



PROFESSOR DR.-ING. W. WITTKÉ
Beratende Ingenieure für
GRUNDBAU UND FELSBAU GmbH

Nur zur Information

Henricistr. 50
52072 Aachen
Telefon: 02 41 - 8 89 87-0
Telefax: 02 41 - 8 89 87-33

Willy-Brandt-Str. 50 + 54
70173 Stuttgart
Telefon: 07 11 - 22 29 65-40
Telefax: 07 11 - 22 29 65-55

e-mail: wbi@wbionline.de
Internet: www.wbionline.de

WBI GmbH, Henricistr. 50, 52072 Aachen, Deutschland

DB ProjektBau GmbH
Großprojekt Stuttgart 21
- Wendlingen-Ulm
Räpplenstraße 17

70191 Stuttgart

Aachen, 22.06.11
Wi-Zü-wi

Stuttgart 21 – PFA 1.2/1.5/1.6 – Grundwassermanagement

Bewertung der Ergebnisse der Prognoseberechnungen mit dem instationären Grundwassermodell im Hinblick auf die Beweissicherungsgrenzen

1. Veranlassung

In Vorbereitung der Bauausführung hat die DB ProjektBau ein instationäres Grundwasserströmungsmodell für den Stuttgarter Talkessel erarbeiten lassen, welches baubegleitend zur Überwachung des Grundwassermanagements dienen soll. Die mit diesem Modell durchgeführten Prognoseberechnungen ergeben im Vergleich zum stationären Grundwasserströmungsmodell, auf welchem die PF-Unterlagen basieren, bereichsweise Abweichungen hinsichtlich der Wasserandrangsraten und der Reichweite der Grundwasserabsenkungen. WBI wurde damit beauftragt zu prüfen, ob auf Basis der Ergebnisse der instationären Berechnungen im Bereich der bergmännischen Tunnelstrecken eine Anpassung der Beweissicherungsgrenzen erforderlich wird.

2. Einfluss von Grundwasserabsenkungen auf die vortriebsbedingten Verformungen

Bei einer Grundwasserabsenkung ergeben sich aus dem Auftriebsverlust der entwässerten Schichten Zusatzbelastungen, welche zu einer Zusammendrückung der darunter liegenden Baugrundsichten und damit zu Senkungen an der GOF führen können. Die Größe der Senkungen ist abhängig von der Absenktiefe sowie vom E-Modul und der Dicke der maßgebenden Schichten. Im Fels (unausgelaugter Gipskeuper) ist die Verformbarkeit

Geschäftsführer: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. W. Wittke,
Dr.-Ing. C. Erichsen, Bauass. Dr.-Ing. B. Wittke-Schmitt, Dr.-Ing. M. Wittke
Commerzbank Aachen 02 07 84 91 00, BLZ 390 800 05
IBAN: DE95 3908 0005 0207 8491 00; BIC: COBADEFF390
Deutsche Bank Aachen 1 05 84 45, BLZ 390 700 20
IBAN: DE13 3907 0020 0105 8445 00; BIC: DEUTDE3309

Registergericht Aachen, HRB 2309
USt-IdNr. DE121687772

20110622-Stellungnahme Grundwassermanagement.docx
2011-06-22

generell so gering, dass Grundwasserabsenkungen praktisch zu keinen Verformungen führen. Im Gegensatz dazu können sich weiche quartäre Deckschichten sehr stark verformen und Senkungen in der Größenordnung von mehreren cm bis dm hervorrufen.

Der ausgelaugte Gipskeuper ist mit einem E-Modul von 100 – 150 MPa vergleichsweise wenig zusammendrückbar. Absenkbeträge des Grundwassers von ca. 10 m führen bei einer Dicke der zusammendrückbaren Schicht zwischen 10 und 20 m beispielsweise zu Senkungen in der Größenordnung von lediglich 1 cm. Die Senkungsmulde ist dabei entsprechend der Reichweite der Absenkung relativ flach ausgebildet und bedingt allenfalls Schiefstellungen von weniger als 1:5000. Derartige Verformungen führen nicht zu Gebäudeschäden. Für die Festlegung der Beweissicherungsgrenzen sind dementsprechend in erster Linie die aus dem Ausbruch des Tunnels resultierenden Verformungen maßgeblich, welche bei oberflächennahen Tunneln deutlich größer sein und eine vergleichsweise steile Senkungsmulde zur Folge haben können.

3. Bewertung der Ergebnisse der instationären Grundwassermodellrechnungen

3.1 PFA 1.2 - Fildertunnel

Im Anfahrbereich des Fildertunnels wird das Grundwasser im ausgelaugten Gipskeuper um 9 m abgesenkt. Nach den Grundwassermodellberechnungen treten Absenkbeträge von 5 m bis zu Entfernungen von 80 m neben den Tunneln auf. Die Reichweite des Absenktrichters beträgt maximal 300 m.

Die Beweissicherungsgrenzen wurden von WBI für den Tunnelabschnitt im ausgelaugten Gipskeuper 50 m seitlich der Tunnelröhren und 30 m seitlich der Rettungszufahrt vorgeschlagen. Die prognostizierte Grundwasserabsenkung reicht über diese Grenzen hinaus. Außerhalb der Beweissicherungsgrenzen sind daraus jedoch allenfalls noch vergleichsweise geringe Setzungen in der Größenordnung von 3 – 6 mm zu erwarten, welche bis zum Rand des Absenktrichters allmählich abklingen. Schiefstellungen oder Senkungsunterschiede in für die Bebauung bedeutsamer Größenordnung sind daraus nicht zu erwarten. Die quartären Deckschichten sind von der Grundwasserabsenkung nicht betroffen. Somit können die bisherigen Beweissicherungsgrenzen unverändert beibehalten werden.

3.2 PFA 1.5 – Fernbahntunnel nach Feuerbach sowie Fern- und S-Bahntunnel nach Bad Cannstatt

Im Bereich des Fernbahntunnels nach Feuerbach ist die Grundwasserabsenkung in den wasserführenden Schichten des ausgelaugten Gipskeupers vorgesehen, wobei Absenktiefen bis zu 20 m erforderlich werden können. Gleiches gilt auch für den Tunnel Richtung Bad Cannstatt im Abschnitt bis zum Rosensteinpark. Beim S-Bahntunnel ist die erforderli-

che Absenkung im Bereich vor und nach der Kreuzung mit dem Fernbahntunnel mit ca. 8 m deutlich geringer.

In den Tunnelabschnitten im unausgelaugten und teilweise ausgelaugten Gipskeuper unter dem Killesberg wird voraussichtlich nur wenig Wasser angetroffen. Der Vortrieb führt hier lediglich zu einer Entspannung des an durchlässigere Schichten oder ausgelaugte Zonen grenzenden Grundwassers.

In den nachfolgenden Abschnitten zwischen dem Killesberg und dem Nordbahnhof bildet sich nach den instationären Grundwassermodellberechnungen ein sehr weitreichender Absenktrichter aus. Absenkbeträge von 10 m können noch ca. 120 m seitlich der Tunnel, sowie Absenkbeträge von 5 m in Abständen von maximal 250 m auftreten. Die Reichweite des Absenktrichters wird mit maximal 500 m prognostiziert.

Für die Beweissicherung wurden von WBI über die gesamten Tunnellängen Grenzen mit konstantem Abstand von ca. 50 m zu den Tunneln empfohlen. Im Bereich des Killesbergs ist im unausgelaugten und teilweise ausgelaugten Gipskeuper eine großflächige Absenkung, die infolge Auftriebsverlust zu bedeutsamen Senkungen an der GOF führt, nicht wahrscheinlich. Im nachfolgenden Abschnitt bis zum Nordbahnhof ist infolge Auftriebsverlust mit Senkungen in der Größenordnung von 5 – 8 mm zu rechnen. Diese dürften sich jedoch wegen des großräumigen Absenktrichters annähernd gleichmäßig ausbilden und zu den Rändern hin nur allmählich abnehmen. Die quartären Deckschichten sind von der Grundwasserabsenkung nicht betroffen. Für die Festlegung der Beweissicherungsgrenzen bleiben somit die vortriebsbedingten Verformungen maßgeblich. An den bisherigen Beweissicherungsgrenzen kann dementsprechend festgehalten werden.

Die abdichtende Wirkung der im Bereich der Tunnelröhren vorgesehenen Injektionen wurde in den Grundwassermodellberechnungen nicht berücksichtigt. Diese führt im Vergleich zu den Rechenergebnissen vermutlich zu einer Verringerung der Entnahmemengen und Absenktiefen.

3.3 PFA 1.6a – Fernbahntunnel nach Ober- und Untertürkheim

Der Fernbahntunnel Richtung Neckartal durchörtert im Bereich des Gablenbergs ausschließlich unausgelaugten Gipskeuper. Auch im Neckartal kommen die Tunnelröhren überwiegend im unausgelaugten Gipskeuper zu liegen, welcher jedoch in größerem Umfang mürbe Zonen enthält. Westlich des Neckars werden örtlich die wasserführenden Schichten des ausgelaugten Gipskeupers angeschnitten. Östlich des Neckars tauchen die Tunnelröhren im Bereich des Übergangs zur offenen Bauweise in die wasserführenden Schichten des Gipskeupers ein.

Die Grundwassermodellberechnungen zeigen im Bereich des Gablenbergs einen Druckabbau im Grundwasser entlang des Anstichs der gipsführenden Schichten. Da der Tunnel im nahezu dichten Gebirge verläuft und kein Grundwasser entnommen wird, bildet die instationäre Prognoserechnung die tatsächlichen Verhältnisse hier nicht korrekt ab. Senkungen an der GOF infolge Grundwasserabsenkung wie auch infolge vortriebsbedingter Verformungen sind unter dem Gablenberg nicht zu erwarten. Somit kann hier entsprechend der bisherigen Sichtweise auf eine Beweissicherung verzichtet werden.

Im Bereich des Neckartals wurden von WBI die Beweissicherungsgrenzen westlich des Neckars bei größerer Tiefenlage 50 m seitlich der Tunnelröhren und östlich des Neckars bei geringerer Tiefenlage 30 m seitlich der Tunnelröhren empfohlen. Aus den instationären Grundwassermodellberechnungen ergeben sich hier Absenktrichter mit Absenkbeträgen von 10 m bis ca. 70 m seitlich der Tunnel sowie mit Absenkbeträgen von 5 m bis ca. 100 m seitlich der Tunnel.

Angesichts der Überlagerung des ausgelaugten Gipskeupers mit den stark wasserführenden Neckarkiesen sind derartige Reichweiten nach unseren Erfahrungen eher unwahrscheinlich. Durch Verlust des Auftriebs bedingte Senkungen in bedeutsamer Größenordnung sind hier außerhalb der Beweissicherungsgrenzen daher nicht zu erwarten. Dementsprechend kann an den bisherigen Beweissicherungsgrenzen festgehalten werden.

4. Zusammenfassung

Im Bereich der bergmännischen Tunnelstrecken sind die vergleichsweise weichen quartären Deckschichten nicht von den Grundwasserabsenkungen betroffen. Die Grundwasserabsenkung beschränkt sich stets auf die deutlich weniger zusammendrückbaren Schichten des ausgelaugten Gipskeupers. Hier reichen nach den instationären Grundwassermodellberechnungen die Absenktrichter über die vorgeschlagenen Beweissicherungsgrenzen hinaus. Aus der Grundwasserabsenkung resultierende Senkungen infolge Auftriebsverlust können hier noch eine Größenordnung von 5 – 8 mm erreichen. Gebäudeschäden sind daraus jedoch nicht zu erwarten, da Schiefstellungen und kleinräumigen Senkungsunterschiede wegen der flachen Absenktrichter unwahrscheinlich sind. Für die Festlegung der Beweissicherungsgrenzen sind somit vorrangig die aus dem Vortrieb zu erwartenden Verformungen maßgeblich. Die bisherigen Beweissicherungsgrenzen können somit beibehalten werden.

Aachen, 22.06.2011

gez. Wittke

Prof. Dr.-Ing. W. Wittke