

# Der Pfaffensteigtunnel nimmt Kontur an

Mit Hochdruck treiben die Deutsche Bahn AG und ihre Partner die Planung eines 11 km langen Tunnels südlich von Stuttgart voran. Ein Überblick über ein besonderes Projekt

THOMAS BERNER | CHRISTIAN FRYE |  
LENA HENZLER | PETER REINHART |  
DAVID SCHÄFER | FABIAN WALF

**Im Rahmen der laufenden Ausbauplanungen der Achse Stuttgart–Zürich ist vorgesehen, den Flughafen-Fernbahnhof Stuttgart mit einem ca. 11 km langen Tunnel einzubinden. Er ersetzt die bisherige Stuttgart-21-Planung in diesem Bereich und stellt die Weichen, um die im Deutschlandtakt hinterlegten, attraktiven Kantenerfahrzeiten und Fahrlagen zu erreichen. Unter teils besonderen Randbedingungen wird das Projekt von den Beteiligten zügig vorangetrieben.**

## Motivation

Augenzwinkernd wird der deutsche Teil der Achse Stuttgart–Zürich („Gäubahn“) von Beteiligten als eine der am besten untersuchten Bahnachsen in Deutschland bezeichnet (Abb. 1). Im Laufe der Zeit kamen und gingen verschiedenste Konzepte, während der Verkehr auf der teils immer noch eingleisigen Achse immer weiter zunahm. In den 2016 veröffentlichten Bundesverkehrswegeplan 2030 wurde ein schlankes Ausbaukonzept mit einem um elf Minuten beschleunigten Neigetechnik-Fernverkehr aufgenommen [1]. Ein im Auftrag des Landes Baden-Württemberg 2016 erstelltes Gutachten empfahl, die Fahrzeit im Fernverkehr mit Neigetechnik-Triebzügen unter moderatem Infrastrukturausbau um in Summe 19 Minuten zu verkürzen [2]. Dieses Konzept ging 2018 in den ersten Gutachterentwurf des Deutschlandtakts ein [3].

Veränderte Rahmenbedingungen gaben 2019 Anlass, das Ausbaukonzept grundlegend auf den Prüfstand zu stellen. So hatten sich politische Zielvorstellungen geändert (u.a. 25 %-Modal-Split-Ziel im Güterverkehr [4]), stärkere Berücksichtigung von Resilienzaspekten nach dem Ereignis „Rastatt“, „Verdoppelung“ im Personenverkehr [5]). Hinzu kommt, dass entlang der Achse immer mehr Züge erwartet werden. Anstelle der im Fernverkehr geplanten Neigetechnik sind inzwischen im Nah- und Fernverkehr spurtstarke 200 km/h schnelle Triebzüge ohne Neigetechnik vorgesehen. Auch mit der Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik – zunächst im Digitalen Knoten Stuttgart [6], perspektivisch entlang der gesamten Achse –

wurden weitere Spielräume geschaffen. Außerdem wiesen alle bisherigen Konzepte im Licht des Deutschlandtakts Anpassungsbedarf auf, um nicht an wesentlichen Taktknoten „vorbeizufahren“ und die vereinbarten Übergabezeiten zur Schweiz zu verfehlen.

Aufbauend auf den Erkenntnissen früherer Untersuchungen wurde ein neues, fahrplanbasiertes Infrastrukturkonzept entwickelt. Nachdem die für den Deutschlandtakt notwendige, rund 15-minütige Fahrzeitverkürzung zwischen den Knoten Stuttgart und Tuttlingen mit kleinen und bestandsnahen Optimierungen allein nicht zu erreichen war, wurden drei Tunnel vorgeschlagen. Dieses Ausbaukonzept wurde in den Mitte 2020 vorgelegten dritten Gutachterentwurf des Deutschlandtakts aufgenommen [7] und erwies sich (in geänderter Form) im März 2021 als volkswirtschaftlich tragfähig [8]. Ein wesentliches Element dieses Ausbaukonzepts ist der 11 km lange Pfaffensteigtunnel (Abb. 2).

## Projektbeschreibung

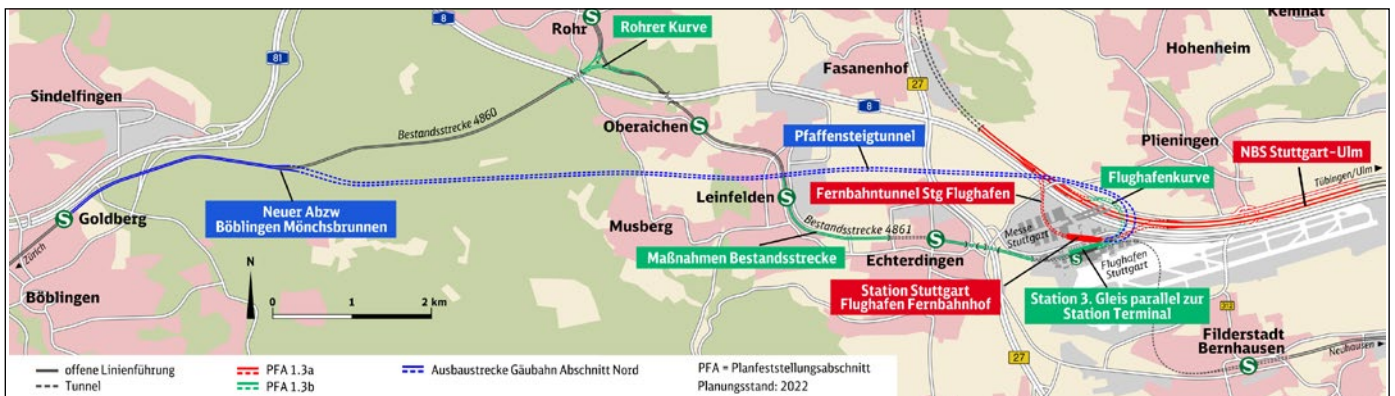
Mit dem 11 km langen, zweiröhren Pfaffensteigtunnel wird der Fern- und Regionalverkehr

auf 13 km Länge von den mit insgesamt zehn S-Bahnen pro Stunde und Richtung stark befahrenen Strecken südlich von Stuttgart separiert. Damit wird nicht nur die Fahrzeit für etwa 25 000 Reisende [9, 10] pro Tag um rund sechs Minuten verkürzt, sondern insbesondere für den Fernverkehr eine Fahrlage geschaffen, die schlanke Übergänge in Knoten wie Stuttgart Hauptbahnhof, Tuttlingen und Singen ebenso sichert wie die Übergabezeiten zur Schweiz. Der Tunnel ersetzt dabei auch die im Rahmen des Projekts Stuttgart 21 (S 21) bislang verfolgte Planung im Planfeststellungsabschnitt 1.3b (Abb. 2). Anstatt zweier kürzerer Tunnel, einer zusätzlichen Flughafenstation und verschiedener oberirdischer Ausbaumaßnahmen entsteht ein langer Tunnel. Gleichzeitig vermeidet er den zuvor teils vorgesehenen, mit starken Eingriffen verbundenen Bau eines dritten Gleises im weiteren Verlauf der Gäubahn [11]. Der Tunnel ist das wesentliche Element im Nordabschnitt des Gäubahn-Ausbaus. Er zweigt unmittelbar östlich des derzeit im Bau befindlichen unterirdischen Stuttgarter Flughafen-Fernbahnhofs ab (Abb. 3). Hierfür wer-



**Abb. 1:** Der Achse Stuttgart–Zürich kommt eine wesentliche Erschließungswirkung im Südwesten Deutschlands zu.

Quelle aller Abb.: Deutsche Bahn



**Abb. 2:** Der 11 km lange Pfaffensteigtunnel verbindet den Flughafen-Fernbahnhof Stuttgart mit der Gäubahn nahe Böblingen. Damit können u. a. der aufwendige Ausbau der bestehenden S-Bahn-Station Flughafen sowie zwei Tunnel entfallen (jeweils grün).

den derzeit östlich des Inselbahnsteigs zwei Aufweitungs- und Verzweigungsbauwerke hergestellt. Im Vergleich zu einer Anbindung am Westende des Inselbahnsteigs hat diese Lösung betrieblich-verkehrliche sowie bauliche Vorteile. In einem Linksbogen unterquert der Tunnel anschließend die BAB 8 sowie zweifach die sich aktuell im Bau befindliche Neubaustrecke Stuttgart – Ulm.

Der Pfaffensteigtunnel führt anschließend in nahezu gerader Linienführung in Richtung der Bestandsstrecke 4860 und unterquert dabei u. a. die Ortslage von Leinfelden.

Etwa auf Höhe der A81-Autobahnanschlussstelle Sindelfingen Ost tritt der Tunnel an die Oberfläche, um anschließend in einen Trog überzugehen und am Abzweig Böblingen Mönchsbrunnen kreuzungsfrei an die bestehende Strecke 4860 angeschlossen zu werden. Zwischen dem Abzweig Böblingen Mönchsbrunnen und dem Haltepunkt Goldberg werden die beiden dort vorhandenen Bögen der bestehenden Strecke 4860 begradigt, sodass diese ohne Geschwindigkeitseinbruch befahren werden können.

### Planung

#### Vorbereitende Maßnahmen

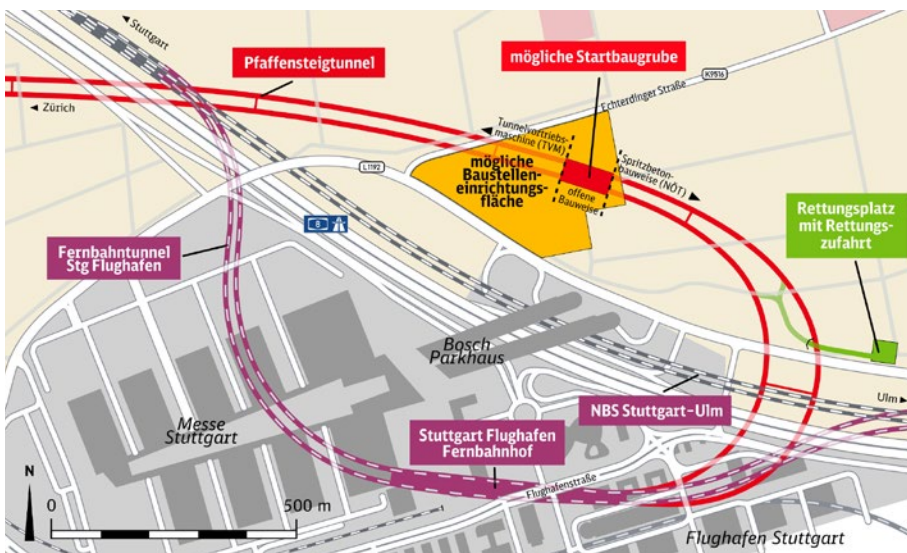
Bestandsunterlagen, eine umfangreiche Biotop-, Nutzungstypen- und Flora/Fauna-Kartierung, Vermessungsarbeiten sowie erste Baugrunderkundungen bildeten die Grundlage für die Vorplanung. Aufgrund der ausführlichen vorbereitenden Maßnahmen konnten mögliche Hindernisse bereits im frühen Planungsstadium ausgeschlossen und diverse Rahmenbedingungen in der Vorplanung berücksichtigt werden. Die umfangreichen Vorarbeiten ermöglichten zudem eine kürzere Bearbeitungsdauer der Vorplanung.

#### Trassierung

Grundlage für die bauwerksseitige Planung des Pfaffensteigtunnels bildet eine Trassierung, die in vielen gewerkeübergreifenden Iterationsschleifen entwickelt wurde. Dabei wurden sowohl diverse bauliche und umweltseitige Zwangspunkte einbezogen als auch der betrieblich-verkehrliche Nutzen maximiert.

Im Folgenden seien zwei Beispiele dargestellt:

- „180°-Bogen“: Die bei Vollbahnen in heutiger Zeit eher seltene Aufgabe, eine „Kehrschleife“ zu beplanen, führte zu der grundsätzlichen Frage, welche Kombination aus Radius, Überhöhung und Gradiente einerseits eine kurze Fahrzeit ermöglicht (Nutzen) und andererseits sowohl die Baukosten (insb. Tunnellänge) als auch die Kosten während des Betriebs (z.B. Instandhaltung) im Blick behält. Es zeigte sich, dass vom Flughafen kommend zunächst ein möglichst enger Bogen mit Radien unter 200 m für geringe Geschwindigkeiten z.B. von nur 60 km/h in diesem sehr speziellen Fall sowohl bzgl. Fahrzeit als auch Baukosten ausnahmsweise günstiger wäre als ein größerer Radius für höhere Geschwindigkeiten. Andererseits erschien es jedoch im Hinblick auf die Instandhaltung wünschenswert, derart enge Radien im durchgehenden Hauptgleis zu vermeiden. Zudem erforderte das Gleis Richtung Böblingen ohnehin eine gewisse Rampenlänge, um den Flughafentunnel (aus/in Richtung Ulm) unterfahren zu können. Als Ergebnis einer gewerkeübergreifenden Abwägung wurde dieser Bereich letztlich für 80 km/h trassiert. Nach der ersten Querung der Autobahn galt es dann mit Blick auf die anschließende gestreckte Linienführung für höhere Geschwindigkeiten, die erforderliche Bogenaufweitung auf das Beschleunigungsverhalten und die technisch realisierbare Gradienten (Abb. 4) so abzustimmen, dass die Fahrzeit minimiert wird. Daher wird mit der Bogenaufweitung im Ergebnis früher begonnen, als ohne Einbezug von Gradienten und Geschwindigkeitskurve zu erwarten gewesen wäre. Zugleich wurde der Übergangsbogen länger trassiert als gemäß Regelwerk erforderlich, um Radius und Überhöhung noch besser auf das Beschleunigungsverhalten abstimmen zu können. Mit Blick auf die mit ETCS-Führerraumsignalisierung mögliche Geschwindigkeitssignalisierung wird die zulässige Geschwindigkeit in der Bogenaufweitung quasi-kontinuierlich und meteregenau in 5-km/h-Schritten heraufgesetzt und so eine hohe Übereinstimmung aus zulässiger und fahrdynamisch relevanter bzw. möglicher Geschwindigkeit erreicht (Abb. 5).



**Abb. 3:** Der Tunnel schließt auf der Filderebene an den im Bau befindlichen Flughafen-Fernbahnhof an.





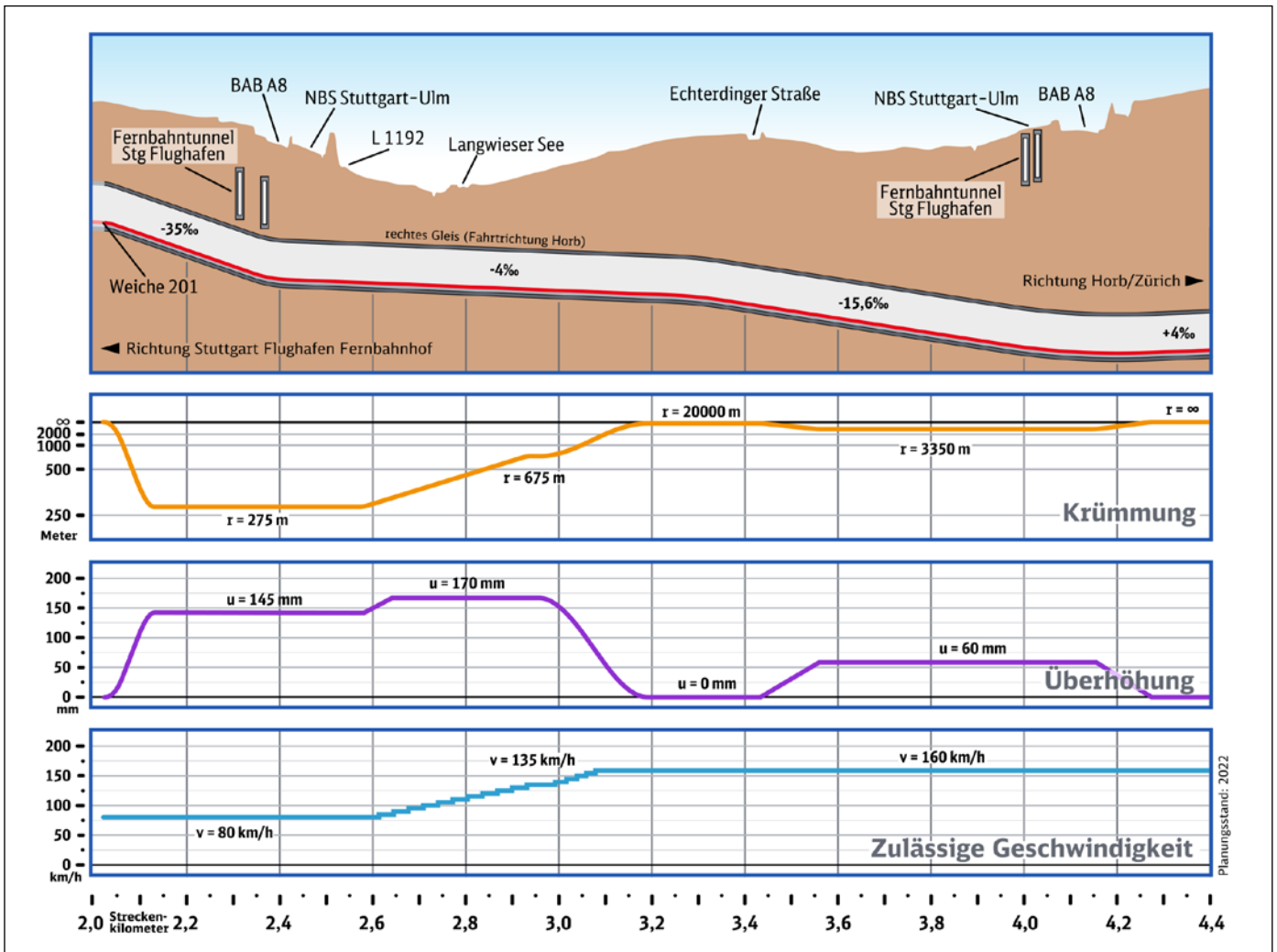


Abb. 5: Trassierung des Beschleunigungsbereichs im Anschluss an den Flughafen-Fernbahnhof (rechtes Gleis)

der Planänderungsbeschlüsse aufgenommen werden konnten.

**Vorplanung**

Aufgrund der Zielvorgabe, das Planungsheft innerhalb von neun Monaten nach Planungsauftrag durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr beim EBA einzureichen, wurde die Planungsleistung im Konzernprivileg an die DB Engineering & Consulting GmbH (DB E&C) vergeben. Da die Planungsgrundlagen vollständig und strukturiert vorlagen, konnten die in der Spitze ca. 80 Personen des über mehrere Standorte verteilten Planungsteams unmittelbar und effizient mit der Planung beginnen. Der Umfang der Planungsaufgabe und die enge Zeitschiene erforderten eine hohe Parallelität in der Bearbeitung. Um die gewerkeübergreifende Kommunikation und die Berücksichtigung von Schnittstellen so effizient wie möglich zu gestalten, wurde die Planung unter Anwendung der BIM-Methodik erbracht. Das Bestandsmodell wurde parallel zur Planungsbearbeitung erstellt und regelmäßig fortgeschrieben. So konnte das 3D-Baugrundmodell unter anderem durch die Auswertung und Integration weiterer Erkundungsbohrun-

gen verfeinert und die Gradienten des Pfaffensteigtunnels optimiert werden.

Aus Planungssicht lässt sich das Vorhaben in zwei Bereiche unterteilen: Einerseits den Pfaffensteigtunnel als großes unterirdisches Bauwerk mit der Anbindung an die Bestandsstrecke, andererseits die erforderlichen Maßnahmen für die Linienverbesserung der anschließenden Strecke 4860.

Die Trassierung der Linienverbesserung zwischen dem Abzweig Böblingen Mönchsbrunnen und dem Haltepunkt Goldberg (Abb. 6) wurde unter der Prämisse der Eingriffsminimierung vorgenommen. Hierbei standen sowohl die Minimierung der Flächeninanspruchnahme, insbesondere in umweltfachlich schützenswerten Gebieten, sowie der weitestgehende Erhalt der Bestandsbauwerke im Fokus. Bei der Bewertung der Eingriffe mit den entsprechenden Fachplanungen zeigte sich, dass zwei Eisenbahnüberführungen neu errichtet und weitere (aufgrund der mit der höheren Geschwindigkeit einhergehenden Anforderungen an die Lage von Rand- und Rettungswegen) umgebaut werden müssen.

Um das nördliche Gleis des Pfaffensteigtunnels am Abzweig Böblingen Mönchsbrunnen kreu-

zungsfrei in die Strecke 4860 einzubinden, wird in geringer Entfernung vom Westportal des Tunnels ein Überwerfungsbauwerk errichtet. Die Herstellung des Bauwerks erfolgt neben der bestehenden Strecke. Nach der Verlegung der Gleise der Strecke 4860 auf das Überwerfungsbauwerk können alle weiteren erforderlichen Bauwerke in diesem Bereich errichtet werden.

Der Pfaffensteigtunnel besteht aus zwei Fahrtunnelröhren, die größtenteils mit Straßenfahrzeugen (z.B. Rettungsfahrzeugen) befahrbar sind, 23 Verbindungsbauwerken mit einem Abstand von max. 500 m und einem 225 m langen Rettungsstollen auf der Filderebene, der die Ein- und Ausfahrt von Rettungsfahrzeugen ermöglicht (Abb. 3, grün). Auf der Westseite erfolgt die Zufahrt für die Rettungskräfte über die Tunnelportale. Aufgrund der engen Radien im östlichen Anschlussbereich soll dieser Teil des Tunnels in Spritzbetonbauweise, der übrige Teil des Tunnels im Maschinenvortrieb hergestellt werden (Abb. 3, „Startbaugrube“).

Die o.g. Verbindungsbauwerke zwischen den Fahrtunnelröhren dienen neben der Funktion als Notausgang auch der Unterbringung der für den Betrieb des Tunnels erforderlichen



Abb. 6: Linienverbesserung (gestrichelt) zwischen dem Abzweig Mönchsbrunnen und dem Haltepunkt Goldberg

Technik. Da die Planung der Ausrüstungstechnik für den Pfaffensteigtunnel bereits frühzeitig umfassend abgestimmt wurde, konnte schon in der Vorplanung ein tragfähiges Energieversorgungs- und Raumkonzept erarbeitet werden.

Aufgrund der Länge des Pfaffensteigtunnels und dessen Anschluss an den unterirdischen Flughafen-Fernbahnhof müssen aerodynamische Anforderungen besonders betrachtet werden. Die zugehörigen Untersuchungen ergaben, dass auf Haubenbauwerke zur Vermeidung des Tunnelknalls verzichtet werden kann, zur Verringerung des Luftschwals im Flughafen-Fernbahnhof jedoch ein Schwall-schacht je Röhre erforderlich ist.

Die Herstellung des Tunnels erfolgt von der Filderebene aus in Richtung des Westportals am Abzweig Böblingen Mönchsbrunnen. Die Baustelleneinrichtungsfläche, von der aus die maschinellen Vortriebe durchgeführt werden, befindet sich in unmittelbarer Nähe zur BAB 8. Hier wird ein Startschacht errichtet, von dem aus zwei Tunnelvortriebsmaschinen parallel die Tunnelröhren in Richtung Westen auffahren. Die Vortriebe in Spritzbetonweise erfolgen ausgehend vom zukünftigen Rettungsstollen, welcher bauzeitlich ein einfaches Befahren der Vortriebe mit Fahrzeugen ermöglicht, je Fahr-tunnelröhre in beide Richtungen (Abb. 3).

Nach Abschluss der bergmännischen Vortrie-be erfolgt die Herstellung der offenen Bereiche am Westportal sowie der Innenausbau mit Fester Fahrbahn und die technische Aus-rüstung.

# 1 Selbstbohrsystem – 7 Anwendungen Mikropfahl TITAN



- Portal- und Böschungssicherung 1 2
- Verbundschirm, Spieße, Radialanker 3 4 5
- Ortsbrustanker 6
- Kalottenfußpfahl zur Setzungsminimierung 7

Weitere Infos: [www.ischebeck.de](http://www.ischebeck.de)

**FRIEDR. ISCHEBECK GMBH**  
Loher Str. 31-79  
58256 Ennepetal





**Ausblick**

Am 18. Juli 2022 vereinbarten der Bund, das Land, die Region, der Flughafen und die Deutsche Bahn AG, das Vorhaben weiter voranzutreiben. Das Projekt kann mit der nun folgenden Entwurfsplanung weitergeführt werden. Mit Einreichung des Planfeststellungsantrags wird die bislang in diesem Bereich zur Planfeststellung beantragte S-21-Lösung zurückgenommen. Hinsichtlich der Finanzierung werden die S-21-Vertragspartner einen Festbetrag von 270 Mio. EUR aus dem Projektbudget des Projekts Stuttgart 21 zur Realisierung des Vorhabens zur Verfügung stellen. Die Bundesrepublik Deutschland stellt die Anschlussfinanzierung aus Bedarfsplanmitteln zeitgerecht vorbehaltlich der Verfügbarkeit entsprechender Haushaltsmittel sicher. Die Planung des Südabschnitts (Böblingen–Tuttlingen–Singen) wird parallel vorangetrieben [13]. ■

**QUELLEN**

- [1] „ABS Stuttgart – Singen – Grenze D/CH (Gäubahn)“ im Projektinformationssystem (PRINS) zum Bundesverkehrswegeplan 2030 (<https://www.bvwp-projekte.de/schiene/2-040-V01/2-040-V01.html>, 1. September 2022, 21 Uhr)
- [2] Via Con, Sweco, Ernst Basler + Partner: Gutachten zu Fahrzeitverkürzungen auf dem internationalen Korridor Stuttgart – Zürich, 9. Juni 2016 (<https://bit.ly/3pZVunL>)

- [3] SMA und Partner: Zielfahrplan Deutschland-Takt. Erster Gutachterentwurf. Baden-Württemberg, 9. Oktober 2018 (archiviert unter <https://bit.ly/3cBMCBj>)
- [4] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Masterplan Schienenverkehr (<https://bit.ly/3cWadWR>), Juni 2020, S. 10
- [5] Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 12. März 2018 (<https://bit.ly/3KNS00K>), Zeilen 3549 bis 3551, 3559 bis 3563
- [6] Bitzer, F.; Bateau, V.; Lammerskitten, C.; Lück, B.; Neuhäuser, N.; Vogel, T.; Wurthaler, J.: Quo vadis Digitale Leit- und Sicherungstechnik?, EI – Der Eisenbahningenieur, 11/2021, S. 6–11 (<https://bit.ly/3Hv72X6>)
- [7] SMA und Partner: Zielfahrplan Deutschlandtakt. Dritter Gutachterentwurf Baden-Württemberg, 30. Juni 2020 (<https://bit.ly/3TEL2a2>)
- [8] Trimode Transport Solutions, Intraplan Consult: Bundesverkehrswegeplan 2030 – Teil Schiene. Projektdossier Planfall 040b, 8. März 2021 (<https://bit.ly/3cGEBLK>)
- [9] Intraplan Consult, VWI: Verkehrsbedeutung der Anbindung der Gäubahn an den Flughafen Stuttgart und den neuen Fernbahnhof. Abschlussbericht April 2021, S. 25 (<https://bit.ly/3e4TYxl>): 65.000 Reisende pro Tag zwischen Böblingen und Goldberg, mit Stuttgart 21, ohne Pfaffensteigtunnel, Summe von Fern- und Nahverkehr (einschließlich S-Bahn), Prognosehorizont 2030
- [10] Trischler, S.; Biechele, M.: Fortschreibung des VRS-Verkehrsmodells, 22. Januar 2020, S. 18 (<https://bit.ly/3B6cDSQ>): 39 200 S-Bahn-Reisende pro Tag, unter den Randbedingungen aus [9]
- [11] SMA und Partner: Zielfahrplan Deutschland-Takt. Zweiter Gutachterentwurf Baden-Württemberg, 7. Mai 2019 (archiviert unter <https://bit.ly/3CMWgvJ>): Um die dichten Fahrlagen bei Herrenberg zu realisieren, war gemäß [2] auf einer Länge von 7 km ein zusätzliches Gleis zwischen Gärtringen und Herrenberg geplant.
- [12] Bojic, M.; El-Hajj-Sleiman, H.; Flieger, M.; Lies, R.; Osburg, J.; Retzmann, M.; Vogel, T.: ETCS in großen Bahnhöfen am Beispiel des Stuttgarter Hauptbahnhofs, SIGNAL+DRAHT, 4/2021, S. 21–29 (<https://bit.ly/3fioz0j>)
- [13] Stuttgart 21: Drei strittige Punkte ausgeräumt, EI – Der Eisenbahningenieur, 8/2022, S. 75



**Thomas Berner**  
 Teamleiter Projektmanagement  
 Gäubahnführung  
 DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH,  
 Stuttgart  
 thomas.berner@deutschebahn.com



**Christian Frye**  
 Großprojektleiter  
 DB Engineering & Consulting GmbH,  
 Duisburg  
 christian.frye@db-eco.com



**Lena Henzler**  
 Projektmanagement Gäubahnführung  
 DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH,  
 Stuttgart  
 lena.henzler@deutschebahn.com



**Peter Reinhart**  
 Monitoring Gesamtsystem Bahn  
 Deutsche Bahn AG,  
 Stuttgart  
 peter.reinhart@deutschebahn.com



**David Schäfer**  
 Teamleiter Planung KIB Köln  
 DB Engineering & Consulting GmbH,  
 Köln  
 david.dv.schaefer@db-eco.com



**Dr.-Ing. Fabian Walf**  
 Strategischer Fahrplan und  
 Kapazitätsmanagement/Segmente  
 DB Netz AG, Berlin  
 fabian.walf@deutschebahn.com



**TEIL DER LÖSUNG**

Betonbauteile für den Tief- und konstruktiven Ingenieurbau:

- Stahlbeton-Rahmenbauteile
- Schachtbauwerke
- Tunnелеlemente
- Stahlbeton-U-Kanäle

Wir bieten Unterstützung, die bereits in der Planungsphase ansetzt und entwickeln gemeinsam mit unseren Kunden Lösungen. Auf Wunsch planen wir einzelne Bauwerke oder Gesamtkonzepte. Dabei beraten wir stets ganzheitlich unter Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten und bringen die unterschiedlichen Anforderungen aller Beteiligten zusammen.

Kleihues Betonbauteile GmbH & Co. KG  
 Siemensstraße 21 • 48488 Emsbüren  
 Tel.: (05903) 9303-0 • Fax: (05903) 9303-21  
 info@kleihues.de • [www.kleihues.de](http://www.kleihues.de)

