

Projekt Stuttgart 21

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

Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.5 Zuführung Stg-Feuerbach/Stg-Bad Cannstatt
S-Bahn-Anbindung

Änderungsverfahren



Anlage 19

Ingenieurgeologie, Erd- und Ingenieurbauwerke

Vorhabensträger:

DB Netz AG

vertreten durch

DB ProjektBau GmbH

~~Niederlassung Südwest Projektzentrum Stuttgart 1~~

Großprojekt Stuttgart 21

~~Mönchstraße 29~~ Rappenstr. 21

70191 Stuttgart

Bearbeitung:

**Planungsgemeinschaft ~~SI/V~~ Müller+Hereth
für Stuttgart 21 PFA 1.5**

STUTT GART, ~~09.06.06~~, 22.01.2010

Die Anlage 19 unterliegt folgenden Änderungen/Ergänzungen:

Ergänzungen

- Anhang 19.1: Stellungnahme Smolczyk & Partner GmbH, Stuttgart vom 22.05.2009
- Anhang 19.2: Stellungnahme Smolczyk & Partner GmbH, Stuttgart vom 25.06.2009

Nur zur Information



ANHANG 19.1

9762 Stuttgart 21, PFA 1.5

S-Bahn-Anbindung Tunnel Mittnachtstraße bis Hauptbahnhof

Herstellung von Vorabmaßnahmen in Deckelbauweise

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit E-Mail vom 22.05.09 hatten wir im Zusammenhang mit den erdstatischen Untersuchungen der geplanten und in den uns vorliegenden Plänen dargestellten Flachgründung des Tunnels Angaben zu Bettungsmoduln und zu erforderlichen Bodenaustausch- und Baugrundverbesserungsmaßnahmen mitgeteilt.

Mit E-Mail vom 09.06.09 wurden wir nun gebeten, für die Bereiche von Vorabmaßnahmen, die in Deckelbauweise hergestellt werden sollen, Angaben zur Tragverhalten der geplanten Bohrspfähle mitzuteilen.

Nach den Ausführungen im E-Mail vom Generalplaner erstreckt sich der Bereich der Vorabmaßnahmen von km -0.4-97 bis km -0.5-27 und km -0.5-60 bis km -0.7-65. Diese sind wie folgt in entsprechende Abschnitte mit unterschiedlicher Anzahl von Unterstützungsreihen und daraus resultierenden vertikal gerichteten Linienlasten aufgeteilt:

km -0.4-97 bis km -0.5-27:

2 Unterstützungsreihen, Deckel als Einfeldträger,

Vertikallast annähernd konstant 500 kN/m

km -0.5-60 bis km -0.6-30:

2 Unterstützungsreihen, Deckel als Einfeldträger,

Vertikallasten von 500 kN/m bis auf 650 kN/m ansteigend

(Aufweitung des Deckelbereiches)

km -0.6-30 bis km -0.7-65:

4 Unterstützungsreihen, Deckel als Durchlaufträger über drei Felder,

Vertikallasten von 950 kN/m bis auf 600 kN/m abfallend

(innere Unterstützungsreihen maßgebend)

Nur zur Information



Für die Beurteilung der Abtragung der Vertikallasten über die geplanten Bohrpfähle sind aus den Ergebnissen der Baugrunderkundung folgende Unterlagen zu berücksichtigen:

- Baugrundtechnischer Geländeschnitt i.M. 1:1000/200 (Anlage 3.1 unseres Vorgutachtens vom 26.04.04), worin die stratigraphische Feingliederung der quartären Deckschichten ersichtlich ist.
- Höhenlage der Oberfläche des Gipskeupers i.M. 1:1000 (Anlage 3.2 unseres Vorgutachtens vom 26.04.04).
- Ingenieur- und hydrogeologische Längsschnitte für die Achsen 331 und 332 i.M. 1:5000/500, Anlage 1.3.3, Blatt 5 und 6 (in Teil 1 der geologischen, hydrogeologischen, geotechnischen und wasser wirtschaftlichen Stellungnahme, ARGE WUG, Dezember 2005), worin die stratigraphische Feingliederung des Gipskeupers und die Grundwasserverhältnisse ersichtlich sind.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind für die Bohrpfahlgründung folgende Nebenbestimmungen im Planfeststellungsbeschluss vom 13.10.2006 zu beachten:

- gemäß Abschnitt 7.1.3 Beschränkung der Eingriffstiefe sind punktuelle Aufschlüsse (z.B. Tiefgründungen mittels Bohrpfählen) innerhalb der Innenzone des rechtskräftigen Heilquellenschutzgebietes maximal auf die Oberfläche der Grundgipsschichten (km1GG) zu begrenzen.
- gemäß Abschnitt 7.1.15.1.2 Baugrubenverbau sind Baugrubenumschließungen bis zum Grundwasserbemessungsspiegel wasserdurchlässig auszubilden. Entsprechendes gilt für aufgelöste Bohrpfahlwände, deren Schaftabstand < 10 cm beträgt. Pro Quadratmeter Verbaufäche muss die Durchlässigkeit mindestens 5 % betragen.

Da die Bohrpfähle gleichzeitig der Baugrubensicherung dienen, ist je nach geplantem Abstand der Bohrpfähle auch diese Nebenbestimmung zu beachten.

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und Randbedingungen ergibt sich für die Lastabtragung über Bohrpfähle folgende Situation:

km -0.4-97 bis km -0.5-27:

Unter der geplanten Baugrubensohle verbleiben mit einer Restmächtigkeit von knapp 1,5 m Talablagerungen. Darunter folgt knapp 3 m bis rund 5 m mächtiger Travertin, dem Fließerde und Sauerwasserablagerungen untergelagert sind. Die Gipskeuperoberfläche (Grundgipsschichten, km1GG) ist den Erkundungen zufolge zwischen 12 m und 12,5 m unter Baugrubensohle zu erwarten.

km -0.5-60 bis km -0.6-30:

In diesem Streckenabschnitt verbleiben im Südwesten noch rund 1 m Talablagerungen unter der Baugrubensohle. Darunter folgen in einer Mächtigkeit von knapp 10 m Fließerde und Sauerwasserablagerung, bis in rund 11 m Tiefe unter der Baugrubensohle die Grundgipsschichten des Gipskeupers anstehen. Die Gipskeuperoberfläche steigt dann nach Nordosten ab etwa km -0.6 relativ steil bis in die Baugrubensohle an, wobei hier die Schichten des Bochinger Horizontes (km1BB) angeschnitten werden. Die wasserwirtschaftlich bedeutsamen Grundgipsschichten (km1GG) sind am Ende des Streckenabschnittes etwas mehr als 3 m unter Baugrubensohle zu erwarten.

km -0.6-30 bis km -0.7-65:

Bis rund km -0.7 schneidet hier die Baugrubensohle in die Schichten des Bochinger Horizontes (km1BB) ein, wobei die Oberfläche der Grundgipsschichten (km1GG) bis knapp 0,5 m unter die Baugrubensohle ansteigt. In Richtung Nordwesten wird dann eine Quartärrinne angeschnitten, bestehend aus Talablagerungen über Wanderschutt. Die Oberfläche der Grundgipsschichten fällt dabei bis etwas mehr als 4 m unter die Baugrubensohle ab und steigt zum Ende des Streckenabschnitts wieder auf rund 2 m unter die Baugrubensohle an.

Mindesteingriffstiefe von Bohrpfählen

Eine konkrete Definition, ab welcher Länge ein stabförmiges in den Baugrund und eingebrachtes Element als Pfahl bezeichnet wird, gibt es nicht. Nach DIN 4014:1990-03 (Bohrpfähle) können die darin genannten Pfahltragfähigkeiten zugrunde gelegt werden. Wenn die Mindestpfahllänge im Baugrund 5 m beträgt und die Pfähle mindestens 2,5 m in eine tragfähige Schicht einbinden. In DIN 4128:1983-04 (Verpresspfähle mit kleinem Durchmesser) muss die Krafteinleitungslänge in ausreichend tragfähigem Baugrund liegen und soll mindestens 3 m betragen. Legt man als Mindestmaß 3 m Einbindetiefe unter die Baugrubensohle zugrunde, zeigt sich gemäß den obigen Ausführungen unabhängig von der Pfahldimensionierung, dass in Teilbereichen ein Eingriff der Pfähle in die Grundgipsschichten erfolgen wird und somit hier die geplante Deckelbauweise einer über den PF-Beschluss hinausreichenden Ausnahmegenehmigung bedarf.

Angaben zu Pfahltragfähigkeiten

Im Hinblick auf eine Lastabtragung im Gipskeuper zeigen die Ergebnisse uns vorliegender

Probelastungen, dass die Grenzmantelreibung bereits bei kleinen Setzungen mobilisiert wird, ein nennenswerter Pfahlsitzendruck aber erst nach relativ großen Verschiebungen aktiviert werden kann. Dies ist charakteristisch für das Tragverhalten von Pfählen in bindigen Böden. Wir empfehlen daher, die Bohrpfähle als reine Mantelreibungspfähle zu dimensionieren

und auf den Ansatz von Sitzendruck zu verzichten, es sei denn, dass bei einer Lasteintragung im Gipskeuper Pfahlfußverpressungen durchgeführt werden, die dort einen verformungsarmen Kraftschluss sicherstellen und dann einen zulässigen Sitzendruck in der nachfolgend genannten Größenordnung erwarten lassen.

Im Hinblick auf die erforderliche Begrenzung der Eingriffe in die Grundgipsschichten ist es zweckmäßig, mit Hilfe von Mantelverpressungen die Pfahltragfähigkeit zu erhöhen. Dabei gehen wir von einem Lastzuwachs von ca. 30 % bis 40 % im Vergleich zu nicht verpressten Pfählen aus. Dem entsprechend kann bei der Bemessung der Pfähle in Ergänzung zu den in unserer E-Mail vom 22.05.09 genannten Werten von folgenden Ansätzen ausgegangen werden, wobei diese erst unterhalb einer Einbindetiefe von 1,5_m unter der Baugrubensohle angesetzt werden können:

- Talablagerungen im Bereich der Quartärrinne bei etwa km -0.74:
zulässige Mantelreibung = 20_kN/m²
- Wandschutt im Bereich der Quartärrinne bei etwa km -0.74:
zulässige Mantelreibung = 35_kN/m²
- Travertin zwischen km -0.497 und km -0.527
zulässige Mantelreibung = 35_kN/m²
- Fließerde und Sauerwasserablagerungen zwischen km -0.497 und km -0.630
zulässige Mantelreibung = 20_kN/m²
- Gipskeuper mindestens halbfester bis fester Konsistenz
zulässige Mantelreibung = 100_kN/m²
sowie bei Pfahlfußverpressung
zulässiger Sitzendruck = 1000 kN/m² bzw. 750 kN/m² für den Fall, dass der Pfahl auf der Gipskeuperoberfläche endet.



Wir empfehlen in jedem Fall, das Tragverhalten durch Pfahlprobelastungen nachzuweisen, wodurch auch eine technische und wirtschaftliche Optimierung erzielt werden kann. Zum zulässigen Abstand von Einzelpfählen bzw. zur Reduzierung der Pfahllasten bei engen Abständen der Bohrpfähle gilt folgende Regelung: Bis zu Abständen der Pfahlachsen von 3 x D (D = Pfahldurchmesser) müssen keine Abminderungen vorgenommen werden. Bei

einer tangierenden Pfahlwand (Abstand $1 \times D$) reduzieren sich die anteiligen Mantelflächen auf das Maß $2/\Phi = 0,64$ und der Spitzendruck ist nach DIN 4014, Tabelle 6, auf 60 % abzumindern.

Wir empfehlen, folgende Abminderungsfaktoren für die Gesamttragfähigkeit in Abhängigkeit der Pfahlabstände zu verwenden:

Achsabstand in einer Pfahlreihe	$1,0 \cdot D$	$1,5 \cdot D$	$2,0 \cdot D$	$2,5 \cdot D$	$3,0 \cdot D$
Abminderungsfaktor	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Bei der Anordnung und Dimensionierung der Pfahllängen ist darauf zu achten, dass dort, wo unvermeidlich, der Eingriff in die Grundgipsschichten minimiert wird und auf keinen Fall in den Lettenkeuper eingegriffen wird. Vorbehaltlich der Abstimmung und Genehmigung durch die Fachbehörden sollte aus unserer Sicht ein Mindestabstand zur Lettenkeuperoberfläche von > 2 m eingehalten werden.

Freundliche Grüesse

i.V. Dr. Berthold Rilling

Smoltczyk & Partner GmbH



ANHANG 19.2

9762 Stuttgart 21, PFA 1.5

S-Bahn-Anbindung Tunnel Mitternachtstraße bis Hauptbahnhof

Berücksichtigung der Lastausbreitung im Bereich von Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Schottersäulen

Sehr geehrte Damen und Herren,

mit E-Mail vom 22.05.09 hatten wir im Zusammenhang mit den Angaben zu Bettungsmoduln für Teilbereiche des Tunnels die Erfordernis von Baugrundverbesserungsmaßnahmen mit Hilfe von Schottersäulen mitgeteilt. Mit dem Planer wurde daraufhin telefonisch über die Anordnung von Schottersäulen am Rand des Tunnels im Zusammenhang mit der erforderlichen Berücksichtigung der Lastausbreitung diskutiert. Die Ergebnisse und die von uns ausgesprochenen Empfehlungen fassen wir nachfolgend zusammen.

In der Regel ist bei der Anordnung von Schottersäulen ein Lastausbreitungswinkel von 45° bis in etwa eine Tiefe entsprechend der halben Säulenlänge zu berücksichtigen. Dadurch wird es im vorliegenden Fall bei einer Arbeitsraumbreite von 1 m theoretisch erforderlich, Schottersäulen hinter dem Baugrubenverbau anzuordnen. Dies bedingt einen erheblichen technischen und wirtschaftlichen Mehraufwand, zumal sich hinter dem Baugrubenverbau Gleisanlagen befinden. Wir haben daher vorgeschlagen, in den betreffenden Streckenabschnitten bei der Bemessung des Tunnelrahmens auf die Berücksichtigung der Lastausbreitung unterhalb der Tunnelplatten, d.h. die Mitwirkung des neben der Platte anstehenden Baugrunds zu verzichten, so dass die gemäß unserer E-Mail vom 22.05.09 mögliche Erhöhung des Bettungsmoduls am Plattenrand nicht angesetzt werden kann.

Mit dieser bei der Tunnelbemessung zu berücksichtigenden Randbedingung können dann die Schottersäulen innerhalb der verbauten Baugrube angeordnet werden. Die konkrete Anordnung der Schottersäulen ist im Zuge der Ausführungsstatik im Rahmen des geotechnischen Entwurfs zu ermitteln.

Freundliche Grüesse

i.V. Dr. Berthold Rilling

Smoltczyk & Partner GmbH



zur Information