

Projekt Stuttgart 21

Entscheidung nach § 76 (3) VwVfG
59100-591pä/007-2304#012
vom 07.02.2013

Im Auftrag

(von Eicken)

Eisenbahn-Bundesamt,
Außenstelle Karlsruhe/Stuttgart

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart
Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart – Augsburg
Bereich Stuttgart – Wendlingen mit Flughafenanbindung

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof

**Antrag auf Änderung der Planfeststellung
für geänderte
Gründungen von Ingenieurbauwerken
sowie Änderungen des Dükers HS-West und
des Medien- und Fernheizkanals KGK-Platz**

Erläuterungsbericht

Vorhabenträger: **DB Netz AG**
vertreten durch
DB ProjektBau GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

Stuttgart, 15.05.2012

INHALTSVERZEICHNIS

PROJEKT STUTTGART 21	1
PLANFESTSTELLUNGSUNTERLAGEN	1
ANTRAG AUF ÄNDERUNG DER PLANFESTSTELLUNG.....	1
FÜR GEÄNDERTE GRÜNDUNGEN VON INGENIEURBAUWERKEN	1
SOWIE ÄNDERUNGEN DES DÜKERS HS-WEST UND	1
DES MEDIEN- UND FERNHEIZKANALS KGK-PLATZ.....	1
ERLÄUTERUNGSBERICHT	1
VORHABENTRÄGER: DB NETZ AG.....	1
VERTRETEN DURCH	1
DB PROJEKTBAU GMBH.....	1
RÄPPLENSTRASSE 17	1
70191 STUTTGART	1
1 BESCHREIBUNG DES PLANFESTSTELLUNGSABSCHNITTS 1.1	4
2 AUSGANGSSITUATION.....	4
3 ANLASS DER PLANÄNDERUNGEN	4
3.1 GEÄNDERTE PFAHLGRÜNDUNG ÜBERBAUUNG S-BAHN.....	4
3.2 GEÄNDERTE PFAHLANORDNUNG BAHNHOFSHALLE.....	5
3.3 ZUSÄTZLICHE PFAHLGRÜNDUNG SÜDKOPF	5
3.4 ZUSÄTZLICHE PFAHLGRÜNDUNG DÜKER CANNSTATTER STRASSE	7
3.4.1 Zuleitung zum Oberhaupt (Anschluss an Bestand Klettassage).....	7
3.4.2 Dükeroberhaupt.....	7
3.4.3 Dükerleitungen bzw. Dükerstrecke unter der Bahnhofshalle	8
3.4.4 Dükerunterhaupt (tiefer Teil).....	8

3.4.5	Verbindungsleitungen vom Dükerunterhaupt tiefer Teil zum hohen Teil	8
3.4.6	Ableitung vom Dükerunterhaupt	8
3.5	SOB- PFÄHLE UNTER DEM ZU- UND ABLEITUNGSKANAL DÜKER NESENBACH	9
3.6	GEÄNDERTE PFAHLANORDNUNG BEI DEN TUNNELABSCHNITTEN DER VERLEGUNG HALTESTELLE STAATSGALERIE	10
3.6.1	Neue Haltestelle Staatsgalerie	10
3.6.2	Eingleisiger Tunnel in der Schillerstraße (Achse 34)	11
3.6.3	Eingleisiger Tunnel in Richtung Arnulf-Klett-Platz (Achse 31)	11
3.7	GEÄNDERTE AUSFÜHRUNG DÜKER HS-WEST SOWIE MEDIEN- UND FERNHEIZKANAL KGK-PLATZ	12
3.7.1	Änderungen am Hauptsammler West	12
3.7.2	Änderungen am Medien- und Fernheizkanal KGK-Platz	12
4	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNGSÄNDERUNGEN AUF DIE SCHUTZGÜTER DES UVPG	12
4.1	GRUNDWASSER	12
4.2	KLIMA, LUFT	13
4.3	LANDSCHAFTSBILD, ERHOLUNG UND KULTURGÜTER	13
4.4	FLORA, FAUNA, BIOTOPE	14
4.5	ZUSAMMENFASSUNG	14
5	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNGSÄNDERUNGEN AUF DIE IMMISSIONSSITUATION	14
6	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNGSÄNDERUNGEN AUF DEN GRUNDERWERB	14
7	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNGSÄNDERUNGEN AUF BELANGE DER LEITUNGSTRÄGER	14

1 Beschreibung des Planfeststellungsabschnitts 1.1

Der Planfeststellungsabschnitt (PFA) 1.1 umfasst die Talquerung mit allen damit zusammenhängenden Baumaßnahmen, den Hauptbahnhof und die sog. Baulogistik Mitte, die auch den benachbarten Planfeststellungsabschnitten 1.2, 1.5 und 1.6 zur Verfügung steht. Zum PFA 1.1 gehört ferner der Rückbau von Eisenbahnbetriebsanlagen, soweit er für die bauliche und betriebliche Umsetzung im PFA 1.1 unmittelbar erforderlich ist.

Der PFA 1.1 ist dadurch gekennzeichnet, dass die 8 neuen Bahnsteiggleise des Durchgangsbahnhofs die zur Zeit vorhandenen 16 Bahnsteiggleise des Kopfbahnhofs unter einem Winkel von annähernd 90° kreuzen, allerdings in Tieflage mit einem Höhenunterschied zwischen alter und neuer Schienenoberkante von rund 10 m.

2 Ausgangssituation

Die DB Netz AG, vertreten durch die DB ProjektBau GmbH (zukünftig als DB PB oder Vorhabenträger bezeichnet), hat im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für das Projekt Stuttgart 21, Planfeststellungsabschnitt 1.1, die Herstellung der nachfolgenden Bauwerke mit den zugehörigen Gründungen beantragt. Die Genehmigung aller Bauwerke wurde im Planfeststellungsabschnitt 1.1 mit Beschluss des Eisenbahn-Bundesamtes vom 28.01.2005 festgestellt.

3 Anlass der Planänderungen

3.1 Geänderte Pfahlgründung Überbauung S-Bahn

Bei der Planfeststellung waren zur Reduzierung der Durchbiegungen im Bereich der S-Bahnüberbrückung sogenannte Spannblöcke vorgesehen, die in Teilbereichen über die Pfahlreihen zur Auflagerung der S-Bahnüberbrückung hinaus liefen und dort zusätzlich mit Pfählen gegründet wurden. Die Entwurfsplanung wurde dahingehend geändert, dass die Überbrückung zur Vereinfachung der Konstruktion als vorgespannte einfeldrige Platte ohne Auskragungen ausgebildet wurde. Dies führte zu entsprechenden Veränderungen in der Lastabtragung der Überbrückungskonstruktion und den zugehörigen als Randbalken ausgebildeten Außenwänden (Hohlquerschnitt).

Die Entwurfsbearbeitung des Daches der Bahnhofshalle ergab zudem Lasterhöhungen für die Dachstützen, die auf der Trogbrücke über die S-Bahn auflagern und die ihre Lasten über seitlich angeordnete Bohrpfähle in den Boden abtragen. Die Lasterhöhungen und die zuvor erläuterten Lastumlagerungen aus dem Entfall der Spannblöcke führen zu zusätzlichen Bohrpfählen für die Lastabtragung der wandartigen Träger im Außenwandbereich u.a. auch deshalb, weil die Länge der Pfähle nicht vergrößert werden kann. Die für die Spannblöcke vorgesehenen Pfähle entfallen. Aus der Gegenüberstellung der planerisch dargestellten Pfähle ergeben sich in Summe 4 zusätzliche Pfähle vorhältlich der endgültigen statischen Berechnung.

3.2 Geänderte Pfahlanordnung Bahnhofshalle

Der Trog der Bahnhofshalle weist bereits in den Planfeststellungsplänen eine kombinierte Pfahl-Plattengründung auf. Eine Kombinierte Pfahl-Platten-Gründung (KPP) besteht aus Pfählen als die Bodenplatte stützenden Tragelementen. Die Pfähle binden dabei nur in den oberen, verwitterten Bereich des Gipskeupers ein. Wegen der überwiegend starken, tief reichenden Verwitterung des Gipskeupers und aufgrund der das Tragverhalten prägenden Interaktionseinflüsse zwischen den einzelnen Pfählen (Gruppenwirkung) sowie zwischen den Pfählen und der Platte ist die Tragfähigkeit bzw. die Tragwirkung der Pfähle begrenzt. Dennoch wird eine Setzungsreduktion dadurch erzielt, dass ein Teil der Bauwerkslasten über die Pfähle in die tieferen, wenigstens immer noch verwitterten Schichten des Gipskeupers transferiert wird.

Im vorliegenden Fall wurden bei der Umsetzung des KPP-Gründungskonzeptes im Zuge der Entwurfsplanung und zugehörigen Berechnungen, die Gründungspfähle, welche in der ursprünglichen Planung der Planfeststellung bereits vorgesehen waren, unter den hoch belasteten Kelchstützen konzentriert in Pfahlgruppen angeordnet und die Pfähle unter den ebenfalls vergleichsweise hoch belasteten Außenwänden linien- bzw. reihenweise angeordnet. Die maximalen Pfahlunterkanten bleiben unverändert. Hierdurch können die Bauwerkslasten unmittelbar in die Tiefgründungselemente eingeleitet und die Biegemomentenbeanspruchung der Fundamentplatte reduziert werden. Die Abweichung gegenüber der Planfeststellung besteht hier in der geänderten Pfahlanordnung.

Zur Steifigkeitserhöhung und teilweise zur Auftriebssicherung wurden auch in der übrigen Teilfläche zwischen den Kelchstützen der Schalenkonstruktion unter der Bodenplatte einzelne Pfahlreihen angeordnet. Im Bereich des Südportals der Bahnsteighalle bei Bau-km +0.1+80.0 muss der Rasterabstand der Pfähle außerhalb der Schalendachstützen weiter reduziert werden, um eine ausreichende Auftriebsicherheit zu erhalten. Zur Sicherstellung der Auftriebsicherheit im Überflutungsfall Nesenbachtal werden in diesem Bereich, mit unverändertem Raster wie bereits in der Planfeststellung, zusätzliche Stabverpresspfähle angeordnet.

Die Pfahllängen sind unter Berücksichtigung wasserrechtlicher Belange so gewählt, dass die Pfahlfußebene gemäß Nebenbestimmung 7.1.15.1.3. des Planfeststellungsbeschlusses vom 28.01.2005 über der Oberfläche der Grundgipsschichten liegt, woraus Pfahllängen von etwa 10 m bis 16 m resultieren.

Unverändert gegenüber der Planfeststellung sind im Bereich der Bahnhofshalle Pfähle mit hoher Fußtragkraft (ggf. mit Mantel- und Fußverpressung) mit mindestens 5 m Einbindung in mindestens halbfestem bis festem Gipskeuper vorgesehen.

Der Antrag auf Erteilung einer Unternehmensinternen Genehmigung (UiG) für Gründung der Bahnhofshalle und Übergang zum Südkopf mit Kombinierten-Pfahl-Platten-Gründungen (KPP) vom 16.07.2008 wurde am 08.05.2009 genehmigt.

3.3 Zusätzliche Pfahlgründung Südkopf

Die Gründungssohle des DB-Tunnels im Südkopf kommt bis etwa km +0,240 bis km +0,275 in quartären Ablagerungen (Talablagerungen und Wanderschutt) und ab etwa km +0,240 / km +0,275 bis zum Übergang in den bergmännischen Tunnel bei km +0,432 ganzflächig im Gipskeuper und hier stratigraphisch gesehen in den Dunkelroten Mergeln zu liegen.

Im Bereich des Südkopfes wurde bei der Bohrung BK 11/4 eine verfüllte Doline angetroffen. Die Dolinenfüllung bestand bis in 40 m Tiefe aus Talablagerungen und Fließerdelagen. Die Ausdehnung der Doline im Grundriss ist unbekannt, doch geben die Ergebnisse der ergänzenden Erkundungen Anlass zu der Vermutung, dass die Ausdehnung im Grundriss etwa 10 m mal 10 m betragen könnte.

Für die ursprünglich geplante Flachgründung wurden vom Baugrundgutachter im Zuge des Gründungsgutachtens für den Südkopf rechnerische Untersuchungen nach dem Halbraumverfahren durchgeführt. Danach ergeben sich unter den im Zuge der Entwurfsplanung konkret ermittelten Bauwerkslasten für die flach gegründeten Bereiche trotz Inanspruchnahme günstiger Berechnungsannahmen sehr große Setzungen.

Für die im Bereich des Südkopfes vorhandene, verfüllte Doline ist zudem eine entsprechend reduzierte Bettung zu berücksichtigen was die Setzungsproblematik weiter verschlechtert.

Das Gründungsgutachten zum Bauwerksentwurf des Südkopfs vom 29.07.2003 empfiehlt daher eine kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP), gestützt auf Setzungsberechnungen unter Berücksichtigung genauerer Lastansätze und untergelagerter Schichten. Mit der KPP können die Setzungen bauwerksverträglich gehalten werden.

Unter den vorliegenden Randbedingungen kommt für den Südkopf nur eine Ausdehnung des auch bereits für den nordwestlichen Bereich des Südkopfes vorgesehenen Konzeptes einer Kombinierten Pfahl-Plattengründung (KPP) in Betracht, welches eine technisch und wirtschaftlich günstige Setzungsbeschränkung ermöglicht. Mit einer KPP werden die Bauwerkslasten über das gemeinsam wirkende Verbundtragsystem aus Gründungspfählen, Fundamentplatte und Boden in den tieferen Untergrund geleitet. Eine KPP führt in der Regel zu einem besonders wirtschaftlichen Gründungsentwurf, da neben den Gründungspfählen auch die Fundamentplatte beim rechnerischen Nachweis des Lastabtrages berücksichtigt wird, ohne dass die äußere Standsicherheit des Einzelpfahles nachzuweisen ist. Hierdurch kann im Vergleich zu einer reinen Pfahlgründung eine deutliche Einsparung an Pfahlmenge erzielt werden. Die Setzungen und Schiefstellungen können gegenüber einer reinen Flächengründung deutlich reduziert werden.

Es ist daher vorgesehen, Pfähle unter den hoch belasteten Wandscheiben (Innen- und Außenwände) linien- bzw. reihenweise anzuordnen. Hierdurch können die Bauwerkslasten unmittelbar in die Tiefgründungselemente eingeleitet und die Biegemomentenbeanspruchung der Fundamentplatte reduziert werden, was im Vergleich zu einer Flächengründung des Tunnels zu deutlichen wirtschaftlichen Vorteilen bei der Plattenbemessung führt.

Die Pfahllängen wurden wiederum so gewählt, dass die Pfahlfußebene über der Oberfläche der Grundgipsschichten liegt, woraus i.d.R. Pfahllängen von ca.10 m resultieren (Ausnahme Bereich der Doline). Als Pfähle kommen bei den hier herrschenden Verhältnissen im östlichen Bauwerksbereich Bohrpfähle mit Durchmesser 1,20 m und im westlichen Bauwerksbereich, bis etwa zum Düker Hauptsammler Nesenbach, Pfähle mit hoher Fußtragkraft, entsprechend der Gründung der Bahnhofshalle, zur Ausführung.

Beim DB-Tunnel Südkopf sind Bohrpfählen, gegebenenfalls mit Mantel- und Fußverpressung, der Vorzug vor Pfählen mit hoher Fußtragkraft zu geben. Dies zum einen deshalb, weil es mit Pfählen mit hoher Fußtragkraft nicht sicher gelingt, die planmäßigen, statisch erforderlichen Einbindetiefen im sehr mürben, teilweise auch mürben Gipskeuper herzustellen, es sei denn, dass zuvor Auflockerungsbohrungen vorgenommen werden.

Im Bereich der bekannten Doline im Südkopf können jedoch eventuell Pfähle mit hoher Fußtragkraft wegen der Möglichkeit der Tragfähigkeitskontrolle und Erhöhung durch Kiesvorverdichtung vorteilhaft sein.

Wegen der Erschütterungsproblematik im Nahbereich des Planetariums werden im Bereich der Überquerung des Dükers Hauptsammler Nesenbach anstatt der ursprünglich in den Planungen der Planfeststellung geplanten Pfähle mit hoher Fußtragkraft Bohrpfähle vorgesehen.

Da die Bohrpfähle in das Grundwasser einbinden, ist bei der Herstellung der Bohrpfähle die Aufrechthaltung eines Wasserüberdrucks im Bohrloch erforderlich, um einen hydraulischen Grundbruch an der Bohrlochsohle auszuschließen. Die Bohrpfähle sind verrohrt herzustellen.

Ein baustatischer Nachweis der Kombinierten Pfahl-Plattengründung (KPP) kann auf der Grundlage der gemäß ELTB eingeführten Regelwerken DIN 1054 Ausgabe 01/2005, Ziffer 8.5.5 in Verbindung mit der „Richtlinie für den Entwurf, Bemessung und den Bau von Kombinierten Pfahl-Plattengründung“ in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter geführt werden.

3.4 Zusätzliche Pfahlgründung Düker Cannstatter Straße

In den Gründungshorizonten der Einzelbauwerke, die für die Kanalverlegungsmaßnahme erforderlich werden, stehen überwiegend die nur gering tragfähigen bindigen Talablagerungen an. Nur in den tieferreichenden Bauwerken (Dükeroberhaupt, Dükerunterhaupt tiefer Teil sowie bereichsweise die Dükerleitung) werden die ausreichend tragfähigen Schichten des Wanderschutts bzw. des Gipskeupers erreicht.

In der Planfeststellung wurden die Zu- und Ableitungskanäle einschl. der zugehörigen Schächte zum Düker Cannstatter Straße sowie die Verbindungsleitungen vom Dükerunterhaupt tiefer Teil zum hohen Teil flach gegründet.

Das Gründungsgutachten zum Bauwerksentwurf zum Düker Cannstatter Straße vom 26.05.2003 und Ergänzungsschreiben vom 10.09.2003 empfiehlt unter Berücksichtigung der konkreten Lastangaben aus der Entwurfsplanung und insbesondere der späteren hohen Geländeanschüttung in Zuge der geplanten Geländemodellierung im Mittleren Schloßgarten und mit dem Ziel bauwerksverträglicher Setzungen teilweise Pfahlgründungen.

3.4.1 Zuleitung zum Oberhaupt (Anschluss an Bestand Klettpassage)

Der Schacht 0001 wird anstatt der ursprünglich vorgesehenen Flachgründung auf drei Hülsenpfähle $D = 90 \text{ cm}$ mit Mantel- und Fußverpressung im Gipskeuper oberhalb der Grundgipsschichten gegründet.

Die Zuleitung zum Dükeroberhaupt wird mit einem Gefälle von 0,3 % hergestellt. Der erste Bereich hat eine Überdeckung wie zur Zeit gegeben, der zweite Bereich erhält eine nachträgliche Überschüttung von bis zu 6 m. Dadurch entstehen nach ca. 4 Jahren zu erwartende Setzungen von bis zu 25 cm, wodurch sich das Gefälle auf max. 0,6 % erhöht. Der Anschluss der Zuleitung an das Dükeroberhaupt erfolgt daher über eine vertikal verschiebliche Konstruktion. An den Anschlusspunkten werden Verpressschläuche eingebaut, um den Anschlussbereich nachträglich mittels Verpressen abdichten zu können.

3.4.2 Dükeroberhaupt

Die Gründung des tiefen Teils des Dükeroberhauts erfolgt anstatt der ursprünglich vorge-

sehenen Flachgründung nun mittels Pfählen und Tieferführung mit unbewehrtem Beton (Dicke ca. 1,60 m), die des hohen Teils mittels Hülsenpfählen $D = 90$ cm mit Mantel- und Fußverpressung.

3.4.3 Dükerleitungen bzw. Dükerstrecke unter der Bahnhofshalle

Die Sohle der tiefsten Dükerleitung (DN 2000) liegt in der Nähe zum Dükeroberhaupt in den nur gering tragfähigen Talablagerungen. Um unverträgliche Setzungen und Setzungsunterschiede entlang der Leitung zu vermeiden, wird dort nun zusätzlich ein Bodenaustausch von bis zu 1,5 m bis zum Erreichen des Wanderschutttes (ca. 226,4 mNN) bzw. des Gipskeupers vorgesehen.

3.4.4 Dükerunterhaupt (tiefer Teil)

Die Gründung des tiefen Teils des Dükerunterhauptes erfolgt nun zusätzlich mittels Tieferführung mit unbewehrtem Beton.

3.4.5 Verbindungsleitungen vom Dükerunterhaupt tiefer Teil zum hohen Teil

Die Bauwerke Dükerunterhaupt tiefer und hoher Teil werden durch die Verbindungsleitungen Mischwasserdükerleitung DN 2000, Mischwasserdükerleitung DN 800, Trockenwetterdükerleitung DN 250 und Freispiegelleitung DN 400 miteinander verbunden. Anstatt der ursprünglich vorgesehenen Flachgründung der Verbindungsleitungen werden die Lasten aus den Leitungen jetzt von einer Lastabtragungsplatte ($D = 50$ cm) aufgenommen. Diese wiederum ist auf Bohrpfählen ($D = 90$ cm, ggf. mit Mantel- und Fußverpressung) gegründet.

Das anstehende Gelände wird nach Herstellung der Verbindungsleitungen höher als die ursprüngliche Geländeoberkante überschüttet. In Verbindung mit den anstehenden, wenig tragfähigen Talablagerungen resultieren daraus Setzungen des Bodenkörpers neben der starr gegründeten Leitungstrasse. Um Lastumlagerungen (Lastanziehung) aus dem seitlich der Leitungstrasse vorhandenem Bodenkörpergewicht auf die starre Plattengründung der Leitungen zu vermeiden, wird der Einbau einer vertikalen Gleitschicht (z.B. Seekieferplatten mit Bitumendickschicht) an den Grabenwänden erforderlich. Der seitlich anstehende Bodenkörper kann sich dann, nach dem Aufbringen der Überschüttung, ohne Abstützung auf die pfahlgegründete Platte ungehindert setzen.

3.4.6 Ableitung vom Dükerunterhaupt

Mit der Ablaufleitung vom Dükerunterhaupt (hoher Teil) erfolgt der Anschluss an den bestehenden Sammler Cannstatter Straße.

Anstatt der ursprünglich vorgesehenen Flachgründung der Ablaufleitung wird die Last aus der Leitung jetzt von einer Lastabtragungsplatte ($L = \text{ca. } 40$ m, $D = 40$ cm) aufgenommen. Diese wiederum ist auf Bohrpfählen ($D = 90$ cm, ggf. mit Mantel- und Fußverpressung) gegründet. Der Übergang von der Lastabtragungsplatte zum Bereich ohne zusätzliche Gründungsmaßnahmen erfolgt mittels einer Schleppplatte ($L = \text{ca. } 4$ m, $D = 40$ cm). In diesem Übergangsbereich ($L = \text{ca. } 10$ m) wird die Rohrleitung DN 2200 mit kurzen Gelenkstücken zur Aufnahme der Setzungsdifferenzen in den Muffenverbindungen ausgeführt.

3.5 SOB- Pfähle unter dem Zu- und Ableitungskanal Düker Nesenbach

Die Baugrubensohle für die Zu- und Ableitungskanäle variieren und liegen unter Berücksichtigung von Bodenplattenstärke und Unterbau:

- Im Bereich des Zuleitungskanals zum Oberhaupt zwischen etwa 235,6 mNN (Anschluss an Bestand) und 235,4 mNN (Anschluss an Oberhaupt),
- im Übergangsbereich im Anschluss an das Unterhaupt zwischen etwa 229,3 mNN und 233,8 mNN, und bis zum Anschluss an den Bestand nordöstlich des Planetariums bei etwa 233,4 mNN.

Damit gründen der Zu- und Ableitungskanal vorwiegend in den nur gering tragfähigen, bindigen Talablagerungen, durchsetzt mit organischen Bestandteilen und torfigen Einlagerungen. Lediglich ein Teil des Übergangsbereichs im Anschluss an das Unterhauptbauwerk wird im tragfähigen Wanderschutt zu liegen kommen.

Für die Gründung der o.g. Kanäle wurde in der Planfeststellung zunächst ohne Vorliegen des Gründungsgutachtens eine Flachgründung ohne besondere Tiefgründungsmaßnahmen vorgesehen.

Im zwischenzeitlich, nach der Einreichung der Planfeststellung von Smolczyk & Partner erstellten Gründungsgutachten zum Düker HS Nesenbach wird die nachfolgend beschriebene und umgesetzte Gründungsempfehlung abgegeben.

Für den Zuleitungskanal am Oberhaupt ergibt sich eine mittlere Sohlnormalspannung von 78 kN/m², die gleichzeitig etwa die effektive Sohlnormalspannung ist, da der mittlere Grundwasserspiegel knapp unter der Bauwerkssohle ansteht.

Für den Ableitungskanal ergeben sich unter Berücksichtigung einer Überschüttung von im Mittel 1,5 m totale Sohlnormalspannungen von 90 kN/m². Da das Bauwerk in das Grundwasser einbindet, ergibt sich infolge des Auftriebseffektes von im Mittel 10 kN/m² eine setzungs-erzeugende effektive Sohlnormalspannung von 80 kN/m².

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung stellen die aus den Kanalbauwerken resultierenden Spannungsänderungen im Boden im Wesentlichen eine Wiederbelastung dar.

Maßgebend für die Setzungsprognose sind der Umfang und die Mächtigkeit der in den Talablagerungen einlagernden Schlick- und Torflagen. Das Verformungsverhalten dieser Schichten wird im Wesentlichen geprägt vom visko-plastischen Kriechen und durch Zersetzungprozesse hervorgerufene Sackungen.

Anhand der durchgeführten Setzungsberechnungen mit Variation des Steifemoduls in Form einer Sensitivitätsanalyse können Setzungen zwischen rund 2,5 cm und 5,5 cm prognostiziert werden.

Um Setzungen in der genannten Größenordnung bautechnisch und bauwerksverträglich zu beherrschen, wären weitgehende zusätzliche Maßnahmen erforderlich. In jedem Fall würde eine Flachgründung jedoch längerfristige Nacharbeiten erfordern, um im Hinblick auf das geringe Gefälle von 0,5 % bzw. 0,6 % einen kontinuierlichen Abfluss sicherzustellen. Auf Grund der Tatsache, dass der Düker Hauptsammler Nesenbach unmittelbar nach Fertigstellung in Betrieb geht und in den Besitz der Stadt Stuttgart als künftigen Unter-/Erhaltungspflichtigen übergeht, ist eine reine Flachgründung als nachteilig zu bewerten.

Für eine verformungsärmere Gründung wird daher im Gründungsgutachten eine rasterförmige Bodenverbesserung mit Hilfe des Rüttelstopfverfahrens (z.B. Schotterstopfsäulen) unter dem Gründungsbereich in den Talablagerungen vorgeschlagen. Um Beeinträchtigungen aus Erschütterungen für die umliegenden Gebäude (Schule K.- K.- Stift, Planetarium) möglichst gering zu halten, wurden die erf. Tiefgründungsmaßnahmen mittels Schotterstopfsäulen durch Schnecken-Ortbeton-Bohrpfähle (SOB-Pfähle) ersetzt.

3.6 Geänderte Pfahlanordnung bei den Tunnelabschnitten der Verlegung Haltestelle Staatsgalerie

3.6.1 Neue Haltestelle Staatsgalerie

Anhand der bauwerksbezogenen Erkundung zeigte sich, dass die aktuell geplante Haltestelle an ihren beiden Enden, also im Nordosten auf wenigen Metern und im Südwesten bis rund 20 m weit, auf den Schichten des Gipskeupers zu liegen kommt. Dazwischen fällt die Gipskeuperoberfläche um bis zu 12 m unter Baugrubensohle stark ab. Hier stehen Talablagerungen und, im Tiefsten der Senke, bis zu 5 m mächtiger Wanderschutt an. Organische Böden oder Torfe und Schlick-Schichten wurden hier nicht erbohrt.

Im Nordosten bindet das Bauwerk etwa 3 bis 4 m tief in den Bemessungswasserstand ein, nach Südwesten hin steigt es an, so dass hier die Einbindung nur noch knapp einen Meter beträgt. Die bislang vorhandene Pfahlgründung musste deshalb entsprechend angepasst werden.

Durch die Verlegung der Haltestelle Staatsgalerie in Richtung Schloßgarten und durch die Anhebung um rd. 3,0 m gegenüber der bestehenden Haltestelle und der südlich anschließenden Zulaufstrecken liegt der Gründungshorizont der neuen Haltestelle in weiten Teilen oberhalb des Gipskeupers in den Schichten des Quartärs. Eine Flachgründung in den quartären Schichten würde zu unverträglich großen Setzungen von 5 cm bis 12 cm führen. Da die Stadtbahnbauwerke streckenweise auf dem DB-Tunnel auflagern, der setzungsarm im Gipskeuper gegründet wird, ist für die Haltestelle und für den direkt anschließenden Bereich der Zulaufstrecken eine Tiefgründung mit Gründungspfählen erforderlich. Die Gründungspfähle werden von der Baugrubensohle aus hergestellt. Der Fußbereich der Pfähle muss rd. 5,0 m in den Gipskeuper einbinden, um die Vertikallasten über Mantelreibung und Spitzendruck in den Baugrund einleiten zu können.

Als Gründungspfähle können Pfähle mit hoher Fußtragkraft oder Bohrpfähle (ggf. mit Mantel- und Fußverpressung) eingesetzt werden. Wegen der im Baufeld stark abfallenden Gipskeuperoberfläche mit unterschiedlicher Qualität sind Pfähle mit hoher Fußtragkraft mit wiederverwendbarem Vortreibrohr hinsichtlich der Lastabtragung und Eingriffe in das Grundwasser vorteilhafter als Bohrpfähle. Bei den Pfählen mit hoher Fußtragkraft wird die aufnehmbare Last jedes Pfahles beim Rammvorgang kontrolliert. Dolinen oder sonstige Störungen im Untergrund werden dabei festgestellt und die erforderliche Tragfähigkeit kann dann z.B. durch zusätzliche Kiesvorverdichtung erreicht werden.

Beim Einrammen des Vortreibrohres werden das Erdreich und Grundwasser verdrängt. Dabei wird das Erdreich in der Randzone des Pfahles verdichtet. Durch kontrolliertes Verdichten des Frischbetons beim Ziehen des Vortreibrohres entsteht ein inniger Verbund zwischen Pfahl und Erdreich, der ein Aufsteigen von Grundwasser entlang des Pfahles verhindert. Da es sich um einen Verdrängungspfahl handelt, wird kein Grundwasser gefördert. Sollten aus erschütterungstechnischer Sicht Pfähle mit hoher Fußtragkraft nicht möglich sein, sind die Gründungspfähle als verrohrte Bohrpfähle herzustellen.

3.6.2 Eingleisiger Tunnel in der Schillerstraße (Achse 34)

Gegenüber den Planungen aus der Planfeststellung ist zur Minimierung von möglichen Differenzsetzungen der Tunnel nur noch im Bereich des geplanten, direkt unter der Trasse querenden Düker Nesenbach als lastübertragendes Bauwerk mit Gründungspfählen ausgebildet, ansonsten ist eine Flachgründung im Gipskeuper bzw. im Wanderschutt vorgesehen.

Eventuell in der Baugrubensohle vorgefundener stark aufgeweichter bzw. nicht tragfähiger Baugrund ist auszutauschen und durch ein gut tragfähiges, weit gestuftes Brechkorngemisch zu ersetzen, das lagenweise eingebaut und verdichtet wird.

Der Streckenabschnitt in der Schillerstraße zwischen Ferdinand-Leitner-Steg über die Schillerstraße und Unterführung der Gleisachsen 32 und 33 ist unverändert gegenüber der Planfeststellung in Deckelbauweise vorgesehen. Nach Herstellen der Pfahlwände wird abschnittsweise die Baugrube rd. 2,5 m tief ausgehoben und eine rd. 80 cm dicke Stahlbetonplatte als "Deckel" hergestellt, der auf den Pfahlwänden auflagert. Die Oberkante Betonplatte verläuft rd. 1,5 m unter Straßenniveau, damit Versorgungsleitungen den Deckel kreuzen können.

Der Tunnel wird als wasserundurchlässiger Stahlbetonrahmen unter dem Deckel hergestellt. Die Tunneldecke liegt ca. 2,0 bis 3,0 m unterhalb des Deckels. Der Hohlraum zwischen der Tunneldecke und dem Deckel wird mit Erde verfüllt und verdämmt. Der Deckel hat nach dem Verdämmen keine Funktion mehr, verbleibt aber im Erdreich, um in den Verkehr nicht nochmals eingreifen zu müssen.

Im Bereich des neuen Dükers müssen für den Bauzustand die Verbauwände als statisch wirksame Wandscheiben ausgebildet werden, die die Dükerleitung frei überspannen können. Im Endzustand muss der Tunnelabschnitt als statisch wirksame Brückenkonstruktion ausgebildet werden.

3.6.3 Eingleisiger Tunnel in Richtung Arnulf-Klett-Platz (Achse 31)

Anders als der Tunnel Achse 34 liegt die im Schloßgarten verlaufende Trasse hier deutlich höher und verläuft vom Anschluss an den DB-Tunnel Südkopf in den Talablagerungen, denen hier im Gründungsbereich wenig tragfähige und sackungsgefährdende Schlick- und Torflagen eingeschaltet sind. Dies führt dazu, dass unverändert gegenüber der Planfeststellung für das Tunnelbauwerk eine Tiefgründung erforderlich wird.

Gegenüber der Planfeststellung wurde die Baugrubensicherung zwischen km 0+050 bis km 0+150 so optimiert, dass die Bohrpfahlwände des Verbaus zur Gründung des neuen Tunnels hergezogen werden, da diese hier ohnehin zur Abtragung der Vertikallasten bis tief in die tragfähigen Schichten gebohrt werden müssen.

Im Bereich des Schillerstegs werden anstatt der bisher vorgesehenen, im Düsenstrahlverfahren hergestellten Verbauwand, konventionelle Bohrpfähle (ggf. mit Mantel- und Fußverpressung) hergestellt.

3.7 Geänderte Ausführung Düker HS-West sowie Medien- und Fernheizkanal KGK-Platz

3.7.1 Änderungen am Hauptsammler West

Aufgrund von Modellversuchen am Institut für Wasserbau und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe wurde die Anordnung der Dükerrohre DN 3200, DN 1600 und DN 800 geändert (gespiegelt), verbunden mit konstruktiven Änderungen des Ober- und Unterhauptes sowie bei den Anschlüssen an den Bestand.

Die wesentlichen Änderungen werden durch Blauzeichnungen in den betroffenen Plänen verdeutlicht. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden die Plananlagen 7.3.4 und 7.3.5 durch die Plananlagen 7.3.4 A und 7.3.5 A ersetzt.

3.7.2 Änderungen am Medien- und Fernheizkanal KGK-Platz

Um die Versorgungssicherheit in den kommenden Jahren zu gewährleisten, ist es laut Versorgungsunternehmen EnBW erforderlich, die bestehenden und neu geplanten Rohrleitungen in den Medienkanälen unter der Heilbronner Straße / KGK-Platz und im Schlossgarten in DN 600 auszuführen.

Des Weiteren haben sich gemäß der aktuellen Energie-Einsparungs-Verordnung (EnEV Stand 2004) die Dämmstärken für Fernheizrohrleitungen um $2 \times 3 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$ pro Rohr erhöht.

Aus vorgenannten Gründen ist es daher erforderlich, den Medien- und Fernheizkanal unter der Heilbronner Straße / KGK-Platz auf eine lichte Höhe von 2,00 m auf 2,20 m aufzuweiten.

4 Auswirkungen der Planungsänderungen auf die Schutzgüter des UVP

Im Rahmen des vorliegenden Planänderungsantrags wurde naturschutzfachlich geprüft, ob sich aus den neuen planerischen Voraussetzungen sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht in erheblichem Umfang zusätzliche oder neue Eingriffstatbestände ergeben.

Da sich die ursprünglich beplanten und die durch die Planänderungen beanspruchten Flächen nicht unterscheiden, ergibt sich kein zusätzlicher Eingriffstatbestand.

Im Einzelnen wurden die relevanten Schutzgüter Boden, Wasser auch in Kapitel 3 betrachtet.

4.1 Grundwasser

Durch die erweiterten kombinierten Pfahl-Platten-Gründungen wird sich in den mit den Pfählen durchteuften Schichteinheiten eine Verringerung des Abflussquerschnittes ergeben. Der damit verbundene wasserrechtliche Tatbestand des Aufstauens von Grundwasser oberstromig der zusätzlichen Gründungen und des Absenkens unterstromig der zusätzlichen Gründungen wird zur Gänze durch die vorgesehenen Grundwasserumleitungssysteme an den jeweiligen Bauwerken kompensiert.

Wie die diesbezüglichen Berechnungen mit dem instationären 3D-Grundwasserströmungsmodell ergeben haben, ergibt sich z.B. im Bereich des DB-Tunnels im Quartär ein bauwerks- und gründungsbedingter Aufstau von ca. 0,1 m im Bereich des Cannstatter Kanals und im Bochinger Horizont ein bauwerks- und gründungsbedingter Aufstau von ca. 0,05 m im nahezu gesamten Bereich der Talquerung. Siehe dazu ergänzendes Fachgutachten der Arge WUG vom 13.02.2012 in Anlage 5 der Antragsunterlagen.

Die Berechnungen zeigen keine Absenkungen unterstromig der Baumaßnahme. Daraus kann gefolgert werden, dass die berechneten Aufstaubeträge ausschließlich durch den Entfall der Drainagewirkung der im Zuge der Baumaßnahme partiell erneuerten Kanäle und Düker verursacht wird, die in ihrem heutigen Zustand nicht dicht sind und als Drainage wirken.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass das Grundwasserumläufigkeitssystem des DB-Tunnels die vom Bauwerk einschließlich der erweiterten kombinierten Pfahl-Platten-Gründung hervorgerufene und im Planfeststellungsbeschluss zugelassene maximale Potentialdifferenz zwischen Ober- und Unterstrom des Bauwerks von 0,2 m im Grundwasser des Quartärs und Gipskeuper gewährleistet. Da auch die sonstigen Bauwerke der Folgebaumaßnahmen in offener Bauweise (Düker und Stadtbahnverlegung Haltestelle Staatsgalerie) mit Umläufigkeitssystemen ausgestattet werden, kann daraus sicher gefolgert werden, dass die dort geplanten zusätzlichen Pfahlgründungen zu keinem wesentlichen, wasserrechtlich relevanten Grundwasseraufstau führen werden.

Eine Änderung/Anpassung der wasserrechtlichen Tatbestände und Erlaubnisse aufgrund der geänderten Gründung von Ingenieurbauwerken und Bauwerksänderungen ist somit nicht erforderlich.

4.2 Klima, Luft

Die Bereiche mit lockerer oder dichter Bebauung, die Hauptverkehrsstraßen und die Bahnanlagen im Untersuchungsgebiet sind aufgrund des hohen Versiegelungsgrades und der Rauigkeit klimatisch vorbelastet. Eine lufthygienische Vorbelastung ergibt sich durch die großräumige Hintergrundbelastung und lokale Emittenten, in erster Linie jedoch durch die verkehrsbedingten Emissionen entlang der Hauptverkehrsstraßen.

Baubedingte Beeinträchtigungen der klimatischen und der lufthygienischen Situation ergeben sich durch Baustraßen, Baustelleneinrichtungs- und Ablagerungsflächen sowie durch die Emission von Luftschadstoffen und Stäuben durch Baumaschinen und Baufahrzeuge. Die Beeinträchtigung ist gering, da der Eingriff zeitlich und räumlich begrenzt ist. Durch die geänderten Gründungen und Bauwerke sind gegenüber der ursprünglichen Planung zusätzlich keine Beeinträchtigungen der klimatischen und der lufthygienischen Situation zu erwarten.

4.3 Landschaftsbild, Erholung und Kulturgüter

Die Gründungsmaßnahmen und Bauwerksänderungen liegen unterirdisch im Bereich der späteren Baugruben der Bauwerke, so dass die resultierenden bauzeitlichen Störungen des Stadtbildes generell wenig bedeutungsvoll sind. Daher sind keine Auswirkungen für Landschafts- bzw. Stadt- und Ortsbild, Erholung oder gemäß § 2 und § 12 DSchG geschützte Kulturgüter zu erwarten.

4.4 Flora, Fauna, Biotope

Die geänderten Gründungsmaßnahmen und Bauwerksänderungen nehmen gegenüber den planfestgestellten Planungen keine zusätzlichen Oberflächen in Anspruch.

4.5 Zusammenfassung

Die geänderten Gründungsmaßnahmen und Bauwerksänderungen führen zu keinen zusätzlichen erheblichen Beeinträchtigungen für Natur und Landschaft.

Aufgrund der geänderten Planung ergibt sich kein zusätzlicher Kompensationsbedarf.

5 Auswirkungen der Planungsänderungen auf die Immissionssituation

In der unmittelbaren Umgebung der geänderten Gründungsmaßnahmen und Bauwerke sind keine schutzbedürftigen Einrichtungen vorhanden. Die nächstgelegenen Einrichtungen sind gewerblich genutzte Gebäude. Hier wird sich aus dem geänderten Gründungskonzept und den Bauwerksänderungen keine signifikante Änderung der zu erwartenden Schwingungseinwirkung, insbesondere Erhöhung ergeben. Dies gilt gleichermaßen für die in größerer Entfernung vorhandenen Wohngebäude. Die in den Planfeststellungsunterlagen dokumentierten Aussagen zu den durch Gründungsmaßnahmen induzierten Erschütterungsimmissionen haben somit weiterhin ohne Einschränkung Bestand.

6 Auswirkungen der Planungsänderungen auf den Grunderwerb

Durch die vorgenannten Änderungen an den Bauwerksgründungen und Bauwerken folgen keine Veränderungen an den vorübergehend oder endgültig in Anspruch zu nehmenden Flächen an den im Grunderwerbsverzeichnis des PFA 1.1. benannten Flurstücken.

D. h. zusätzliche Grundstücksbetroffenheiten Dritter werden durch die Planänderungen nicht ausgelöst.

7 Auswirkungen der Planungsänderungen auf Belange der Leitungsträger

Die vorgenannten Änderungen an den Bauwerksgründungen und Bauwerken haben keine Auswirkungen auf die vorgesehenen Leitungsverlegemaßnahmen.