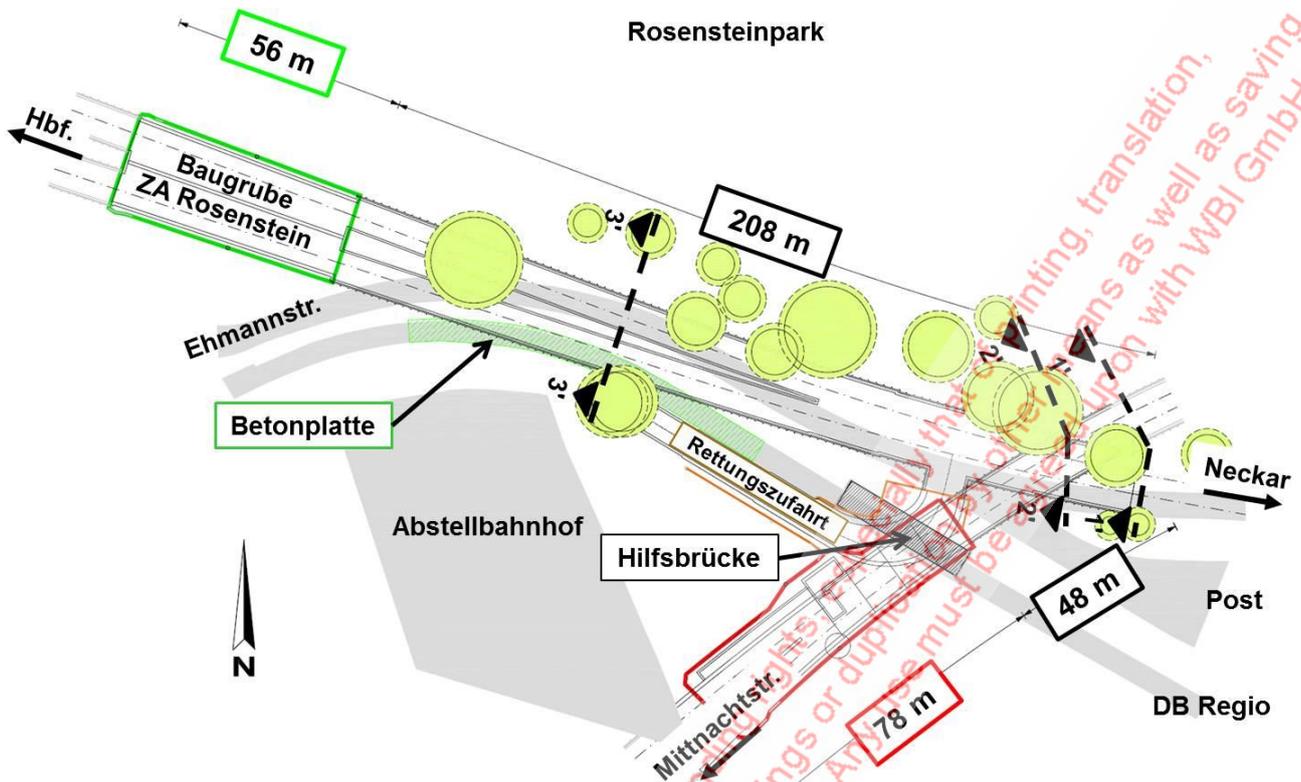


Bild 7: Lageplan Bergmännische Bauweise

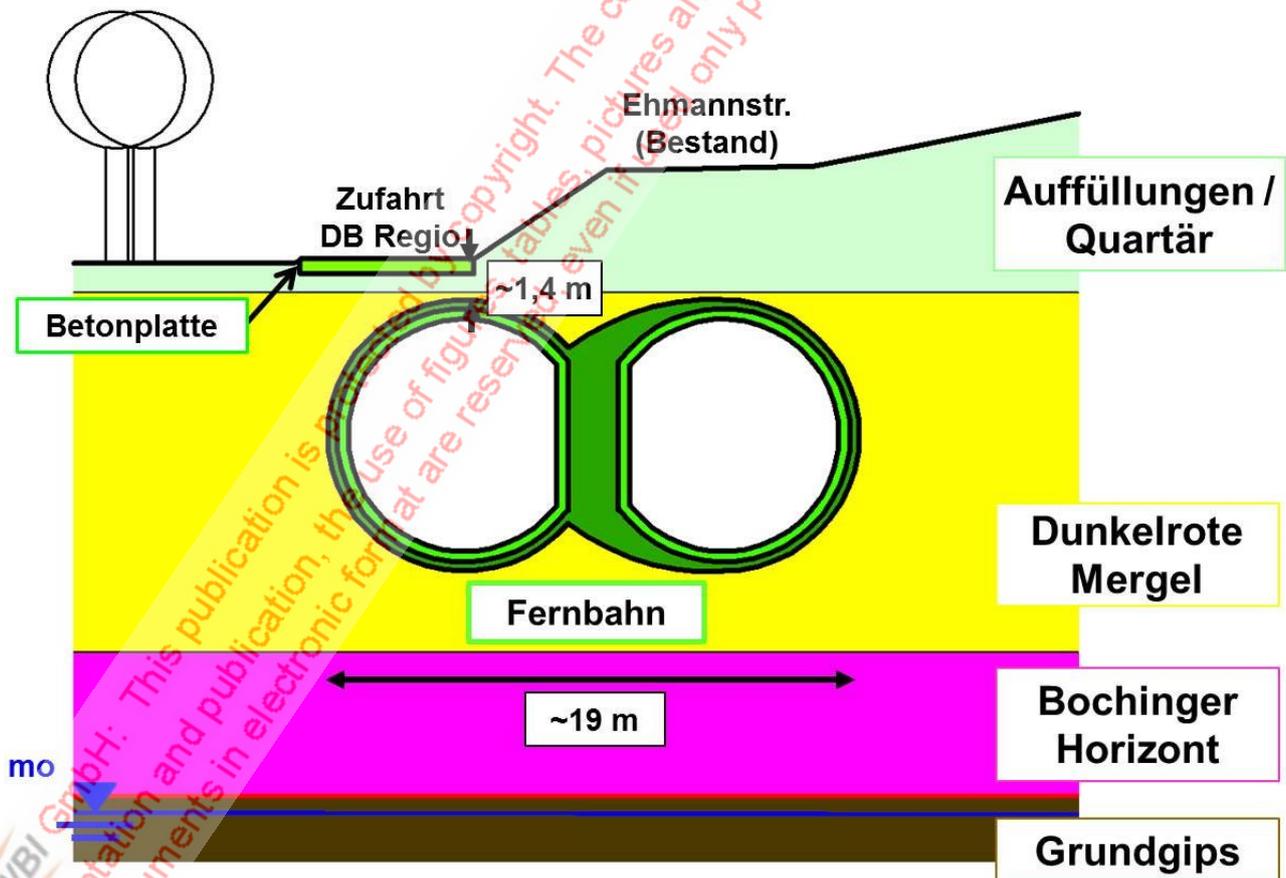


Bild 8: Schnitt 3'-3', Fernbahn

Daran schließt sich die zweigleisige Tunnelröhre der Fernbahn an, die über die Kreuzung hinweg bis Bad Cannstatt führt. Aufgrund der sehr geringen Überdeckung und der an der Geländeoberfläche liegenden Ehmannastraße sind vorausseilende Sicherungen mittels Spieß- und Rohrschirmen vorgesehen. Zusätzlich soll die Zufahrt zur DB Regio im Bereich des Tunnels auf einer Stahlbetonplatte geführt werden (Bilder 7 und 8).

Die Rettungszufahrt zum Fernbahntunnel wird bis nahe an den Fernbahntunnel heran in offener Bauweise hergestellt. Die Durchdringung mit der zweigleisigen, bergmännisch gebauten Tunnelröhre der Fernbahn erfolgt jedoch bergmännisch aus der Fernbahnröhre heraus.

Durch den Wegfall des bei der offenen Bauweise vorgesehenen Trennpfeilers in der zweigleisigen Röhre konnten die Schleppkurven neu berechnet und der Querschnitt der Durchdringung deutlich verkleinert werden (vgl. Bilder 2 und 7).

Der S-Bahn-Tunnel soll von einer südlich der Kreuzung liegenden, 78 m langen Baugrube aus aufgefahren werden. Die Wände dieser Baugrube werden abweichend von der geplanten offenen Bauweise mit Spritzbeton und Vorspannankern gesichert. Der Aushub erfolgt im Schutze einer Grundwasserhaltung mittels Vakuumentiefbrunnen (Bild 9).

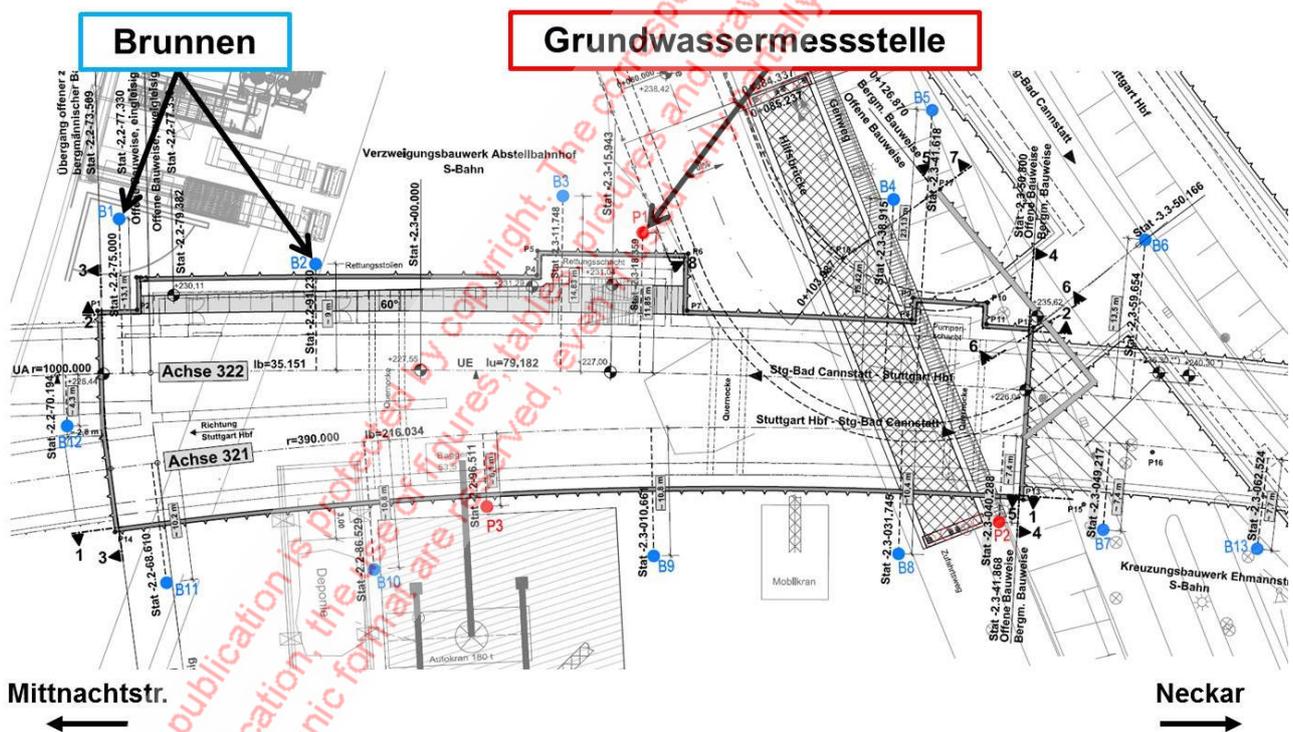


Bild 9: Grundwasserabsenkung für S-Bahn-Baugrube

Im Bereich der Kreuzung beider Röhren stellt die Sohle der Stahlbetoninnenschale der Fernbahnröhre zugleich die Firse des S-Bahn-Tunnels dar (Bild 10). Im weiteren Verlauf beider Röhren in Richtung Bad Cannstatt sind dann beide Röhren wieder getrennt (Bild 11).

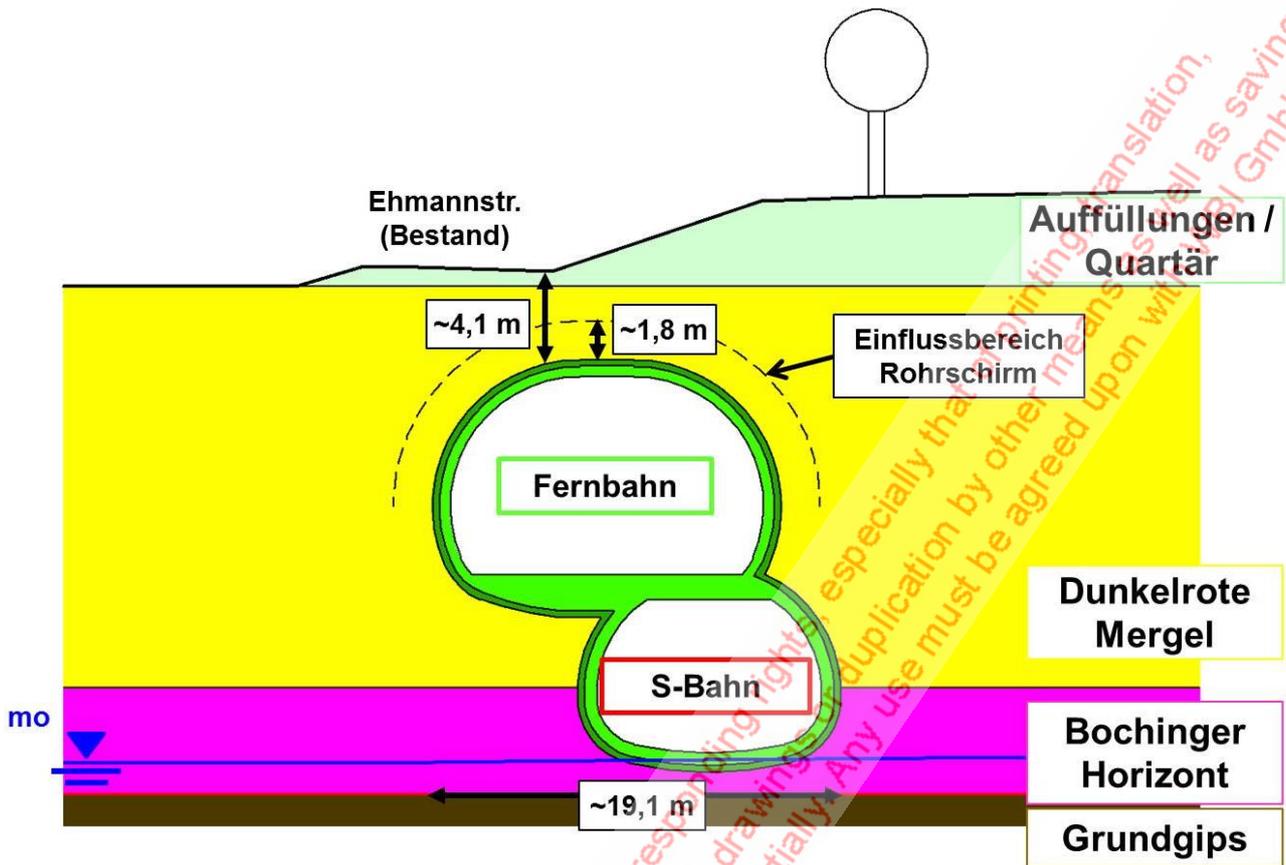


Bild 10: Schnitt 2'-2', S-Bahn/Fernbahn

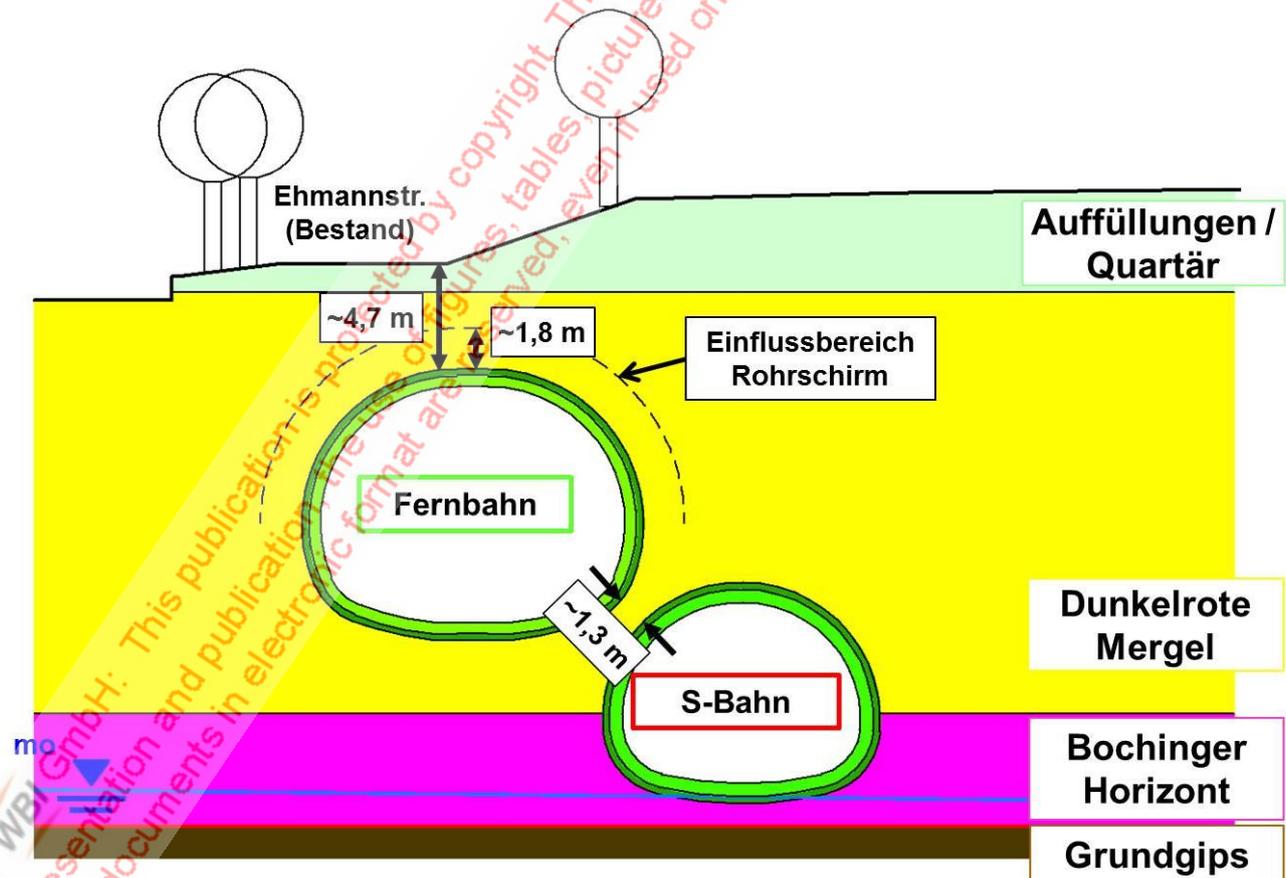


Bild 11: Schnitt 1'-1', S-Bahn/Fernbahn

5. Bauablauf

In der 1. Bauphase werden die beiden Anfahrbaugruben, die Baugrube für die Rettungszufahrt und die Stahlbetonplatte im Bereich der Zufahrt zur DB Regio hergestellt (Bild 12).

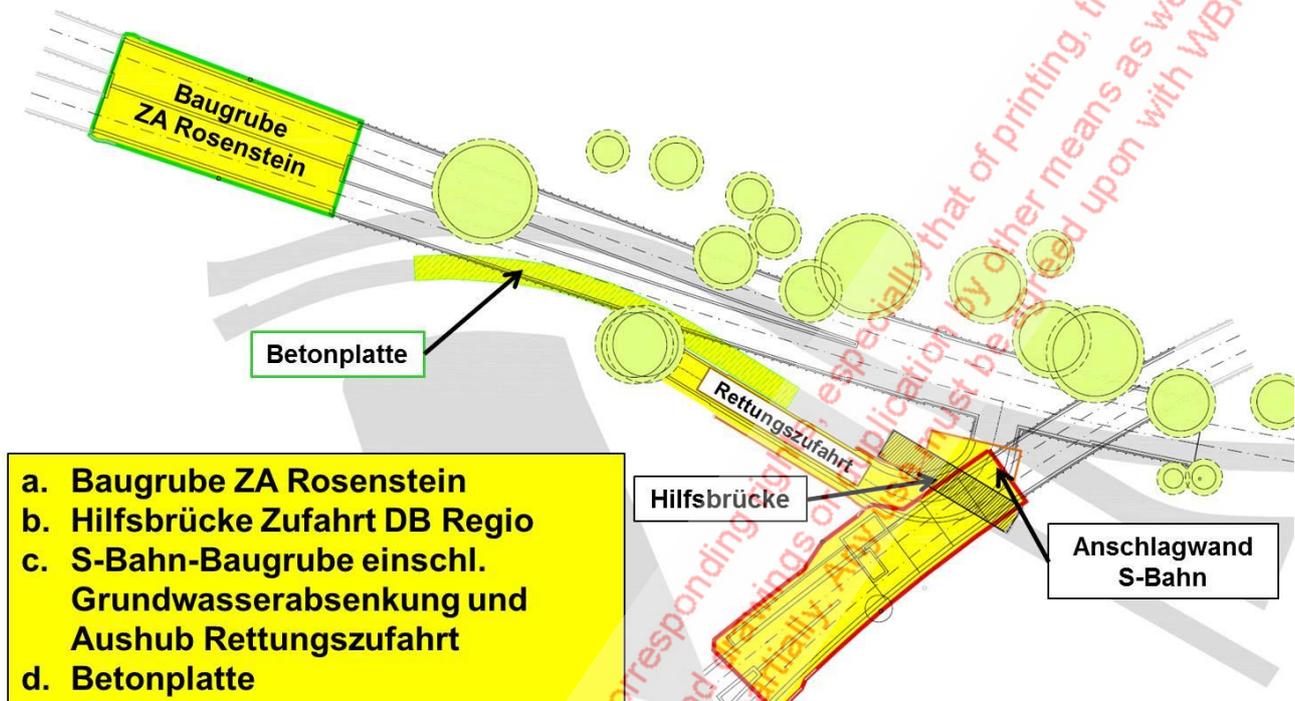


Bild 12: Bauphase 1

Danach folgen die Vortriebe der Fernbahn bis zum Ende der eingleisigen Tunnelröhren und der bergmännische Vortrieb der S-Bahn-Röhren. Der Einbau der Innenschale in der S-Bahn-Röhre gehört ebenfalls noch zur Bauphase 2 (Bild 13).

In der Bauphase 3 erfolgen schließlich der Vortrieb der zweigleisigen Fernbahnröhre im Kreuzungsbereich sowie der bergmännische Anschluss der Rettungszufahrt (Bild 14).

Die Bauphase 4 besteht aus dem Einbau der Innenschalen in der Fernbahnröhre und der Verbindung zur Rettungszufahrt sowie aus der Herstellung der in offener Bauweise geplanten Abschnitte des S-Bahn-Tunnels und der Rettungszufahrt (Bild 14).

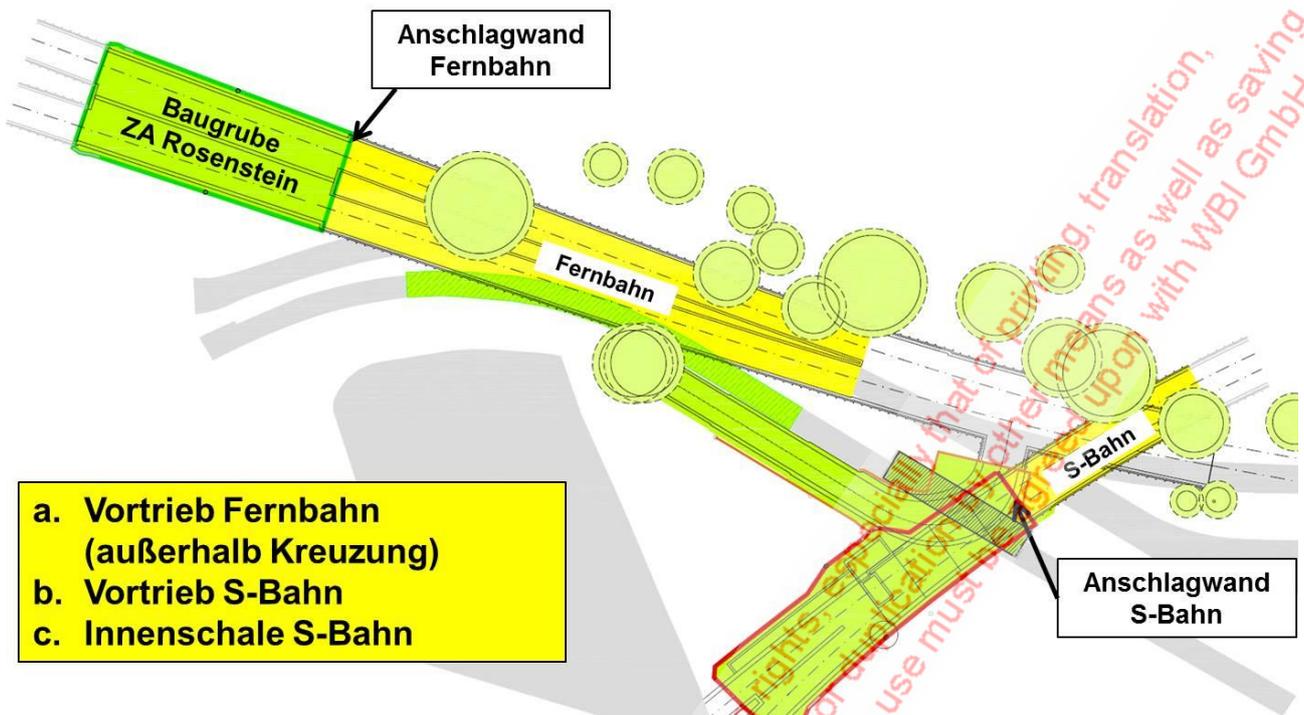


Bild 13: Bauphase 2

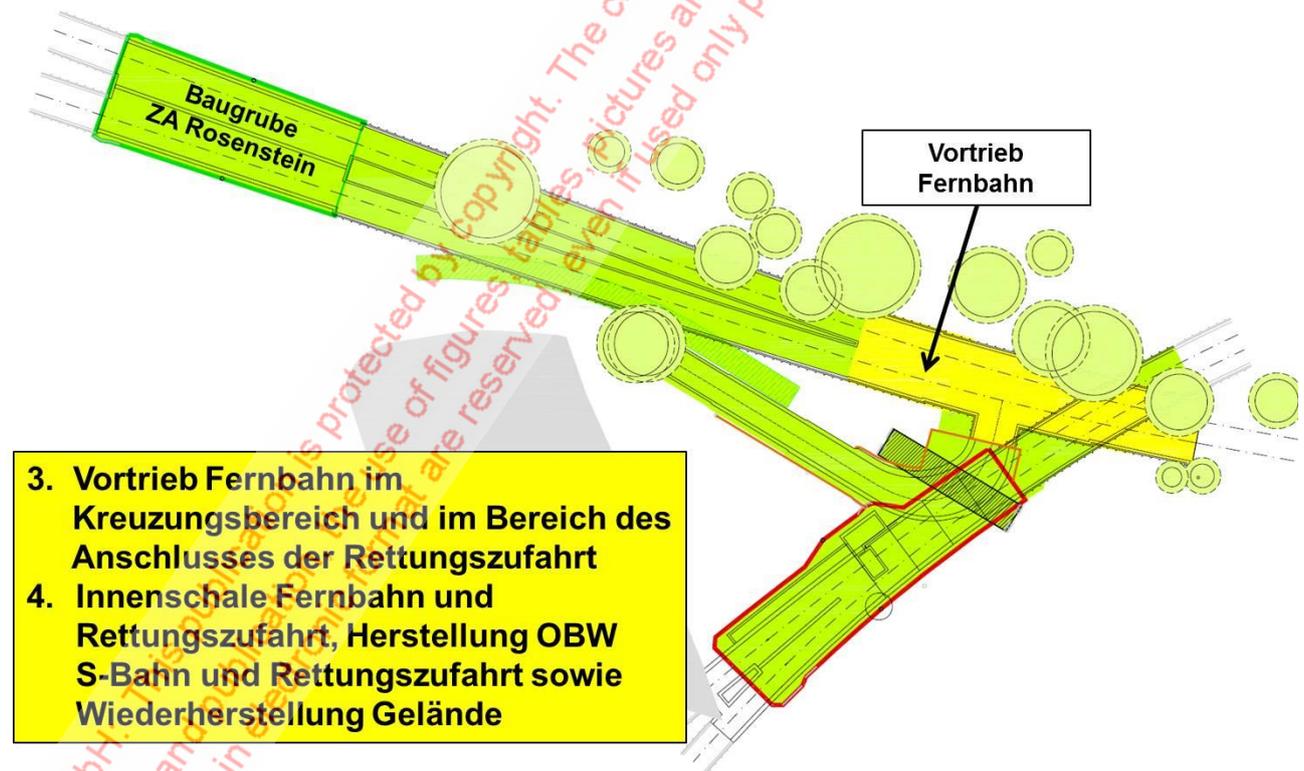


Bild 14: Bauphasen

6. Bewertung der Lösung

Die bergmännische Unterfahrung der Ehmannastraße stellt eine sehr anspruchsvolle Ingenieuraufgabe dar. Für die Machbarkeitsstudie und die Entwurfsbearbeitung wurden aufwendige, räumliche Berechnungen zur Grundwasserhaltung und zur Standsicherheit der verschiedenen Bauzustände durchgeführt, die zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden. Ein Vorteil der bergmännischen Lösung ist es, dass die Ehmannastraße nicht verlegt werden muss. Als Folge dessen kann auch darauf verzichtet werden, Bäume zu fällen, die mit Juchtenkäfern besiedelt sind. Außerdem führen die Formgebung der Querschnitte der bergmännisch vorzutreibenden Tunnel und die im Vergleich zur offenen Bauweise geringeren Dicken der Stahlbetoninnenschalen dazu, dass der S-Bahn-Tunnel im Bereich der Kreuzung nicht mehr in die Grundgipsschicht einschneidet (Bilder 10 und 11). Auch im Hinblick auf das Mineralwasservorkommen ist die bergmännische Lösung im Vergleich zur offenen Bauweise daher vorteilhaft.

Literatur

Leger, M.: Bahnprojekt Stuttgart - Ulm, Stand und Ausblick. Vortrag anlässlich des Felsmechanik-Tags im WBI-Center am 16.04.2015. WBI-PRINT 18, Weinheim, 2015.

Strangfeld, W.; Türk, T.: Bahnprojekt Stuttgart - Ulm, Planfeststellungsabschnitt 1.5 - Los 3 Zuführung Bad Cannstatt, Tunnelbau bei beengten Platzverhältnissen, Das Kreuzungsbauwerk Ehmannastraße, Vortrag Gemünden am 05.11.2015.

Wittke, W.: Baugrundverhältnisse des Bahnprojekts Stuttgart - Ulm. Vortrag anlässlich des Felsmechanik-Tags im WBI-Center am 16.04.2015. WBI-PRINT 18, Weinheim, 2015.