

Niedersächsische Landesbehörde  
für Straßenbau und Verkehr  
Zentraler Geschäftsbereich 3  
Projektgruppe Sonderaufgaben  
Göttinger Chaussee 76a  
30453 Hannover

Schnack Ingenieurgesellschaft  
mbH & Co. KG  
Güntherstraße 47  
30519 Hannover

Tel: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 0  
Fax: +49 (0) 511 / 98 48 96 - 33  
info@schnack-geotechnik.de  
www.schnack-geotechnik.de

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. Wilfried Schnack  
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Klüschen  
Dipl.-Ing. Joost Hebestreidt

Beratende Ingenieure VBI  
Ingenieurkammer Niedersachsen  
Sachverständige im Bauwesen

## **B3 SSW Ausbau des Südschnellweges in Hannover**

### **Neubau Tunnelbauwerk von km 2+320 bis km 3+400**

## **Geotechnischer Bericht**

### **Empfehlung zum Ansatz von Bemessungswasserständen und zur Begrenzung von Wasserständen durch eine Dränage auf der Grundlage hydrogeologischer Modellberechnungen**

Hannover, den 14.10.2019  
Heb

<b><u>Inhalt</u></b>	<b>Seite</b>
<b>1. Vorgang.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Unterlagen .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Ergebnisse der hydrogeologischen Modellberechnungen .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Empfehlung zum Ansatz von Bemessungswasserständen.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Einflüsse von Grundwasserstandsänderungen .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Planung einer Dränage zur Begrenzung der Grundwasserstände</b>	<b>9</b>
<b>7. Abschließende Stellungnahme.....</b>	<b>10</b>

## 1. Vorgang

Die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr plant den Ausbau des Südschnellweges in Hannover. Im Zuge des Ausbaus sollen die Brücke über die Schützenallee und die Brücke über die Hildesheimer Straße durch ein Tunnelbauwerk ersetzt werden.

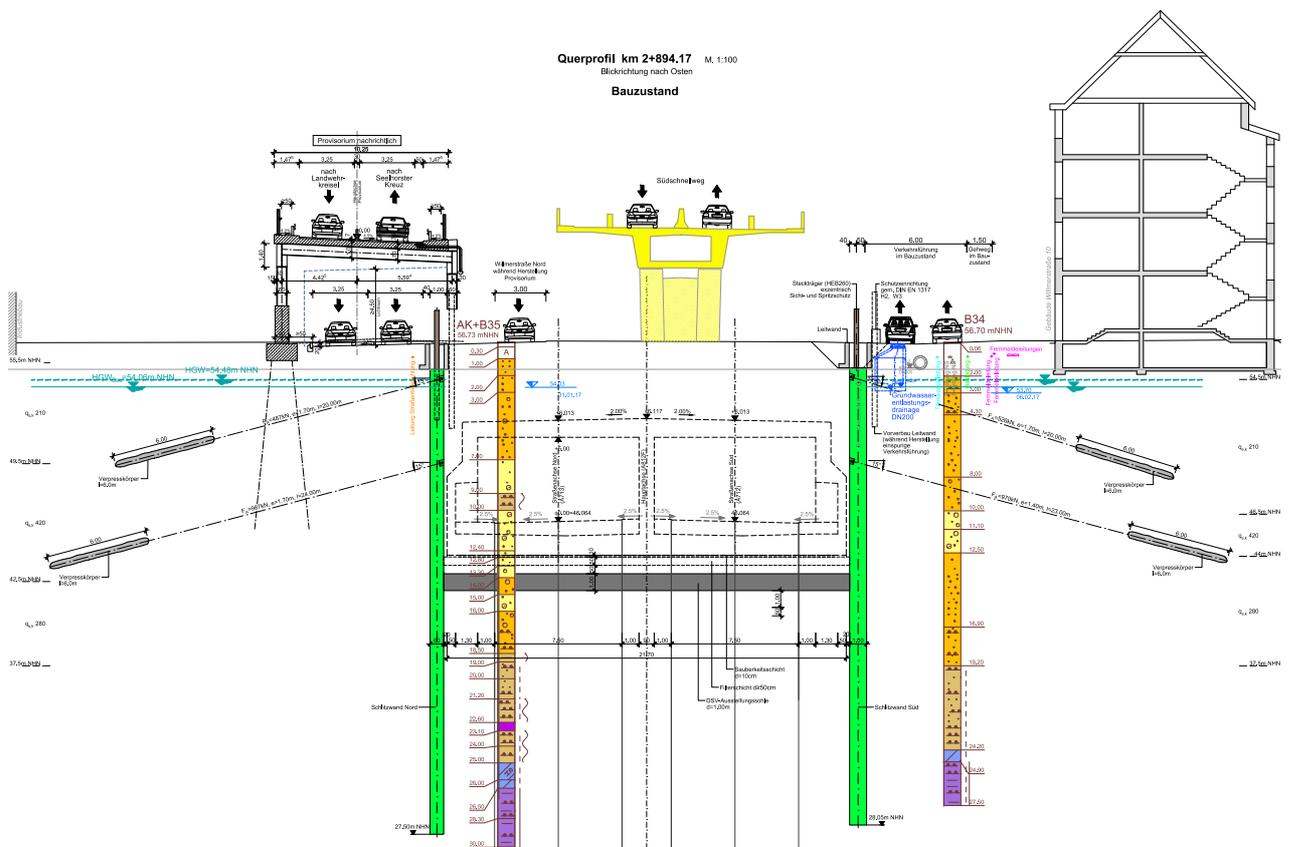
Mit dem Tunnelbauwerk und seinen Bauhilfsmaßnahmen erfolgt ein Eingriff ins Grundwasser. Der Tunnel und seine Baugruben müssen annähernd wasserdicht (Grundwasser schonend) und mit ausreichender Sicherheit gegen Aufschwimmen erstellt werden. Geplant ist eine Erstellung in 10 Baudocks (Baugruben).

Vorgesehen sind Baugruben mit vertikalen Verbauten überwiegend aus rückverankerten Schlitzwänden; im Bereich der Hildesheimer Straße aus technischen und betrieblichen Gründen auch aus rückverankerten überschnittenen Bohrpfehlwänden. Während die horizontale Abdichtung bei den Baudocks 1 - 3 (Bau-km 2+308 bis 2+618,00) und 8 bis 10 (Bau-km 3+127,15 bis 3+417,00) durch eine rückverankerte Unterwasserbetonsohle erfolgen soll, ist bei den Baudocks 4 - 7 (Bau-km 2+618,00 bis 3+127,15) eine vertiefte Ausführung der Schlitzwände mit Einbindung in den annähernd wasserdichten Kreideton geplant.

Der Tunnel soll als geschlossener Stahlbetonrahmen mit Mittelwand ausgeführt werden, im Ein- und Ausfahrtsbereich sind Anschlüsse in Trogbauweise vorgesehen.

Das nachfolgende Bild zeigt einen beispielhaften Querschnitt bei Bau-km 2+894,17 im Bauzustand mit

- Baugrubenverbau (hier: 2fach rückverankerte, an der Baugrubensohle ausgesteifte Schlitzwand mit Einbindung in den Kreideton),
- Nachbarbebauung (prov. Brücke, Wohngebäude Willmerstraße, Leitungen und Dränage),
- Tunnelquerschnitt (gestrichelt) und
- abzubrechender Brücke (gelb).



Für das Bauvorhaben wurden, u.a. auf der Grundlage numerischer hydrogeologischer Modellberechnungen, aufgestellt durch die GeoDienste GmbH, in unseren Berichten "Ingenieurgeologisches Streckengutachten" zur Gesamtbaumaßnahme vom 05.07.2017 sowie "Generelle Beurteilung der Gründung" zum Tunnelbauwerk vom 23.11.2017, Angaben zu höchsten Grundwasserständen und zu Bemessungswasserständen für das Tunnelbauwerk und die Baugruben gemacht. Dabei wurde von Grundwasserhältnissen ausgegangen, die durch das überschüttete, überströmte und unterströmte Bauwerk (Endzustand) bzw. die ausschließlich unterströmten Baugruben (Bauzustand) beeinflusst werden.

In den hydrogeologischen Modellberechnungen wurde festgestellt, dass der Tunnel und seine Baugrubenkonstruktionen einen Aufstau des Grundwassers auf der Südseite des Tunnels sowie einen Absenk auf der Nordseite bewirken. Da der Aufstau auf der Südseite zu Kellervernässungen führen kann, wurde zwischenzeitlich in die Planung aufgenommen, die Grundwasserstände auf der Anstromseite (Südseite) der Baugruben und des Tunnels durch eine Drainage zu begrenzen. Eine technisch aufwendige Überströmung (Rückbau

von Verbauwänden) würde demgegenüber nur eine unzureichende Aufstauverringering ermöglichen.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der fortgeführten hydrogeologischen Erhebungen und Modellberechnungen werden im Folgenden die Grundlagen für die Ermittlung der maßgebenden Grundwasserstände, der Dimensionierung der Dränage und die Auswirkungen der Bauverfahren auf die Grundwasserstände aus geotechnischer Sicht beschrieben.

## **2. Unterlagen**

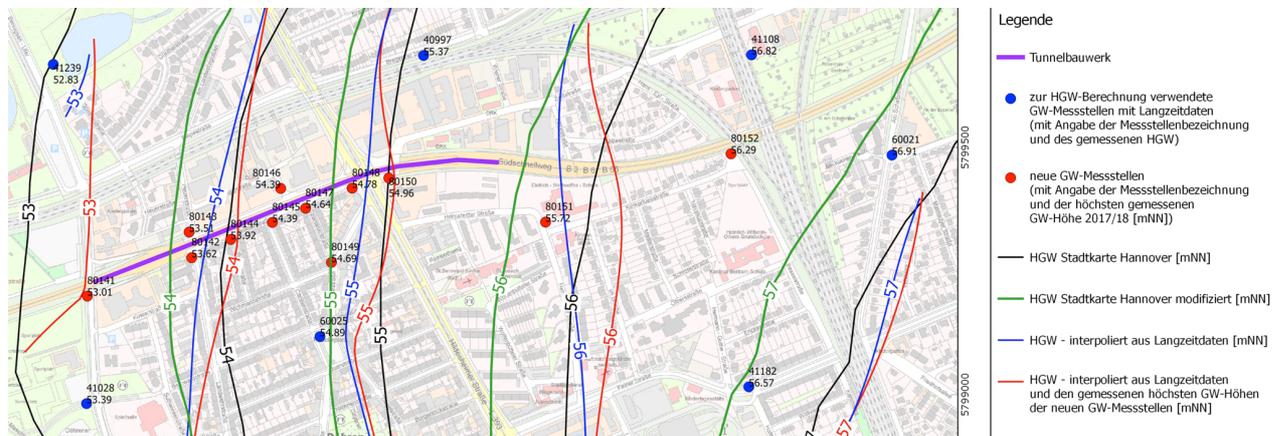
Der Ausarbeitung dieses Geotechnischen Berichtes liegen die folgenden Unterlagen zugrunde (chronologische Auflistung):

- [U1]** Ingenieurgeologisches Streckengutachten, Schnack Geotechnik, 05.07.2017
- [U2]** Generelle Beurteilung der Gründung, Schnack Geotechnik, 23.11.2017
- [U3]** Vorentwurf Baugrubenplanung, Unterlage 15.3, Blatt 3.1-3.4, Vorabzug, INGE, 24.07.2018
- [U4]** Bericht zur Erstellung eines numerischen Grundwasserströmungsmodells, GeoDienste, 20.03.2019
- [U5]** Bericht zur Ermittlung der anfallenden Dränagemenge, GeoDienste, 03.05.2019
- [U6]** Vorabzug Querprofil 2+894,17, INGE, 12.06.2019
- [U7]** Neuberechnung des höchsten zu erwartenden Grundwasserstandes entlang der geplanten Tunneltrasse, GeoDienste, 08.05.2019

## **3. Ergebnisse der hydrogeologischen Modellberechnungen**

Das zunächst allein mit Bestandsdaten aufgebaute hydrogeologische Modell wurde mit den Ergebnissen der Erkundungen im Bauflächenbereich verfeinert. Unter

Berücksichtigung unterschiedlicher Randbedingungen wurden unterschiedliche höchste Grundwasserstände ermittelt, die im nachfolgenden Bild als Isohypsen dargestellt sind.



Diese höchsten Grundwasserstände sind in [U7] mit  $HGW_{\text{Stadtkarte}}$  (schwarze Isohypsen),  $HGW_{\text{mod}}$  (grüne Isohypsen),  $HGW_{\text{Langzeit}}$  (blaue Isohypsen) und  $HGW_{2017/18}$  (rote Isohypsen) bezeichnet. Bezüglich der genauen Herleitung verweisen wir auf [U7].

Mit den höchsten Eingangsdaten ( $HGW_{\text{mod}}$ ) wurde für das Prognoseszenario Teilabsper-  
rung ohne Überströmung (Pkt. 4.5.2 und Anhang 9 in [U4]) des Tunnels ein Grundwasser-  
anstieg bis zu 40 cm südlich (maximal im Bereich Landwehrstraße) und ein maximaler  
Absenk bis zu 50 cm nördlich des Tunnels ermittelt. Die vorstehenden Werte zum Anstieg  
und Absenk beziehen sich jeweils auf das  $HGW_{\text{mod}}$ .

Außerdem wurde für [U5] ein Szenario mit Drainage bei Teilabsper-  
rung berechnet, die als linienförmige Entnahme auf der Südseite des Tunnels die Grund-  
wasserstände auf den bisherigen Status quo ( $HGW_{2017/18}$ ) begrenzt. Für diese Begrenzung  
ergibt sich bei stationärer Berechnung eine maximale Drainagemenge von 10 l/s. Da es  
sich beim höchsten Grundwasser jedoch um ein instationäres Phänomen (Anstieg bis zum  
höchsten Wert mit anschließendem Wiederabsinken) handelt, sollte das Dränagerohr zwar  
auf diesen Wert bemessen werden, es ist jedoch nur mit maximalen Wassermengen in der  
Größenordnung von 5 l/s zu rechnen. Dabei ist sowohl bzgl. Begrenzung der Wasser-  
stände als auch bzgl. der anfallenden Wassermengen von untergeordneter Bedeutung,  
dass im hydrogeologischen Modell mit einer Entnahme auf voller Tunnellänge gerechnet

wurde, die Dränage jedoch aufgrund der Gefahr eines durch ein Leinehochwasser bedingten Rückstaus (Überflutung der Schützenallee und damit Überlastung der Dränage und ihrer Einleitstellen möglich) ab Bau-km 2+650 in östliche Richtung durch ein Vollrohr ersetzt werden muss.

## 4. Bemessungswasserstände

### **Bemessungswasserstand $HGW_{\text{Endzustand}}$**

Das  $HGW_{\text{Mod}}$  weist mit dem aus Ganglinien ermittelten pauschalen Aufschlag (Überschreitung des  $HGW_{\text{Stadtkarte}}$  an einzelnen Messstellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten) östlich der Schützenallee  $HGW$  der Grundwasserkarte Hannover + 35 cm einen gängigen Sicherheitsaufschlag auf bisher (gleichzeitig) gemessene höchste Werte aus und ist deshalb zum Ansatz als Bemessungswasserstand für das Tunnelbauwerk im Endzustand geeignet. Westlich der Schützenallee kann das Gelände bei extremem Leinehochwasser überschwemmt und für das Tunnelbauwerk in diesem Bereich maßgebend werden, so dass das hundertjährige Leinehochwasser  $HW_{100} = +54,84$  mNHN in diesem Bereich als Bemessungswasserstand anzusetzen ist. Danach wird der Bemessungswasserstand  $HGW_{\text{Endzustand}}$  mit den folgenden Absoluthöhen an maßgebenden Stationen angegeben:

km 0+000 bis	km 2+600	+54,84 mNHN (höchstes Leinehochwasser)
	km 2+720	+54,00 mNHN
	km 3+080	+55,00 mNHN
	km 3+470	+56,00 mNHN
	km 3+800	+56,50 mNHN

Zwischen den vorgenannten Werten und Stationen ist das  $HGW_{\text{Endzustand}}$  durch lineare Interpolation zu ermitteln.

### **Bemessungswasserstand $NGW_{\text{Endzustand}}$**

Für den für die Tunnelbemessung ebenfalls relevanten minimalen Bemessungswasserstand  $NGW_{\text{Endzustand}}$  stehen die Ganglinien von 24 Grundwassermessstellen zur Verfügung, die jedoch zumeist nur einen stark eingeschränkten zeitlichen Messbereich mit Grundwasserschwankungen von 0,50 bis 1,50 m aufweisen. Die Grundwassermessstelle

30231 mit dem größten zeitlichen Messbereich (1970er Jahre bis heute) weist auch mit rd. 1,80 m die größte Schwankungsbreite auf. Aus dieser Schwankungsbreite, beaufschlagt um einen Sicherheitszuschlag von 20 cm, ergibt die Empfehlung, das niedrigste Grundwasser um  $\Delta h = 2,0$  m niedriger als das höchste Grundwasser  $HGW_{\text{mod}}$  anzusetzen.

Danach wird der Bemessungswasserstand  $NGW_{\text{Endzustand}}$  mit den folgenden Absoluthöhen an maßgebenden Stationen angegeben:

km 2+308 +51,00 mNHN  
km 2+720 +52,00 mNHN  
km 3+080 +53,00 mNHN  
km 3+470 +54,00 mNHN  
km 3+800 +54,50 mNHN

Zwischen den vorgenannten Werten und Stationen ist das NGW durch lineare Interpolation zu ermitteln.

In unserem Bericht "Generelle Beurteilung der Gründung" zum Tunnelbauwerk vom 23.11.2017 wurden Angaben zu höchsten Grundwasserständen und zu Bemessungswasserständen für das Tunnelbauwerk und die Baugruben gemacht. Diese berücksichtigen den zum Zeitpunkt der Erstellung der Generellen Gründungsbeurteilung gegebenen Planungsstand mit Unter- und Überströmung im Endzustand und ohne Dränage im Bau- und Endzustand.

#### **Bemessungswasserstand $HGW_{\text{Bauzustand}}$**

Mit einer Dränage bei Teilabspernung ohne Überströmung kann der Bemessungswasserstand im Bauzustand begrenzt werden (z.B. höchster zu erwartender Grundwasserstand ohne Aufstau infolge Tunnel). Westlich der Schützenallee ist weiterhin das höchste Leinehochwasser +54,84 mNHN anzusetzen.

#### **Bemessungswasserstand $HGW_{\text{Dränage}}$**

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei Bau und Betrieb der Dränage um einen genehmigungspflichtigen Eingriff handelt. Die Dränage muss zur sicheren Begrenzung der Grundwasserstände so ausgeführt werden, dass ein störungsfreier Betrieb und zugehörige Wartungsarbeiten uneingeschränkt möglich sind. Für die Begrenzung des

Grundwasserstandes auf den höchsten zu erwartenden Stand ohne Aufstau infolge Tunnel empfehlen wir die Anordnung der Dränage auf der Anstromseite (Südseite) mit Rohrachse auf Höhe des  $HGW_{2017/2018}$  (rote Isohypsen).

## **5. Einflüsse von Grundwasserstandsänderungen**

Der Aufstau des Grundwassers südlich des Tunnels wird bei Betrieb einer Dränage auf das  $HGW_{2017/2018}$  begrenzt, so dass keine zusätzlichen durch den Tunnel hervorgerufenen aufstaubedingten, negativen Einflüsse wie z.B. Kellervernässungen zu befürchten sind. Der mögliche Absink nördlich des Tunnels liegt mit maximal 5 Dezimetern innerhalb des natürlichen klimatischen / jahreszeitlichen Grundwasserschwankungsbereichs. Aus dem möglichen Absink sind aus geotechnischer Sicht keine negativen Auswirkungen, wie z.B. Setzungen, zu erwarten.

## **6. Planung einer Dränage zur Begrenzung der Grundwasserstände**

Die Planung der Dränage erfolgt durch den Entwurfsplaner auf der Grundlage des ermittelten Wasserandrangs zur Begrenzung der Grundwasserstände auf das  $HGW_{2017/2018}$  ( $Q_{\max} = 10 \text{ l/s}$  aus stationärer Berechnung ohne Berücksichtigung einer Überströmung). Aus Gründen der Wirksamkeit ist die Lage unmittelbar südlich der Tunnelbaugruben vorgegeben. Die Höhenlage der Dränage muss dem Grundwassergefälle folgen. Wir empfehlen zur Berücksichtigung von Sicherheitsreserven die Dränage als Vollsickerrohr und die Höhenlage der Rohrachse auf das  $HGW_{2017/2018}$  festzulegen.

Zur Vermeidung eines möglichen Rückstaus bei extremem Leinehochwasser ist die Dränageleitung in westlicher Richtung auf Bau-km 2+650 zu begrenzen bis zur Einleitstelle in westlicher Richtung als Vollrohr weiterzuführen. Aus der Begrenzung der Dränage sind

keine negativen Auswirkungen auf die Aufstauabgrenzung und den Wasserandrang zu erwarten.

Der erforderliche Durchmesser des Dränrohres ergibt sich aus der abzuführenden Wassermenge und dem Gefälle der Dränageleitung (hier: minimal ca. 2,5 ‰). Nach gängigen Bemessungsdiagrammen ist bei einem minimalen Gefälle von 2,5 ‰ für die Ableitung einer Wassermenge von 10 l/s ein Dränrohrdurchmesser  $D = 200$  mm ausreichend. Sicherheitsreserven bestehen durch die infolge instationärer Verhältnisse zu erwartenden deutlich geringeren Wassermengen ( $Q \cong 5$  l/s). Der Dränrohrdurchmesser ist im Zuge der Entwurfs- und Ausführungsplanung in Abhängigkeit vom gewählten Produkt nachzuweisen.

## 7. Abschließende Stellungnahme

Das  $HGW_{\text{Endzustand}}$  und das  $NGW_{\text{Endzustand}}$  wurden unter Berücksichtigung hydrogeologischer Recherchen und Berechnungen wie unter Pkt. 4 dieses Berichtes angegeben festgelegt.

Bei Einschnürung des Grundwasserleiters durch das Tunnelbauwerk und seine Baugruubenkonstruktionen ist ohne zusätzliche Maßnahmen südlich des Tunnels mit einem Anstieg des Grundwassers bis zu 40 cm zu rechnen. Bei Betrieb der empfohlenen Dränage wird der Grundwasserstand jedoch auf das  $HGW_{2017/2018}$  begrenzt und der Status quo auf der Südseite wiederhergestellt.

Der empfohlene Dränrohrdurchmesser  $D = 200$  mm hat bei einem minimalen Gefälle von 2,5 ‰ eine Ableitungskapazität  $> 10$  l/s und weist damit ausreichende Sicherheiten gegenüber der ermittelten maximal anfallenden Wassermenge auf.

Die empfohlene Anordnung und Dimensionierung der Dränage beinhaltet Sicherheitszuschläge, die z.T. auch Einflüsse aus langfristig ansteigenden Grundwasserständen und Extremwetterereignissen mit abdecken. Danach ist ein ausreichendes Sicherheitsniveau

gegeben und es bestehen gegen eine Fortschreibung der Planung mit den angegebenen Werten aus geotechnischer Sicht keine Bedenken.

J Hebestreidt

