

2. S-Bahn-Stammstrecke München

25. Planänderung

zum Planfeststellungsbeschluss PFA 1

Temporäre Einleitung von Grundwasser ins Kanalnetz im Bereich Hauptbahnhof (Probetrieb Entnahmebrunnen Hbf)

Konzept für den Probetrieb von Pump- und Lenzbrunnen Zentraler Aufgang (ZA)

Planfeststellungsabschnitt 1

Vorhabenträger:



DB Netz AG
Regionalbereich Süd
Richelstraße 1, 80634 München



DB Station & Service AG
Bahnhofsmanagement München
Bayerstraße 10a, 80335 München

München, den 23.01.2023
Erstellt im Auftrag der DB AG



DB Energie GmbH
Energieversorgung Süd
Richelstraße 3, 80634 München



DB Netz AG
Großprojekt 2. S-Bahn-Stammstrecke München
Arnulfstr. 27, 80335 München

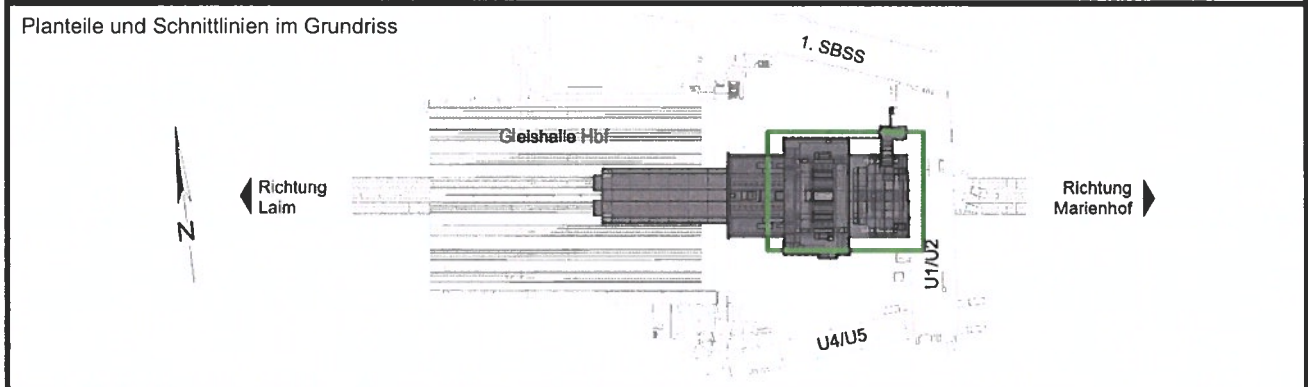
Bauherr DB Station & Service AG (I.SP-S-MÜ) Bahnhofsmanagement München Bayerstraße 10a, 80335 München	Bauherrenvertretung/ Projektleitung DB Netz AG (I.NI-S-M) Regionalbereich Süd Großprojekt 2. S-Bahn- Stammstrecke München Arnulfstraße 25-27, 80335 München	
---	---	---

Bautechnischer Prüfer gemäß VV BAU bzw. Planprüfer gemäß VV BAU STE	Eisenbahn-Bundesamt (EBA)
--	---------------------------


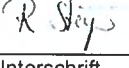

Projekt

2. S-Bahn-Stammstrecke München Tunnel und Haltepunkt Hauptbahnhof

Projekt-Nr.: E.1637250100




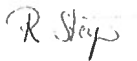
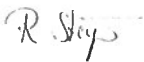
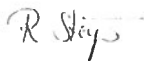
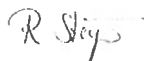
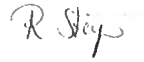
Planungsphase	Ausführungsplanung	Strecke	ML-MLEU			
Dokumenteninhalt	Konzept für den Probebetrieb von Pump- und Lenzbrunnen Zentraler Aufgang (ZA)	Streckennr.	5547	Bearbeitung		
Dokumentenart	Konzept	Stations-km	4,065	gez.	Stöger	01.02.21
Dokumentennummer	20_5_BGTxx_XXX_804_XX_KON_001_f	Bahnhofs-Nr.	4234	gepr.	Hochgürtel	01.02.21

Auftragnehmer: Boley Geotechnik GmbH Auenstraße 100 BOLEYGEOTECHNIK 80469 München <small>BERATENDE INGENIEURE</small> Hochgürtel Name: _____ Datum: 01.02.2021 Unterschrift: 	Bauvorlageberechtigter (BVB) gemäß VV Bau/VV BAU-STE Freigabe zur bautechnischen Prüfung Name: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____
Ersteller: Boley Geotechnik GmbH Auenstraße 100 BOLEYGEOTECHNIK 80469 München <small>BERATENDE INGENIEURE</small> Stöger Name: _____ Datum: 01.02.2021 Unterschrift: 	Freigabe der Ausführungsunterlagen gemäß Freigabeschreiben vom _____ Freigabe Nr.: _____ Name: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____
Gleichgestellt mit Prüfexemplaren: Name: _____ Datum: _____ Unterschrift: _____	Projektverantwortlicher als Vertreter der Eisenbahnen des Bundes (EdB)  Name: _____ Datum: 20.04.2022 Unterschrift: Anke Berger

Zusätzlich hinzugezogene Prüfer:

Stadtwerke München (SWM):

Technische Aufsichtsbehörde (TAB):

Index	Art der Änderung	Datum	Name	Unterschrift
a	Kapitel 5: Gleichstellungen und Ergänzungen zu den Absenckzielen	08.02.2021	Felber	
b	Gleichstellung Vorprüflauf: Einarbeitung Prüfanmerkungen aus dem Vorprüflauf. Siehe Anmerkungen und Hinweise zu den Prüfanmerkungen im Anhang des Qualitätsprüfberichts 20_5_BGTxx_XXX_804_XX_DQB_001_a	05.03.2021	Stöger	
c	Einarbeitung Kommentare ATH gemäß E-Mail DB vom 24.03.2021 (s. auch Anmerkungen im Qualitätsprüfbericht 20_5_BGTxx_XXX_804_XX_DQB_001_b)	29.03.2021	Stöger	
d	Anpassung und Einarbeitung Vorgaben gemäß E-Mail DB vom 10.01.2022 (Änderungen gegenüber Index c sind als Markups gekennzeichnet)	31.01.2022	Stöger	
e	Anpassung und Einarbeitung gemäß Prüfanmerkungen Redlinig ATH und DB (Änderungen gegenüber Index d sind blau markiert)	09.03.2022	Stöger	
f	Anpassung und Einarbeitung gemäß Prüfanmerkungen Redlinig ATH und DB (Änderungen gegenüber Index e sind blau markiert)	06.04.2022	Stöger	
g				

Boley Geotechnik GmbH | Auenstrasse 100 | 80469 München

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltung ZA
Probetrieb (VE 30)

Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen Zentraler Aufgang (ZA)

Stand: 06.04.2022

Erstellt im Auftrag von: DB Netz AG

Großprojekt 2. S-Bahn-
Stammstrecke München
Arnulfstraße 25-27
80335 München

DATUM

06.04.2022

BEARBEITER

Prof. Boley/Stöger/Hofstetter

TELEFON

089 - 30 90 87 7 - 0

E-MAIL

stammstrecke@boleygeotechnik.de

UNSER ZEICHEN

CB/RS/PH - 17095

Boley Geotechnik GmbH

Beratende und bauvorlageberechtigte
Ingenieure | Öffentlich bestellte und
vereidigte Sachverständige für Erd-,
Grund- und Felsbau | Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau | Gutachter für Erd-
und Grundbau, Felsbau, Geokunststoffe,
Tunnelbau beim Eisenbahn-Bundesamt
(EBA)

Auenstraße 100
80469 München

Tel +49 89 3090877-0 | **Fax** -99

Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley
Dr.-Ing. Claas Meier
Dr.-Ing. Lisa Wilfing

Standorte

München | Stuttgart | Salzburg

Registergericht

AG München | HRB 244291

www.boleygeotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Brunnen und Grundwassermessstellen.....	6
4	Ergebnisse bisheriger Pumpversuche	6
5	Ziele	8
6	Konzept für den Probetrieb in den Aquiferen TII, TIV und TV	11
6.1	Ablauf des Probetriebs der Pumpbrunnen in den Aquiferen TII, TIV und TV	11
6.2	Pumpendimensionierung	13
6.3	Durchführung Probetrieb	15
6.3.1	Absenkung – Phase 1.....	15
6.3.2	Simulation Brunnenausfall – Phase 2	15
6.3.3	Messung Wiederanstieg – Phase 3.....	16
6.4	Messkonzept.....	17
	Anlagenverzeichnis	19

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Zur Realisierung der Baumaßnahmen im Zuge der geplanten 2. S-Bahn-Stammstrecke sind am Haltepunkt Hauptbahnhof umfangreiche Bauwasserhaltungsmaßnahmen in den Aquiferen TII und TIV sowie Bauwasserhaltungsmaßnahmen im Aquifer TV vorgesehen. Für den Aushub der Baugrube und die Herstellung des Zentralen Aufgangs sind außerhalb der umschlossenen Baugrube sowie innerhalb der Baugrube Pump- und Lenzbrunnen sowie Grundwassermessstellen in den relevanten Aquiferen geplant bzw. bereits hergestellt.

Zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Brunnenanlage und der angenommenen Baugrundverhältnisse ist nach der Herstellung der Brunnen und Grundwassermessstellen ein Probebetrieb mit mehreren Pumpversuchen in den drei relevanten Aquiferen geplant, dessen Dauer insgesamt ca. 90 Tage betragen soll. Im Zuge der jeweiligen Probebetriebe soll überprüft werden, ob die statisch erforderlichen Absenkziele in den Aquiferen TII, TIV und TV gemäß Unterlagen [U1], [U3] und [U4] mit den geplanten Brunnen erreicht werden können oder ob gegebenenfalls die Herstellung zusätzlicher Brunnen erforderlich wird. Zusätzlich sollen im Zuge des Probebetriebs Grundlagendaten ermittelt werden, mit welchen die zu erwartenden Gesamtfördermengen und Reichweiten der jeweiligen Bauwasserhaltung am Hp Hauptbahnhof präziser prognostiziert werden können sowie mögliche Brunnenausfallsszenarien simuliert werden.

Die Handlungsanweisungen für die jeweiligen Pumpversuche sind in separaten Dokumenten mit den Anlagen A.2 und A.3 dem gegenständlichen Probebetriebskonzept beigelegt.

2 Verwendete Unterlagen

Dem gegenständlichen Konzept liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [U1]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Streckenabschnitt offene Bauweise West bis Marienhof inklusive Haltepunkt Hauptbahnhof, Geotechnischer Bericht, Zwischenbericht Stand 09.04.2020 – Fassung 3 – Index A
- [U2]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Probebrunnen Hauptbahnhof (VE 152a) und Probebrunnen Marienhof (VE 152), Brunnenherstellung und Ergebnisse der Pumpversuche, Geotechnischer Gesamtbericht, Stand 05.04.2019
- [U3]** Boley Geotechnik GmbH: Dok. Nr. 20_5_BGTxx_053_312_XX_DBN_001_b, Hp Hauptbahnhof, Ausführungsplanung, Geotechnische Nachweise zu den hydraulischen Einwirkungen auf die Baugrube des Zentralen Zugangsbauwerks im Bauzustand, Index b, in EPLASS, 14.09.2020
- [U4]** Boley Geotechnik GmbH: Dok. Nr. 20_5_BGTxx_XXX_804_XX_DOK_001_a, Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltungsmaßnahmen – Erforderliche Absenkziele für die Herstellung der Schlitzwandbaugrube ZA, Index a, in EPLASS, 05.03.2021
- [U5]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – Modellgestützte Prüfung der Erreichbarkeit der Absenkziele für den Haltepunkt Hauptbahnhof (ZA & WE) in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV, 23.02.2021
- [U6]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – im Detail: Berechnete Pegelwasserstände beim Probebetrieb von Pump- und Lenzbrunnen am Zentralen Aufgang in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV (analog Bauzustand 1), Planungsstand vom 02.02.2021, rev1. 10.02.2021
- [U7]** SSF Ingenieure AG: Plan Nr.: 20_3_SSFxx_XXX_312_XX_PAS_001_-d, 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Haltepunkt Hauptbahnhof, Ausführungsplanung Grundwasserhaltung, Übersichtslageplan, Arbeitsstand 29.09.2021
- [U8]** DB Netz AG: DB-ATH: 30.2: Überwachung von Bestandsbauwerken, E-Mail DB Netz AG, 19.02.2021
- [U9]** DB Netz AG: DB-ATH: 30.2: Aktualisierung der Fördermengen (ZA + WE), E-Mail DB Netz AG, 26.02.2021
- [U10]** DB Netz AG: (vervollständigt) Bitte um Überarbeitung bis spätestens 17.01.2022 - Konzept für den Probebetrieb von Pump- und Lenzbrunnen Zentraler Aufgang, E-Mail DB Netz AG, 10.01.2022

[U11] DB Netz AG: Brunnenliste Hp HBF, Probetrieb ZA, Übersicht Brunnen Hp Hauptbahnhof, Dimensionierungsvorgaben Probetrieb ZA, Stand 17.12.2021

Literatur

[L1] Herth, W., Arndts, E.: „Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung“, - 3. Auflage, Ernst, Verlag für Architektur u. techn. Wiss., Berlin 1994

Technische Regelwerke

[R1] DVGW W 111:2015-03: „Pumpversuche bei der Wassererschließung“, Technische Regel, Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

[R2] DVGW W 119:2002-12: „Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte“, Technische Regel; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn

[R3] DIN 18305:2019-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Wasserhaltungsarbeiten“, Beuth-Verlag, Berlin

[R4] DIN EN ISO 22282-4:2021-07 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geohydraulische Versuche – Teil 4: Pumpversuche“, Beuth-Verlag, Berlin

3 Brunnen und Grundwassermessstellen

In Anlage A.1 sind alle geplanten Brunnen und Grundwassermessstellen für den Probetrieb des Zentralen Aufgangs dargestellt und in den jeweiligen Handlungsanweisungen in den Anlagen A.2 und A.3 deren Ausbau (z.T. geplant) tabellarisch zusammengestellt.

4 Ergebnisse bisheriger Pumpversuche

Im Zuge der VE 152a (Probebrunnen Hauptbahnhof) wurden Mitte bis Ende 2018 bereits Pumpversuche mit Wiederanstiegsmessungen in den gespannten tertiären Grundwasserstockwerken TII und TIV durchgeführt und ausgewertet (siehe [U2]). Zusammenfassend kann folgendes spezifisches Verhalten der Aquifere festgestellt werden:

- Die durch hydraulische Kurzschlüsse zusammenhängenden, ungespannten Aquifere Q und TI sowie der gespannte Aquifer TV wurden durch die Pumpversuche in den Aquifere TII und TIV nicht bzw. nur geringfügig beeinflusst (siehe [U2]).
- Bei der Grundwasserabsenkung im Aquifer TII beziehungsweise im Aquifer TIV wurden ebenfalls keine bzw. nur geringfügige, gegenseitige Beeinflussungen der Grundwasserspiegel festgestellt.
- Dadurch, dass im Bereich der „Probebrunnen Hauptbahnhof“ südwestlich des Hp Hauptbahnhof der Aquifer TII auskeilt und nicht erkundet werden konnte, wurden im Aquifer TII nur an einer bepumpbaren Grundwassermessstelle südöstlich des Hp Hauptbahnhof (im südlichen Ladehof) Pumpversuche (gravitativ und vakuumbeaufschlagt) durchgeführt. Somit konnte aufgrund ungünstiger Randbedingungen (geringe Förderrate, geringmächtiger, auskeilender Aquifer) (siehe [U2]) die Erreichbarkeit des für den Aquifer TII zwischen zwei Pumpbrunnen erforderlichen Absenkziels nicht aufgezeigt werden.
- Im Aquifer TIV wurde das erforderliche Absenkziel zwischen zwei ca. 12 m voneinander entfernten Brunnen im Zuge von Gruppenpumpversuchen bei einer Gesamtförderrate von ca. 22,5 l/s erreicht. Dabei wurde in einer Entfernung von ca. 150 m zu den Pumpbrunnen eine Absenkung des Grundwasserspiegels von ca. 17,5 m gemessen (siehe [U2]).
- Für den Aquifer TII wurde auf der Grundlage von Labor- und Feldversuchen sowie der im Zuge der VE 152a durchgeführten Pumpversuche ein Erwartungswert der Durchlässigkeit ($cal\ k_{f,Ew}$) von $3 \cdot 10^{-5}$ m/s mit einer Bandbreite von $5 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt (siehe [U2]).
- Für den Aquifer TIV wurde auf der Grundlage von Labor- und Feldversuchen sowie der im Zuge der VE 152a durchgeführten Pumpversuche ein Erwartungswert der Durchläss-

sigkeit (cal $k_{f,Erw}$) von $7 \cdot 10^{-5}$ m/s mit einer Bandbreite von $1 \cdot 10^{-5}$ bis $3 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt (siehe [U2]).

Des Weiteren wurden Probebetriebe in den Aquiferen TII und TIV in der Gleishalle durchgeführt, um die erforderlichen Absenkziele für die Herstellung der Stationsröhren und die Annahmen für die geplante Bauwasserhaltung zu überprüfen. Die mittels der „Probegrunden Hauptbahnhof“ ermittelten und in [U2] zusammengefassten Ergebnisse konnten weitestgehend bestätigt beziehungsweise hinsichtlich der Erreichbarkeit des Absenkziels im Aquifer TII erweitert werden.

- Die Erreichbarkeit des für den Aquifer TII zwischen zwei Pumpbrunnen statisch erforderlichen Absenkziels konnte im gravitativen Pumpbetrieb mit einer Förderrate von insgesamt ca. 10 l/s zumindest in den Grundwassermessstellen im westlichen Bereich des Bahnsteigs zwischen den Gleisen 16/17 für die Vortriebe der Streckenröhren mit dem Probebetrieb in der Gleishalle gezeigt werden. Dabei wurde in einer Entfernung von ca. 240 m zur Gleishalle eine Absenkung des Grundwasserspiegels von ca. 6,2 m gemessen. Aufgrund von technischen Schwierigkeiten (Pumpenniveaus, Ausfall von Datenloggern, etc.) konnten nicht bei allen Grundwassermessstellen das Absenkziel nachgewiesen werden. Bei zusätzlicher Vakuumbeaufschlagung konnte eine weitere Absenkung des Grundwasserspiegels in den Grundwassermessstellen gemessen werden. Die Ergebnisse können aufgrund der variierenden Aquifermächtigkeit und -beschaffenheit des Aquifers TII und der Entfernung der Probebetriebe zum Zentralen Aufgang nur bedingt auf diesen Bereich übertragen werden.
- Im Aquifer TIV wurde im Probebetrieb in der Gleishalle analog zu den Pumpversuchen im Zuge der VE152a das statisch erforderliche Absenkziel zwischen den Pumpbrunnen in allen Grundwassermessstellen mit einer Förderrate von insgesamt ca. 40 l/s ebenfalls erreicht bzw. sogar unterschritten werden. Dabei wurde in einer Entfernung von ca. 240 m zur Gleishalle eine Absenkung des Grundwasserspiegels von ca. 22,6 m gemessen. Die Ergebnisse können aufgrund der konstanten Mächtigkeit des Aquifers TIV auf den Bereich des Zentralen Aufgangs übertragen werden.

Für die baurelevanten Aquifere Q, TI, TII, TIV und TV wurden auf der Grundlage von Labor- und Feldversuchen sowie der durchgeführten Pumpversuche die in Tabelle 1 zusammengestellten Erwartungswerte der hydraulischen Durchlässigkeit (cal $k_{f,Erw}$) mit den jeweiligen zu erwartenden Bandbreiten ermittelt (siehe [U1][U2]).

Tabelle 1: Hydraulische Rechenwerte der Wasserdurchlässigkeit am Hp Hauptbahnhof

hydraulische Rechenwerte		Aquifer Q	Aquifer TI	Aquifer TII	Aquifer TIII	Aquifer TIV	Aquifer TV
hydraulische Durchlässigkeit ¹⁾	cal $k_{f, \text{Min}}$ [m/s]	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	-	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$
	cal $k_{f, \text{Max}}$ [m/s]	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	-	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
	cal $k_{f, \text{Erw}}$ [m/s]	$5 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	-	$7 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5}$

1) Alle Werte sind ausschließlich als „horizontale“ k_f -Werte zu betrachten. Zur Berücksichtigung von vertikalen Durchlässigkeiten werden für den Münchner Baugrund basierend auf Erfahrungswerten üblicherweise vereinfachend Durchlässigkeiten in einer Größenordnung von einer Zehnerpotenz kleiner als die horizontale Durchlässigkeit angenommen (s. Kapitel [U2])

5 Ziele

5.1 Statisch erforderliche Absenkziele

Ziel des Probetriebs ist es, festzustellen, ob mit dem vorliegenden Abstand und der letztendlichen Anordnung der Brunnen um die Baugrube des Zentralen Aufgangs die jeweiligen statisch erforderlichen Absenkziele in den Aquiferen TII, TIV und TV im Zuge einer gravitativen Bepumpung gemäß Unterlage [U1] zwischen den Brunnen erreicht werden können oder ob die Herstellung zusätzlicher Brunnen erforderlich wird. Im Zuge des Probetriebs sollen nicht nur die gemäß [U3] und [U4] statisch erforderlichen Absenkziele nachgewiesen, sondern auch darüber hinaus weitere Szenarien der geplanten Bauwasserhaltung (Brunnenausfall, tiefere Absenkziele etc.) getestet bzw. überprüft werden. Des Weiteren sollen im Zuge des Probetriebs Grundlagen ermittelt werden, mit welchen die zu erwartenden Gesamtfördermengen für die Bauwasserhaltung am Hp Hauptbahnhof präziser prognostiziert werden können.

Folgende Parameter und Eigenschaften sollen für die jeweiligen Aquifere ermittelt werden:

- Maximal mögliche Grundwasserabsenkung bzw. -entspannung zwischen zwei Brunnen innerhalb des tertiären Grundwasserleiters TII beziehungsweise Nachweis der Absenkziele zwischen zwei Pumpbrunnen in den tertiären Grundwasserleitern TIV und TV bei gravitativem Pumpbetrieb aller verfügbaren Pumpbrunnen unter Einhaltung der zulässigen Filtereintrittsgeschwindigkeit in die jeweiligen Brunnen v_{krit} von ca. 0,003 m/s. Folgende Absenkziele sollen zwischen den Brunnen für die statischen Nachweise der Schlitzwand des Zentralen Aufgangs in den jeweiligen Aquiferen erreicht werden:
 - o Aquifer TII (außerhalb der Baugrube):
ca. 498,8 mNN (ca. 6,5 m oberhalb der UK des Aquifers TII)
 - o Aquifer TIV (außerhalb der Baugrube):
ca. 479,5 mNN (ca. 6,5 m oberhalb der OK des Aquifers TIV)

- Aquifer TIV (innerhalb der Baugrube):
ca. 474,1 mNN (ca. 0,5 m unterhalb der Baugrubensohle)
- Aquifer TV:
ca. 494,5 mNN (ca. 9,5 m Absenkung des Ruhewasserspiegels)
- Reichweite der Absenktrichter innerhalb der tertiären Grundwasserleiter TII, TIV und TV.

In Abbildung 1 sind die Baugrundverhältnisse mit den jeweiligen statisch erforderlichen Absenkzielen sowie die einzustellenden Absenkkniveaus (s. Kapitel 6.3.1) im gegenständlichen Bereich des Zentralen Aufgangs am Hp Hauptbahnhof dargestellt.

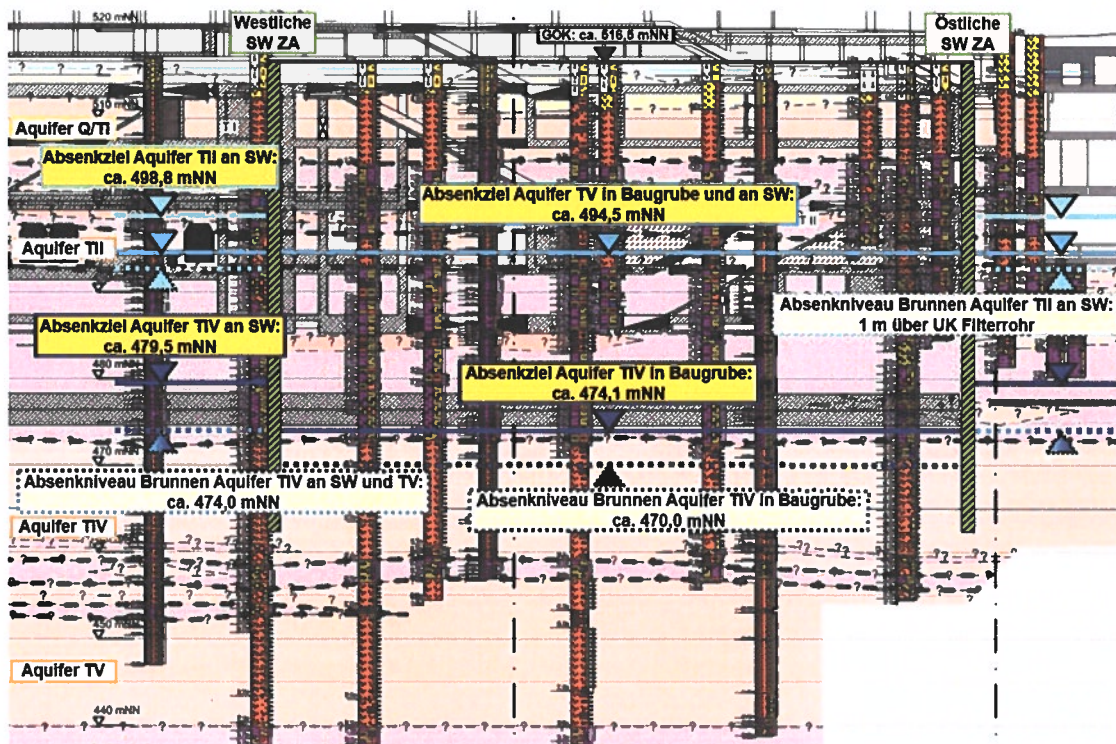


Abbildung 1: Übersicht Absenkziele und Absenkkniveau

5.2 Kontroll- und Beobachtungsmessstellen

Grundsätzlich soll mit dem geplanten Probebetrieb für den Zentralen Aufgang am Hp Hauptbahnhof nachgewiesen werden, dass die in Kapitel 5.1 genannten statisch erforderlichen Absenkziele zwischen den Pumpbrunnen in allen Grundwassermessstellen im unmittelbaren Bereich des Zentralen Aufgangs erreicht werden können. Um Anhaltswerte in den Grundwassermessstellen für die ungünstigste Überschneidung der Absenktrichter zu erhalten, wurden anhand einzelner „Kontrollmessstellen“ prognostizierte Grundwasserspiegel für die beiden Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ anhand des hydrogeologischen Modells vorgegeben. Somit ergeben sich gemäß [U6] für die jeweiligen Durchlässigkeitsbeiwerte $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ rein rechnerisch im hyd-

rogeologischen Modell für die zuvor genannten Absenk- und Entspannungsziele im stationären Zustand der Bauwasserhaltung am ZA die in Tabelle 2 zusammengestellten Grundwasserspiegel in den Kontrollmessstellen der einzelnen Aquifere an der Schlitzwandaußenseite (TII und TIV) und unterhalb der Baugrubensohle innerhalb des Schlitzwandkastens (TIV und TV). Demnach sind in Tabelle 2 alle Kontrollmessstellen mit den für die jeweiligen Durchlässigkeiten ermittelten sowie die daraus resultierenden anspruchsvollsten Absenkungen (maßgebender Sollwert) in den einzelnen Aquiferen zusammengestellt.

Tabelle 2: Prognostizierte Grundwasserspiegel im stationären Zustand in den Kontrollmessstellen für die Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ gemäß [U6]

Kontrollmessstelle	Aquifer	prognostizierter Grundwasserspiegel für $k_{f,min}$ in [mNN]	prognostizierter Grundwasserspiegel für $k_{f,max}$ in [mNN]	maßgebender Sollwert (Minimalwert aus $k_{f,min}$ und $k_{f,Max}$) in [mNN]
2S-5/PBA5-Q/I/III/IV	TII	497,08	496,70	496,7
2S-5/PBA6-Q/I/III/IV	TII	496,54	496,52	496,5
2S-5/PBA7-Q/I/III/IV	TII	497,22	497,18	497,2
2S-5/PBA5-Q/I/III/IV	TIV	474,20	473,88	473,9
2S-5/PBA6-Q/I/III/IV	TIV	475,08	474,64	474,6
2S-5/PBA7-Q/I/III/IV	TIV	475,59	474,96	475,0
2S-5/PBA9-IV/V	TIV	478,99	478,13	478,1
2S-5/PBI2-IV/V	TIV	473,69	473,50	473,5
2S-5/PBI3-IV/V	TIV	473,57	473,42	473,4
2S-5/PBA10-II/IV/V	TIV	477,94	477,30	477,3
2S-5/PBA9-IV/V	TV	493,63	493,86	493,6
2S-5/PBI2-IV/V	TV	492,53	492,66	492,5
2S-5/PBI3-IV/V	TV	492,02	491,88	491,9

Dadurch, dass der Probetrieb grundsätzlich auf die Erwartungswerte der hydraulischen Durchlässigkeit in allen Aquiferen ausgelegt ist, sind die maßgebenden Sollwerte in Tabelle 2 nur Anhaltswerte, die die mögliche Bandbreite der vorkommenden hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte darstellen sollen. In allen weiteren Grundwassermessstellen (Beobachtungsmessstellen) sind die Absenkungen ebenfalls zu messen und die statisch erforderlichen Absenkziele zu überprüfen.

6 Konzept für den Probetrieb in den Aquiferen TII, TIV und TV

Zur Simulation der geplanten Bauwasserhaltung sowie zur Überprüfung der Erreichbarkeit der in Kapitel 5 genannten Ziele ist ein Probetrieb mit Grundwasserabsenkungen beziehungsweise -entspannungen in allen bis zu diesem Zeitpunkt fertiggestellten Brunnen in den Aquiferen TII, TIV und TV geplant, um bestmögliche Erkenntnisse u. a. über die zeitlichen Verläufe der Grundwasserabsenkungen bzw. -entspannungen zu gewinnen. Damit nachvollziehbare und repräsentative Erkenntnisse hinsichtlich der geplanten Bauwasserhaltung erreicht werden können, sind vor allem die Einzel- und Gesamtförderraten, die maximalen Absenkungen in den Brunnen und Grundwassermessstellen sowie der Verlauf bzw. die Geometrie sowie die Reichweite des Absenktrichters von größter Bedeutung.

Die detaillierten Abläufe des Probetriebs in den jeweiligen Aquiferen sowie die Zusammenstellung der zu messenden Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sind den in den Anlagen A.2 und A.3 beigefügten Handlungsanweisungen zu entnehmen.

6.1 Ablauf des Probetriebs der Pumpbrunnen in den Aquiferen TII, TIV und TV

Dadurch dass davon ausgegangen werden kann, dass sich die höher liegenden Aquifere Q/TI und TII und der tiefer liegende Aquifer TV gegenseitig nicht beeinflussen, ist es aus geotechnischer Sicht möglich, die Pumpversuche in den Aquiferen TII und TV parallel durchzuführen. Die Aquifere TII und TV sowie nachfolgend der Aquifer TIV sollen demnach mit allen im jeweiligen Aquifer ausgebauten Brunnen gravitativ bepumpt werden bis die maximal mögliche Absenkung bzw. das jeweils erforderliche Absenkziel (s. Kapitel 5.1) erreicht wurde, wobei mit dem gleichzeitigen Pumpbetrieb in den Aquiferen TII und TV begonnen werden sollte. Die Brunnen sollen je Probetriebsphase (TII + TV sowie TIV) ca. 2 Wochen lang bepumpt werden. Das Anfahren der Brunnen muss dabei langsam erfolgen, um erhöhte Strömungskräfte im Nahbereich des Brunnens zu Pumpbeginn verhindern zu können. Die Absenkkniveaus in den Pumpbrunnen sind den Anlagen A.2 und A.3 zu entnehmen.

Nach Erreichen der maximal möglichen Absenkung bzw. des Absenkziels sollten in jedem Aquifer Brunnenausfallsszenarien mit gegebenenfalls notwendiger Erhöhung der benachbarten Brunnenabsenkung simuliert werden.

Das Ende des jeweiligen Pumpversuchs (Abschalten der Pumpen in den Pumpbrunnen) wird in Absprache mit der DB Netz AG beziehungsweise der Boley Geotechnik GmbH (BGT) als Vertreter der DB Netz AG vor Ort festgelegt.

Unmittelbar im Anschluss an den jeweiligen Pumpversuch sollten die Wiederanstiege in den drei Aquiferen gemessen werden bis die Ruhewasserspiegel in den entsprechenden Aquiferen wieder erreicht wurden. Die entsprechenden Anforderungen an die zu verwendenden Datenlogger, um den vorliegenden Messbereich abdecken zu können, werden in den jeweiligen Handlungsanweisungen in den Anlagen A.2 und A.3 detailliert beschrieben bzw. sind an die

Ergebnisse (Absenkungsbeträge) aus dem Probetrieb in der Gleishalle (s. Kapitel 4) anzupassen.

Die entsprechenden Parameter und Angaben zur Aufnahme der wichtigsten Pumpversuchsdaten während der Versuche, die den Vorgaben der DVGW (siehe [R1]) entsprechen, sind den jeweiligen Handlungsanweisungen in den Anlagen A.2 und A.3 zu entnehmen und sind der DB Netz AG bzw. der Boley Geotechnik GmbH zu übermitteln.

Der mögliche Ablauf des geplanten Probetriebs in den Aquiferen TII + TV und TIV ist in Tabelle 3 zusammengestellt. Die genannten Phasen werden im folgenden Kapitel 6.3 sowie in den entsprechenden Handlungsanweisungen für die einzelnen Probetriebe in den Aquiferen TII + TV und TIV in den Anlagen A.2 und A.3 detaillierter beschrieben.

Tabelle 3: Geplanter Ablauf des Probetriebs in den Aquiferen TII + TV und TIV

Ablauf Probetrieb									
Phase	Woche	Aquifer	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
TII/TV - 1	1	TII und TV	langsame Absenkung bis zum Erreichen der maximalen Absenkung in den Pumpbrunnen (TII: Absenkung bis ca. 1 m benetzte Filterrohrstrecke, TV: Absenkung bis ca. 474 mNN)						
	2		inkl. Überprüfung der erreichten Absenkung in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen						
TII/TV - 2	3		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: A1: TII, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BBA101-II und B1: TII, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BBA27-II C1: TV, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BB185-V						
	4		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: A2: TII, Ausfall zweier Brunnen, 2S-5/BBA101-II und 2S-5/BBA4-II C2: TV, Ausfall zweier Brunnen, 2S-5/BB185-V und 2S-5/BB180-V						
	5		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: B2: TII, Ausfall zweier Brunnen, 2S-5/BBA27-II und 2S-5/BBA13-II						
TII/TV - 3	6		Ende Probetrieb: Abschalten der Pumpen inklusive Messung des Wiederanstiegs						
TIV - 1	7	TIV	langsame Absenkung bis zum Erreichen der maximalen Absenkung in den Pumpbrunnen (TIV: Absenkung bis ca. 470 mNN innerhalb und bis ca. 474 mNN außerhalb der Baugrube)						
	8		inkl. Überprüfung der erreichten Absenkung in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen						
TIV - 2	9		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: D1: TIV, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BB31-IV						
	10		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: E1: TIV, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BBA45-IV						
	11		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: D2: TIV, Ausfall zweier Brunnen, 2S-5/BBA31-IV und 2S-5/BBA32-IV						
	12		Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: E2: TIV, Ausfall zweier Brunnen, 2S-5/BBA45-IV und 2S-5/BBA42-IV						
	13	** OPTIONAL ** Halten des Absenkkniveaus + Simulation Brunnenausfall: F1: TIV, Einzelbrunnenausfall 2S-5/BBA32-IV							
TIV - 3		Ende Probetrieb: Abschalten der Pumpen inklusive Messung des Wiederanstiegs							

6.2 Pumpendimensionierung

Die für den Probebetrieb zu verwendenden Pumpen sind von der Brunnengröße sowie von den erforderlichen zu pumpenden Wassermengen und Steigleitungshöhen in den jeweiligen Aquifere abhängig. Zur Pumpendimensionierung sind gemäß Unterlage [U10] für die Aquifere TII und TIV die maßgebenden Werte der Förderraten gemäß den Berechnungsergebnissen für den $k_{f,Erw}$ aus dem Berechnungsblock 1 (ZA) [U5] mit einem Aufschlag von +100 % zu Grunde zu legen. Die maßgebenden Förderraten für den Aquifer TV sind gemäß den Berechnungsergebnissen für den $k_{f,Max}$ aus dem Berechnungsblock 1 (ZA) [U5] zu wählen. Alle Förderraten zur Pumpendimensionierung für die jeweiligen Brunnen im Probebetrieb sind gemäß [U11] in nachfolgender Tabelle 4 zusammengestellt.

Grundsätzlich sollte der Einsaugbereich der Pumpen in allen Aquifere so tief wie möglich und in den Aquifere TII und TIV unterhalb der Filterstrecke in einem Sumpfrohr so eingebaut werden, dass die maximal mögliche Absenkung des Grundwasserspiegels im Brunnen (beispielsweise bis Unterkante des Aquifers TII bzw. bis ca. 1 m benetzte Filterstrecke oder bis zur OK des Aquifers TIV) erreicht werden kann. Zumindest für diese Pumpen ist ein Kühlmantel zu empfehlen. Die Datenlogger sind dementsprechend in den Pumpbrunnen ebenfalls so tief wie möglich einzubauen.

Tabelle 4: Pumpendimensionierung je Brunnen für den Probetrieb am ZA gemäß [U11]

Brunnen	Aquifer	Förderraten für $k_{f,Erw}$ gemäß [U5] in [l/s]	Förderraten für $k_{f,Max}$ gemäß [U5] in [l/s]	Maßgebende Förderrate für Pumpendimensionierung in [l/s]	
2S-5/BBA1-II	TII	0,4	1,3	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,8
2S-5/BBA2-II	TII	0,3	0,8	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,5
2S-5/BBA3-II	TII	0,1	0,4	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,2
2S-5/BBA4-II	TII	0,1	0,3	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,2
2S-5/BBA101-II	TII	0,1	0,4	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,3
2S-5/BBA6-II	TII	0,1	0,5	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,3
2S-5/BBA7-II	TII	0,2	0,6	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,3
2S-5/BBA8-II	TII	0,2	0,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,4
2S-5/BBA9-II	TII	0,3	1,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,6
2S-5/BBA10-II	TII	0,2	0,9	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,5
2S-5/BBA13-II	TII	0,5	1,4	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,1
2S-5/BBA22-II	TII	0,5	1,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,0
2S-5/BBA25-II	TII	0,6	1,8	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,1
2S-5/BBA26-II	TII	0,3	0,8	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,5
2S-5/BBA27-II	TII	0,2	0,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	0,4
2S-5/BBA31-IV	TIV	3,6	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	7,2
2S-5/BBA32-IV	TIV	3,2	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	6,4
2S-5/BBA33-IV	TIV	3,2	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	6,5
2S-5/BBA42-IV	TIV	3,3	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	6,5
2S-5/BBA45-IV	TIV	3,0	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,9
2S-5/BBA46-IV	TIV	2,7	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,4
2S-5/BBA47-IV	TIV	3,1	10,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	6,1
2S-5/BBA50-IV	TIV	2,3	13,8	$k_{f,Erw} + 100\%$	4,7
2S-5/BBA51-IV	TIV	3,1	15,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	6,3
2S-5/BBA52-IV	TIV	2,9	14,5	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,9
2S-5/BBA53-IV	TIV	2,0	11,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	3,9
2S-5/BBA54-IV	TIV	4,9	15,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	9,8
2S-5/BBA55-IV	TIV	3,9	15,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	7,7
2S-5/BBA56-IV	TIV	2,5	12,8	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,1
2S-5/BBA57-IV	TIV	2,5	11,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	4,9
2S-5/BBA58-IV	TIV	2,8	13,6	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,6
2S-5/BBA59-IV	TIV	2,7	15,0	$k_{f,Erw} + 100\%$	5,3
2S-5/BBI5-IV	TIV	0,9	5,9	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,7
2S-5/BBI6-IV	TIV	0,8	5,6	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,7
2S-5/BBI7-IV	TIV	0,5	3,2	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,0
2S-5/BBI8-IV	TIV	1,0	6,5	$k_{f,Erw} + 100\%$	2,1
2S-5/BBI9-IV	TIV	1,0	5,7	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,9
2S-5/BBI10-IV	TIV	0,7	3,9	$k_{f,Erw} + 100\%$	1,4
2S-5/BBI80-V	TV	3,5	5,7	$k_{f,Max}$	5,7
2S-5/BBI81-V	TV	4,1	6,6	$k_{f,Max}$	6,6
2S-5/BBI84-V	TV	3,6	5,9	$k_{f,Max}$	5,9
2S-5/BBI85-V	TV	3,3	5,3	$k_{f,Max}$	5,3

6.3 Durchführung Probetrieb

Grundsätzlich sind bei Durchführung des Probetriebes die Abschnitte A.3.1 und A.4 des Planfeststellungsbeschlusses für das Vorhaben „Neubau einer 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Planfeststellungsabschnitt (PFA) 1, München West, Bereich Laim bis Karlsplatz mit Haltepunkt Hauptbahnhof“ zu beachten. Bezüglich des Abschnittes A.4 ist festzuhalten, dass es sich bei dem geplanten, gegenständlichen Probetrieb um einen Gruppenpumpversuch als erweiterte Planungsmaßnahme und nicht um eine bauzeitliche Bauwasserhaltung handelt.

6.3.1 Absenkung – Phase 1

Aufgrund der zur Verwendung kommenden niveaugesteuerten Pumpen werden keine Förderraten je Brunnen vorgegeben. Zunächst sollte in Phase 1 das Absenkniveau langsam abgesenkt werden bis die maximal mögliche Absenkung bzw. bis nachfolgende maximalen Absenkniveaus in den jeweiligen Pumpbrunnen erreicht wurden:

- Aquifer TII: Absenkung Außenbrunnen bis ca. 1 m benetzte Filterstrecke
- Aquifer TIV: Absenkung Außenbrunnen bis ca. 474 mNN
- Aquifer TIV: Absenkung Innenbrunnen bis ca. 470 mNN
- Aquifer TV: Absenkung Brunnen bis ca. 474 mNN.

Zudem ist mithilfe der Kontroll- und Beobachtungsmessstellen zu überprüfen, ob die erforderlichen, globalen Absenkziele im Beharrungszustand in den jeweiligen Aquifern erreicht wurden (s. Kapitel 5.1). Ein Indiz für das Erreichen der globalen Absenkziele ist unter anderem das Erreichen der maßgebenden Sollwerte in den Kontrollmessstellen (Tabelle 2, maßgebender Sollwert). Konnten die erforderlichen Absenkziele nicht erreicht werden, so sind in Absprache mit dem AG bzw. mit dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) die vorgegebenen Brunnen-niveaus, sofern technisch umsetzbar, gegebenenfalls tiefer abzusenken.

6.3.2 Simulation Brunnenausfall – Phase 2

Im Anschluss an die jeweiligen gravitativen Absenkphasen sollten im gravitativen Pumpbetrieb in jedem Aquifer ein Brunnen bzw. mehrere gleichzeitig abgeschaltet werden, um mögliche Brunnenausfallszenarien zu simulieren. Die Pumpen in den Brunnen sollen ca. 2 Tage bis 4 Tage lang ausgeschaltet und das Verhalten des Absenktrichters beobachtet und dokumentiert werden. Neben der Simulation eines Ausfalls von Einzelbrunnen, soll ebenfalls der Ausfall zweier benachbarter Brunnen simuliert werden.

Sollte das erforderliche Absenkziel im jeweiligen Aquifer während des simulierten Brunnenausfalls trotz automatischer Erhöhung der Förderraten benachbarter Brunnen infolge der Niveausteuerng nicht mehr gehalten werden können, sind die Absenkniveaus nach Absprache mit dem AG bzw. mit dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) in den umliegenden Brunnen gegebenenfalls, falls technisch umsetzbar, tiefer zu setzen. Im Anschluss soll die Auswirkung des Wiederanschaltens der ausgefallenen Pumpen (Simulation Reparatur) auf den

Absenktrichter beobachtet werden. Die genaue Vorgehensweise ist den Handlungsanweisungen in den Analgen A.2 und A.3 zu entnehmen und kann zusätzlich, je nach Verhalten der Aquifere, kurzfristig vor Ort durch den AG bzw. durch dessen Vertreter (Boley Geotechnik GmbH) entschieden und angeordnet werden. Für die Brunnenausfallszenarien inklusive gegebenenfalls notwendiger Anpassungen der Absenkniveaus in umliegenden Brunnen bzw. Wiederanschalten der ausgefallenen Pumpen sind jeweils insgesamt 7 Tage vorgesehen. Gemäß den uns vorliegenden Informationen [U10] ist in den folgenden Brunnen (s. Tabelle 5) mittels Ausschaltens der Pumpen ein Pumpenausfall über 2 bis 4 Tage während der Bauausführung zu simulieren:

Tabelle 5: Brunnenausfallszenarien gemäß [U10]

	Szenario	Brunnen	Aquifer
A1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA101-II	
A2	Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA101-II und 2S-5/BBA4-II	TII
B1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA27-II	
B2	Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA27-II und 2S-5/BBA13-II	
C1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBI85-V	TV
C2	Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBI85-V und 2S-5/BBI80-V	
D1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA31-IV	
D2	Ausfall zweier Brunnen	2S-BBA31-IV und 2S-5/BBA32-IV	
E1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA45-IV	TIV
E2	Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA45-IV und 2S-5/BBA42-IV	
optional: F1	Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA32-IV	

6.3.3 Messung Wiederanstieg – Phase 3

Im Anschluss an den Probetrieb mit Absenkphasen und Brunnenausfallszenarien ist der Wiederanstieg der Grundwasserspiegel nach Abschalten der Pumpen in allen Aquiferen bis zum Ruhewasserspiegel zu messen.

6.4 Messkonzept

Während der jeweiligen Pumpversuche des Probetriebs sollten nachfolgende Parameter in den Pumpbrunnen bzw. in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen gemessen bzw. beobachtet und dokumentiert werden. Der Umfang an händischen Kontrollmessungen innerhalb der Pumpbrunnen bzw. Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sowie der zu messenden Parameter und zugehörigen Messintervalle sind zusätzlich in den jeweiligen Handlungsanweisungen in den Anlagen A.2 und A.3 detailliert beschrieben und zusammengestellt.

- Gesamtförderrate pro Aquifer- und Einzelförderrate pro Brunnen
- Absenkung (Erfassung des Wasserstands im Brunnen und in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen automatisch mit Datenloggern sowie mit händischen Kontrollmessungen)
- Geruch, Farbe, Trübung, pH-Wert, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, O₂-Sättigung
- brunnenbezogene Sandführung des geförderten Wassers
- ggf. besondere Vorkommnisse (z.B. Ausfall der Pumpen etc.)

Die Sandförderung oder ein anderweitiger Bodenaustrag ist brunnenbezogen gemäß dem in den jeweiligen Handlungsanweisungen vorgegebenen Umfang zu beobachten. Grundsätzlich sind an jedem Pumpbrunnen unmittelbar nach Inbetriebnahme, 24 Stunden nach Inbetriebnahme, einmal wöchentlich sowie in den umliegenden Brunnen nach Brunnenausfallszenarien brunnenbezogene Sandmessungen durchzuführen. Darüber hinaus ist der Sandgehalt des Gesamtstroms täglich zu messen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu protokollieren, wobei der maximal zulässige Restsandgehalt in Anlehnung an [R2] von 1,0 ml/m³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) nicht überschritten werden soll. Bei den brunnenbezogenen Sandmessungen sind pro Pumpbrunnen ca. 10 l Wasser aus der Steigleitung in einen weißen Eimer zu leiten und die im Eimer abgesetzte Sandfracht mittels Imhofftrichter in ml/10 l Wasser zu messen. Da der maximal zulässige Restsandgehalt im Imhofftrichter von umgerechnet 0,01 ml/10 l nicht direkt messbar ist, muss eine mögliche Sandführung zusätzlich augenscheinlich im 10 l Eimer bzw. im Imhofftrichter bestimmt werden. Sollte ein Austrag während des Versuchsbetriebs festgestellt werden, ist dies dem AG unverzüglich zu melden. Der weitere Versuchsablauf bzw. ein ggfs. erforderlicher Versuchsabbruch ist dann mit der DB Netz AG bzw. dessen Vertretung vor Ort, der Boley Geotechnik GmbH, abzustimmen.

Die Förderrate pro Pumpbrunnen ist mittels MID mindestens im Minutentakt aufzuzeichnen. Die Datenübermittlung der Förderrate pro Pumpbrunnen in den Pumpbrunnen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt.

Vor Versuchsbeginn sind in jedem Aquifer die Grundwasserruhestände in den Brunnen und Grundwassermessstellen für die Kalibrierung der Datenlogger und die technische Ausrüstung (Pumpen, Messgeräte und deren Messgenauigkeit etc.) durch den Bau-AN zu erfassen und zu

dokumentieren. Circa ein bis zwei Wochen vor dem jeweiligen Pumpbeginn sowie während des gesamten Probetriebs sollte die Zugänglichkeit aller Grundwassermessstellen sichergestellt werden. Gegebenenfalls nur schwer zu öffnende Unterflurschächte, Kanaldeckel, etc. sind (wenn arbeits- bzw. zufahrtstechnisch möglich) für die Dauer des Probetriebs mit provisorischen, leicht zu öffnenden Abdeckungen zu versehen. Zusätzliche aktive Monitoringsysteme sind nicht notwendig, da die sensiblen Bestandsbauwerke „Bestandswand West, Achse N“ und das „Stationsbauwerk U1/U2“ bereits messtechnisch überwacht werden. Aufgrund der vielen Beobachtungspegel und des erheblichen Arbeitsaufwandes sind im vorliegenden Fall Datenlogger für die Brunnen beziehungsweise Grundwassermessstellen zu empfehlen. Die Pumpbrunnen sowie Grundwassermessstellen, welche mit Datenloggern ausgestattet werden sollen, sind den jeweiligen Handlungsanweisen in den Anlagen A1.2 und A1.3 zu entnehmen. Die Datenlogger sollten mit Glasfaserkabeln oder vergleichbar ausgestattet sein, um während des Versuchsbetriebes jederzeit auf die aktuellen Grundwasserstände in den Brunnen und Grundwassermessstellen zugreifen zu können, damit gegebenenfalls nötige Anpassungen und Optimierungen im Zuge der Pumpversuche vorgenommen werden können. Alle Datenlogger in den Pumpbrunnen sowie in den Grundwassermessstellen sollten ca. 1 bis 2 Wochen vor Beginn des Probetriebs in den Aquiferen TII und TV im jeweiligen Aquifer installiert sein. Die Datenlogger in den Pumpbrunnen sowie in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen müssen jeweils möglichst tief eingebaut werden, um die maximalen Absenkungsbeträge über den gesamten Versuchszeitraum erfassen zu können.

Die Datenlogger sollten mindestens mit einem Messintervall von einer Minute die Absenkung digital aufzeichnen. Zusätzlich sind händische Messungen beziehungsweise Kontrollmessungen gemäß dem beschriebenen Umfang in den jeweiligen Handlungsweisungen in den Anlagen A.2 und A.3 durchzuführen und zu dokumentieren. Die händischen Messungen werden benötigt, um die aufgezeichneten Grundwassermessstände der Datenlogger verifizieren beziehungsweise diese bei Abweichungen in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen von ≥ 10 cm kalibrieren zu können.

Alle verfügbaren Daten sind arbeitstäglich an die Gutachterliche Baubegleitung vor Ort zu übergeben. Die Datenübermittlung der kontinuierlichen Datenerfassung des AN inklusive eines Datenmanagements zur Einsicht der Grundwasserspiegelmessungen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen.

Darüber hinaus sind alle in Anlage A.4 zusammengestellten und von Aquasoil Ingenieure & Geologen GmbH zur Kalibrierung des Grundwassermodells benötigten Daten vom AN zur Verfügung zu stellen.

Anlagenverzeichnis

- A.1 Übersichtslageplan
- A.2 Handlungsanweisung für den Probebetrieb in den Aquiferen TII und TV
- A.3 Handlungsanweisung für den Probebetrieb im Aquifer TIV
- A.4 Datenbedarf Aquasoil Ingenieure und Geologen GmbH

Anlage 1

2. S-Bahn-Stammstrecke – Hp Hauptbahnhof

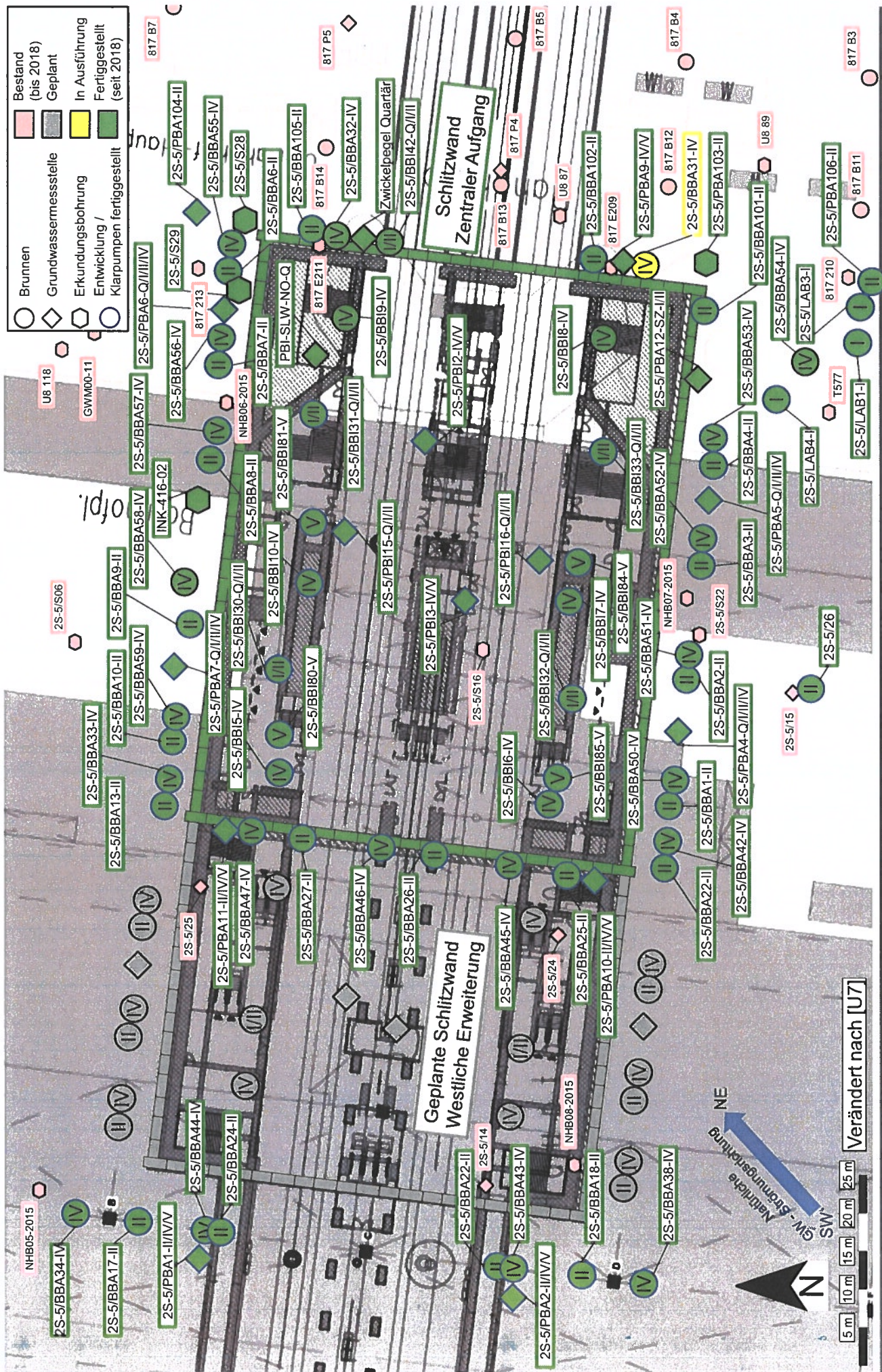
Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen, ZA

BOLEYGEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE

Anlage 1

Übersichtslageplan

Hp Hbf, ZA, Probebetrieb ZA, Überwachtungsplan



Anlage 2

2. S-Bahn-Stammstrecke – Hp Hauptbahnhof

Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen, ZA

BOLEYGEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE

Anlage 2

Handlungsanweisung für den Probetrieb in den Aquiferen TII und TV

Boley Geotechnik GmbH | Auenstrasse 100 | 80469 München

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltung ZA
Probetrieb (VE30)

Handlungsanweisung für den Probetrieb der Brunnen in den Aquiferen TII und TV

DATUM

06.04.2022

BEARBEITER

Prof. Boley / Stöger / Hofstetter

TELEFON

089 - 30 90 87 7 - 0

E-MAIL

stammstrecke@boleygeotechnik.de

UNSER ZEICHEN

CB/RS/PH - 17095

Boley Geotechnik GmbH

Beratende und bauvorlageberechtigte
Ingenieure | Öffentlich bestellte und
vereidigte Sachverständige für Erd-,
Grund- und Felsbau | Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau | Gutachter für Erd-
und Grundbau, Felsbau, Geokunststoffe,
Tunnelbau beim Eisenbahn-Bundesamt
(EBA)

Auenstraße 100
80469 München

Tel +49 89 3090877-0 | **Fax** -99

Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley

Dr.-Ing. Claas Meier

Dr.-Ing. Lisa Wilfing

Erstellt im Auftrag von:

DB Netz AG
Großprojekt 2. S-Bahn-
Stammstrecke München
Arnulfstraße 25-27
80335 München

Standorte

München | Stuttgart | Salzburg

Registergericht

AG München | HRB 244291

www.boleygeotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Daten Brunnen Probetrieb Aquifere TII und TV	6
4	Ablauf und Festlegung Parameter für den gravitativen Probetrieb in den Aquifere TII und TV	7
4.1	TII/TV – Phase 1, Absenkung	8
4.2	TII/TV – Phase 2, Simulation Brunnenausfall	9
4.3	TII/TV – Phase 3, Wiederanstiegsphase	10
5	Messkonzept	10
5.1	Pumpbrunnen	10
5.2	Kontroll- und Beobachtungsmessstellen	12
	Anlagenverzeichnis	14

1 Veranlassung

Zur Realisierung der Baumaßnahmen im Zuge der geplanten 2. S-Bahn-Stammstrecke sind am Haltepunkt Hauptbahnhof umfangreiche Bauwasserhaltungsmaßnahmen in den Aquiferen TII und TIV sowie im Aquifer TV vorgesehen. Für den Aushub der Baugrube und die Herstellung des Zentralen Aufgangs (ZA) sind außerhalb der umschlossenen Baugrube sowie innerhalb der Baugrube Pump- sowie Lenzbrunnen und Grundwassermessstellen in den relevanten Aquiferen geplant beziehungsweise bereits hergestellt.

Zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Brunnenanlage und der hydrogeologischen Baugrundeigenschaften soll ein Probetrieb in allen baurelevanten Aquiferen TII, TIV und TV durchgeführt werden. Vor dem Probetrieb im Aquifer TIV soll zunächst ein gleichzeitiger Probetrieb der Brunnen in den Aquiferen TII und TV durchgeführt werden, der Gegenstand dieser Handlungsanweisung ist. Die Dauer dieses Probetriebs ist mit ca. 6 Wochen vorgesehen.

Der Versuchsbetrieb soll Erkenntnisse liefern, ob die statisch erforderlichen Absenkziele in den Aquiferen TII und TV gemäß [U1] mit den hergestellten Brunnen erreicht werden können oder ob gegebenenfalls die Herstellung zusätzlicher Brunnen erforderlich wird. Zusätzlich sollen im Zuge des Probetriebs Grundlagendaten ermittelt werden, mit welchen die zu erwartenden Gesamtfördermengen und Reichweiten der jeweiligen Bauwasserhaltung am Hp Hauptbahnhof präziser prognostiziert werden können sowie mögliche Brunnenausfallsszenarien simuliert werden. Als Grundlage für den Probetrieb dient das seitens der Boley Geotechnik GmbH erstellte Probetriebskonzept [U2].

Mit der vorliegenden Handlungsanweisung werden die zu messenden Parameter und Grundwassermessstellen sowie die infolge der verwendeten Niveausteuerung geplanten Absenkkniveaus der Pumpbrunnen für den gleichzeitig laufenden Probetrieb der Brunnen in den Aquiferen TII und TV vorgegeben.

2 Verwendete Unterlagen

Der gegenständlichen Handlungsanweisung liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [U1]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Streckenabschnitt offene Bauweise West bis Marienhof inklusive Haltepunkt Hauptbahnhof, Geotechnischer Bericht, Zwischenbericht Stand 09.04.2020 – Fassung 3, Index A
- [U2]** Boley Geotechnik GmbH: Dok. Nr. 20_5_BGTxx_XXX_804_XX_KON_001_f, Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltung ZA - Probetrieb (VE 30), Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen Zentraler Aufgang (ZA), Stand 06.04.2022
- [U3]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – Modellgestützte Prüfung der Erreichbarkeit der Absenkziele für den Haltepunkt Hauptbahnhof (ZA & WE) in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV, 23.02.2021
- [U4]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – im Detail: Berechnete Pegelwasserstände beim Probetrieb von Pump- und Lenzbrunnen am Zentralen Aufgang in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV (analog Bauzustand 1), Planungsstand vom 02.02.2021, rev1. 10.02.2021
- [U5]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Probebrunnen Hauptbahnhof (VE 152a) und Probebrunnen Marienhof (VE 152), Brunnenherstellung und Ergebnisse der Pumpversuche, Geotechnischer Gesamtbericht, Stand 05.04.2019
- [U6]** SSF Ingenieure AG: Plan Nr.: 20_3_SSFxx_XXX_312_XX_PAS_001_-d, 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Haltepunkt Hauptbahnhof, Ausführungsplanung Grundwasserhaltung, Übersichtslageplan, Arbeitsstand 29.09.2021

Literatur

- [L1]** Herth, W., Arndts, E.: „Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung“, - 3. Auflage, Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & CO. KG, Berlin 1994

Technische Regelwerke

- [R1]** DVGW W 111:2015-03 „Pumpversuche bei der Wassererschließung“, Technische Regel; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2015
- [R2]** DVGW W 119:2002-12: „Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte“, Technische Regel; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- [R3]** DIN 18305:2019-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Wasserhaltungsarbeiten“, Beuth-Verlag, Berlin

3 Daten Brunnen Probetrieb Aquifere TII und TV

In Tabelle 1 sind alle Brunnen für den geplanten Probetrieb der Bauwasserhaltung in den Aquifere TII und TV im Bereich des Zentralen Aufgangs am Hp Hauptbahnhof mit den maßgebenden Förderraten für die Pumpendimensionierung (s. [U2]) zusammengestellt. Zur Pumpendimensionierung sind die für den Aquifer TII maßgebenden Werte der Förderraten gemäß den Berechnungsergebnissen von Aquasoil für den $k_{f,EW}$ mit einem Aufschlag von +100 % zu Grunde gelegt worden. Die maßgebenden Förderraten für den Aquifer TV wurden gemäß den Berechnungsergebnissen von Aquasoil für den $k_{f,Max}$ gewählt (vgl. [U2]).

Tabelle 1: Pumpbrunnen inklusive Pumpendimensionierung für den Probetrieb in den Aquifere TII und TV

Brunnen	Aquifer	Maßgebende Förderrate für Pumpendimensionierung in [l/s]
2S-5/BBA1-II	TII	0,8
2S-5/BBA2-II	TII	0,5
2S-5/BBA3-II	TII	0,2
2S-5/BBA4-II	TII	0,2
2S-5/BBA101-II	TII	0,3
2S-5/BBA6-II	TII	0,3
2S-5/BBA7-II	TII	0,3
2S-5/BBA8-II	TII	0,4
2S-5/BBA9-II	TII	0,6
2S-5/BBA10-II	TII	0,5
2S-5/BBA13-II	TII	1,1
2S-5/BBA22-II	TII	1,0
2S-5/BBA25-II	TII	1,1
2S-5/BBA26-II	TII	0,5
2S-5/BBA27-II	TII	0,4
2S-5/BBI80-V	TV	5,7
2S-5/BBI81-V	TV	6,6
2S-5/BBI84-V	TV	5,9
2S-5/BBI85-V	TV	5,3

Die Brunnen sind auf dem Lageplan in der Anlage A1.2 dargestellt. Auf den Lageplänen in den Anlagen A1.3 bis A1.5 sind alle Kontroll- und Beobachtungsmessstellen abgebildet, welche zur Überprüfung der erforderlichen Absenkziele im Nahbereich des Zentralen Aufgangs dienen (vgl.

[U2], Kapitel 5.2) sowie alle zusätzlich während des Probetriebs zu messenden Grundwassermessstellen darstellen.

Die Brunnen und Grundwassermessstellen sowie die zu messenden Aquifere sind in den Anlagen A.2 und A.3 tabellarisch zusammengestellt. Die kontinuierliche Messung der Grundwasserspiegel mittels Datenlogger in allen genannten Grundwassermessstellen ist für den Probetrieb in den Aquiferen TII und TV erforderlich. Die vom AN durch bereits installierte Datenlogger in zusätzlichen Grundwassermessstellen im Projektgebiet der 2. SBSS (vgl. Aqasys) gemessenen Grundwasserspiegel sind unabhängig vom Probetrieb weiterhin zu messen und deren Daten dem AG bzw. dessen Vertreter, der Boley Geotechnik GmbH, zur Verfügung zu stellen.

Das geplante Einbauniveau aller UWM-Pumpen bezogen auf OK Ansaugbereich sowie das geplante Einbauniveau von den Datenloggern inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG bzw. dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) zur Prüfung noch vor dem tatsächlichen Einbau der Pumpen und Datenlogger sowie das tatsächliche Einbauniveau vor Beginn des Probetriebs zu übergeben.

4 Ablauf und Festlegung Parameter für den gravitativen Probetrieb in den Aquiferen TII und TV

Aufgrund der Verwendung von niveaugesteuerten Pumpen werden keine expliziten Förderraten vorgegeben. Die Pumpensteuerung hat dementsprechend über die Absenkung zu erfolgen. Die Pumpen können gemäß [U2] dimensioniert werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen von zahlreichen Pumpversuchen in den Aquiferen TII und TV sowie aus den Ergebnissen des Probetriebs in der Gleishalle (vgl. [U2], Kapitel 4) wurden für die erforderlichen Absenkziele Förderraten ermittelt, die in etwa in der Größenordnung der Berechnungsergebnisse für die hydraulische Durchlässigkeit $k_{f,Ew}$ liegen.

Der Ablauf des geplanten gesamten Probetriebs ist in [U2] dargestellt und wird im Folgenden für den parallel laufenden Probetrieb in den Aquiferen TII und TV näher beschrieben.

Der beschriebene, geplante Ablauf des Probetriebs soll als Leitfaden zur Durchführung dienen und kann jederzeit aufgrund von gewonnenen Erkenntnissen während der Ausführung zeitlich und inhaltlich durch den AG bzw. dessen Vertreter vor Ort, der Boley Geotechnik GmbH, angepasst werden. Grundsätzlich ist keine der genannten Phasen ohne vorherige Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH zu beginnen oder zu beenden. Darüber hinaus ist jede Anpassung von Absenknieaus, Förderraten, Messintervallen, etc. vor Durchführung abzustimmen.

4.1 TII/TV – Phase 1, Absenkung

Die Grundwasserspiegel im Aquifer TII und TV sind mit Hilfe aller in A1.2 dargestellten Brunnen in beiden Aquiferen abzusenken. Folgende Absenkniveaus sollten in den Brunnen eingestellt werden:

- Aquifer TII: Absenkung Brunnen bis ca. 1 m benetzte Filterstrecke
- Aquifer TV: Absenkung Brunnen bis ca. OK Aquifer TIV (ca. 474 mNN).

Die jeweiligen festzulegenden Absenkniveaus jedes einzelnen Pumpbrunnens in [mNN] sind den Zusammenstellungen der Brunnen in den jeweiligen Aquiferen in der Anlage A.2 zu entnehmen. Die tatsächlichen Einbautiefen der UWM-Pumpen inklusive Ansaugbereich Pumpe und Höhe Trockenlaufschutz sowie der Datenlogger sind dem AG bzw. dessen Vertreter, der Boley Geotechnik GmbH, mindestens 1 Woche vor Beginn des Probetriebes zu übergeben.

Darüber hinaus sind während der Absenkphase alle in Anlage A.3 zusammengestellten Beobachtungs- und Kontrollmessstellen kontinuierlich mittels Datenlogger zu messen sowie bei den im Nahbereich der Schlitzwand liegenden Grundwassermessstellen zu überprüfen, ob und bei welchen Brunnenniveaus die statisch erforderliche Absenkung an der Schlitzwand erreicht werden konnte. Als Anhaltswerte sollen hierzu die maßgebenden Sollwerte in den Kontrollmessstellen in der nachfolgenden Tabelle 2 dienen, welche den aus dem hydrogeologischen Modell rein rechnerischen Minimalwert des Grundwasserspiegels für die Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ darstellen. Dadurch, dass der Probetrieb grundsätzlich auf die Erwartungswerte der hydraulischen Durchlässigkeit $k_{f,EW}$ in den Aquiferen TII und TV ausgelegt ist und es nicht zu erwarten ist, dass die minimalen und maximalen Grenzen der Bandbreite der hydraulischen Durchlässigkeit im Probetrieb abgedeckt werden, sind die maßgebenden Sollwerte in Tabelle 2 somit nur als Extremwerte der statisch erforderlichen Absenkziele zwischen zwei Pumpbrunnen zu verstehen und müssen nicht die Realität widerspiegeln.

Tabelle 2: Maßgebender Sollwert (Minimalwert aus $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$) für die Kontrollmessstellen in den Aquiferen TII und TV (s. [U2])

Kontrollmessstelle	Aquifer	maßgebender Sollwert (Minimalwert aus $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$) in [mNN]
2S-5/PBA5-Q/II/III/IV	TII	496,7
2S-5/PBA6-Q/II/III/IV	TII	496,5
2S-5/PBA7-Q/II/III/IV	TII	497,2
2S-5/PBA9-IV/V	TV	493,6
2S-5/PBI2-IV/V	TV	492,5
2S-5/PBI3-IV/V	TV	491,9

Sollten die Absenkziele in den Kontroll- beziehungsweise Beobachtungsmessstellen im Beharungszustand nicht erreicht werden, ist, sofern technisch umsetzbar, ein Tieferlegen der Absenkkniveaus in den betreffenden Brunnen abhängig vom noch abzusenkenden Betrag notwendig. Eine Anpassung der Absenkkniveaus darf nur in Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH erfolgen.

4.2 TII/TV – Phase 2, Simulation Brunnenausfall

Nach Erreichen der maximalen Absenkung in beiden Aquiferen sollen ebenfalls in beiden Aquiferen mehrere Brunnenausfallszenarien simuliert werden, um Erkenntnisse über die erforderliche Kompensation durch die niveaugesteuerte Erhöhung der Förderraten in den umliegenden Brunnen zu gewinnen.

Sollten die Brunnenausfälle durch die automatische Erhöhung der Fördermengen aufgrund der Niveausteuerung in den benachbarten Brunnen nicht kompensiert werden können, ist nach Absprache mit dem AG bzw. mit dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) ein Tieferlegen der Absenkkniveaus in den betreffenden Brunnen abhängig vom noch abzusenkenden Betrag bzw. sofern technisch umsetzbar gegebenenfalls notwendig. Eine Anpassung der Absenkkniveaus darf nur in Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH erfolgen.

Nach ca. 2 bis 4 Tagen Simulation des Brunnenausfalls sind die Pumpen wieder einzuschalten und das Absenkkniveau nach Phase 1 wieder herzustellen, bevor der nächste Brunnenausfall simuliert werden kann. In nachfolgender Tabelle 3 sind die geplanten Brunnenausfallszenarien nach geplantem zeitlichem Ablauf zusammengestellt. Falls in einer Arbeitswoche mehrere Brunnenausfallszenarien geplant sind, können diese jeweils gleichzeitig stattfinden (A1, B1 und C1 bzw. A2 und C2).

Tabelle 3: Brunnenausfallszenarien gemäß [U2]

Phase	Woche	Szenario	Brunnen	Aquifer
4	3	A1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA101-II	TII
		B1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA27-II	
		C1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBI85-V	
	4	A2 Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA101-II und 2S-5/BBA4-II	TII
		C2 Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBI85-V und 2S-5/BBI80-V	TV
	5	B2 Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA27-II und 2S-5/BBA13-II	TII

4.3 TII/TV – Phase 3, Wiederanstiegsphase

Nach der Simulation aller Brunnenausfallszenarien und nach dem Erreichen des Absenkkniveaus für die erforderliche Absenkung in beiden Aquiferen sind alle Pumpen in den Brunnen der Aquifere TII und TV abzustellen. Die Wiederanstiege in den Pumpbrunnen sowie in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sind bis zum Erreichen der Ruhewasserspiegel bzw. mindestens eine Woche lang zu messen. Die Anweisung zum Ausbau der Datenlogger beziehungsweise das Ende der Wiederanstiegsmessungen erfolgt seitens AG bzw. der Boley Geotechnik GmbH.

5 Messkonzept

5.1 Pumpbrunnen

Während der jeweiligen Pumpversuche des Probetriebs sollten nachfolgende Parameter in den Pumpbrunnen bzw. in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen gemessen bzw. beobachtet und dokumentiert werden. Der Umfang an händischen Kontrollmessungen innerhalb der Pumpbrunnen bzw. Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sowie der zu messenden Parameter und zugehöriger Messintervalle sind zusätzlich in den Anlagen A.3 bis A.5 detailliert zusammengestellt.

- Gesamtförderrate pro Aquifer- und Einzelförderrate pro Brunnen
- Absenkung (Erfassung des Wasserstands im Brunnen und in den umliegenden Kontroll- und Beobachtungsmessstellen automatisch mit Datenloggern und händischen Kontrollmessungen) gemäß Anlage A.3
- Geruch, Farbe, Trübung, pH-Wert, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, O₂-Sättigung gemäß Anlage A.5
- Brunnenbezogene Sandführung des geförderten Wassers gemäß Anlage A.4
- ggf. besondere Vorkommnisse (z.B. Pumpenausfall, etc.)

Die Sandförderung oder ein anderweitiger Bodenaustrag ist brunnenbezogen gemäß dem in den jeweiligen Handlungsanweisungen vorgegebenen Umfang zu beobachten. Grundsätzlich sind an jedem Pumpbrunnen unmittelbar nach Inbetriebnahme, 24 Stunden nach Inbetriebnahme, einmal wöchentlich sowie in den umliegenden Brunnen nach Brunnenausfallszenarien brunnenbezogene Sandmessungen durchzuführen. Darüber hinaus ist der Sandgehalt des Gesamtstroms täglich zu messen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu protokollieren, wobei der maximal zulässiger Restsandgehalt in Anlehnung an [R2] von 1,0 ml/m³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) nicht überschritten werden soll. Bei den brunnenbezogenen Sandmessungen sind pro Pumpbrunnen ca. 10 l Wasser aus der Steigleitung in einen weißen Eimer zu leiten und die im Eimer abgesetzte Sandfracht mittels Imhofftrichter in ml/10 l Wasser zu messen. Da der maximal zulässige Restsandgehalt im Imhofftrichter von umgerechnet 0,01 ml/10 l nicht

direkt messbar ist, muss eine mögliche Sandführung zusätzlich augenscheinlich im 10 l Eimer bzw. im Imhofftrichter bestimmt werden. Sollte ein Austrag während des Versuchsbetriebs festgestellt werden, ist dies dem AG unverzüglich zu melden. Der weitere Versuchsablauf bzw. ein ggfs. erforderlicher Versuchsabbruch ist dann mit der DB Netz AG bzw. dessen Vertretung vor Ort, der Boley Geotechnik GmbH, abzustimmen.

Die Förderrate pro Pumpbrunnen ist mittels MID mindestens im Minutentakt aufzuzeichnen. Die Datenübermittlung der Förderrate pro Pumpbrunnen in den Pumpbrunnen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt.

Um ein Trockenfallen der Datenlogger zu verhindern, sind Selbige in allen Pumpbrunnen (s. Tabelle 1) unterhalb der jeweiligen UWM-Pumpe einzubauen. Die Datenlogger sollten spätestens ca. 1 bis 2 Wochen vor Probetriebsbeginn installiert werden. Das Einbauniveau aller Datenlogger inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG noch vor Beginn des Probetriebs zu übergeben. Die Absenkung und der Wiederanstieg ist mindestens im Minutentakt aufzeichnen. Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den Pumpbrunnen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt.

In den Pumpbrunnen sollten gemäß Anlage A.3 zunächst alle Ruhewasserspiegel vor Beginn, sofern betriebsbedingt möglich, zur Plausibilisierung der Ergebnisse der Datenlogger händische Messungen beziehungsweise Kontrollmessungen durchgeführt werden. Darüber hinaus sind händische Messungen zumindest in allen Pumpbrunnen ca. eine Woche nach Probetriebsbeginn, bzw. zum Teil nach den Brunnenausfallszenarien und unmittelbar nach dem Abschalten der Pumpbrunnen zu wiederholen. Alle händischen Messungen in den jeweiligen Pumpbrunnen sowie deren Umfang und Messintervall sind in Anlage A.3 umfassend zusammengestellt. Die Messwerte sind zu protokollieren. Der Probetrieb sollte erst dann begonnen werden, wenn die Messungen der Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen kalibriert wurden. Zusätzlich sind vor Ort während der durchzuführenden Sandmessungen wasserchemische Parameter gemäß Anlage A.5 zu messen und aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen aller Messungen sind spätestens am Folgetag in Form von Excel-Tabellen an die Gutachterliche Baubegleitung vor Ort zu übergeben.

Nach Abschalten der Pumpen soll der Wasserspiegel in den Pumpbrunnen bis zum Erreichen des Ruhewasserspiegels bzw. mindestens 7 Tage lang beobachtet bzw. aufgezeichnet werden. Das genaue Ende der Aufzeichnung des Wiederanstieges mittels Datenlogger wird seitens der Boley Geotechnik GmbH beziehungsweise der DB Netz AG festgelegt.

5.2 Kontroll- und Beobachtungsmessstellen

Zur Beobachtung des Grundwasserspiegels der Aquifere Q/TI, TII, TIV und TV während des Probetriebs stehen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen zur Verfügung. Die Kontrollmessstellen unmittelbar im Bereich der Schlitzwand des ZA mit den entsprechenden maßgebenden Sollwerten (s. Tabelle 2) dienen zur Überprüfung der rein rechnerisch für die Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ prognostizierten erforderlichen Absenkziele. Die Messung der Grundwasserspiegel in allen weiteren Grundwassermessstellen (Beobachtungsmessstellen) dient zur Ermittlung des Absenkverhaltens der jeweiligen Aquifere, derer gegenseitigen Beeinflussung und zur späteren Kalibrierung des Grundwassermodells.

Die zu messenden Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sind in Anlage A.3 zusammengestellt. Alle Grundwassermessstellen sind ca. 1 bis 2 Wochen vor Pumpversuchsbeginn mit Datenloggern auszustatten und zu messen. Darüber hinaus ist während des gesamten Probetriebs die Zugänglichkeit aller Grundwassermessstellen zu gewährleisten. Gegebenenfalls nur schwer zu öffnende Unterflurschächte, Kanaldeckel, etc. sind (wenn arbeits- bzw. zufahrtstechnisch möglich) für die Dauer des Probetriebs mit provisorischen, leicht zu öffnenden Abdeckungen zu versehen. Um ein Trockenfallen der Datenlogger zu verhindern, sind Selbige in allen GWMs mindestens auf das Niveau der UWM-Pumpen benachbarter Pumpbrunnen einzubauen. Darüber hinaus sind Datenlogger zu wählen, deren Messbereich innerhalb der prognostizierten Absenkungen liegen. Im Bereich des ZA sind im bepumpten Aquifer die möglichen prognostizierten Absenkungen gemäß den maximalen Absenkstufen in den Pumpbrunnen zu wählen (s. Anlage A1.3). In den sonstigen Grundwassermessstellen (s. Anlagen A1.4 und A1.5) sind in den Aquifere TII und TV in ca. 300 m Entfernung noch Absenkungen von 5 bis 10 m zu erwarten (vgl. [U2], Kapitel 4). Das Einbauniveau aller Datenlogger inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG noch vor Beginn des Probetriebs zu übergeben.

Die Datenlogger in allen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sollen analog zu denen in den Pumpbrunnen im Minutentakt die Absenkung bzw. den Wiederanstieg aufzeichnen. Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den Grundwassermessstellen unmittelbar um den Zentralen Ausgang sollte analog zu den Pumpbrunnen möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt (s. Anlage A1.3). Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den vom ZA weiter entfernten Beobachtungsmessstellen (s. Anlagen A1.4 und A1.5) kann auch in einem größeren zeitlichen Abstand erfolgen, sollte jedoch mindestens jede 4 Stunden aktualisiert werden. Das Mess- und Übermittlungsintervall der Wasserstände innerhalb der seitens der VE41 in Obhut genommenen GWMs (2S-6/03 und 2S-6/12) entspricht den Vorgaben der VE41 bzw. wird seitens AG mit der VE41 abgestimmt.

In den Grundwassermessstellen sollten gemäß Anlage A.3 zunächst alle Ruhewasserspiegel vor Beginn zur Plausibilisierung der Ergebnisse der Datenlogger händische Messungen beziehungsweise Kontrollmessungen durchgeführt werden. Darüber hinaus sind in den unmittelbar im Nahbereich des ZA liegenden Grundwassermessstellen händische Messungen wöchentlich, bzw. zum Teil nach den Brunnenausfallszenarien und unmittelbar nach dem Abschalten der

Pumpbrunnen zu wiederholen. Alle händischen Messungen in den jeweiligen Grundwassermessstellen sowie deren Umfang, Intervall, vor und nach welcher Phase sowie in welchen Aquiferen händisch gemessen werden soll, sind in Anlage A.3 umfassend zusammengestellt. Die Messwerte sind zu protokollieren. Der Probebetrieb sollte erst dann begonnen werden, wenn die Messungen der Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen kalibriert wurden. Sollten während des Probebetriebs Messdifferenzen der Grundwasserspiegelmessungen von mehr als 0,1 m zwischen den Datenloggern und den händischen Kontrollmessungen liegen, so sind die Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen nach zu justieren. Die Aufzeichnungen sind spätestens am Folgetag in Form von Excel-Tabellen an die Gutachterliche Baubegleitung vor Ort zu übergeben.

Nach Abschalten der Pumpen soll der Wasserspiegel in den allen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen bis zum Erreichen des Ruhewasserspiegels bzw. mindestens 7 Tage lang beobachtet bzw. aufgezeichnet werden. Das genaue Ende der Aufzeichnung des Wiederanstieges mittels Datenlogger wird seitens der Boley Geotechnik GmbH beziehungsweise der DB Netz AG festgelegt.

Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley

i.A. M.Sc. Regina Stöger

i.A. M.Sc. Peter Hofstetter

Anlagenverzeichnis

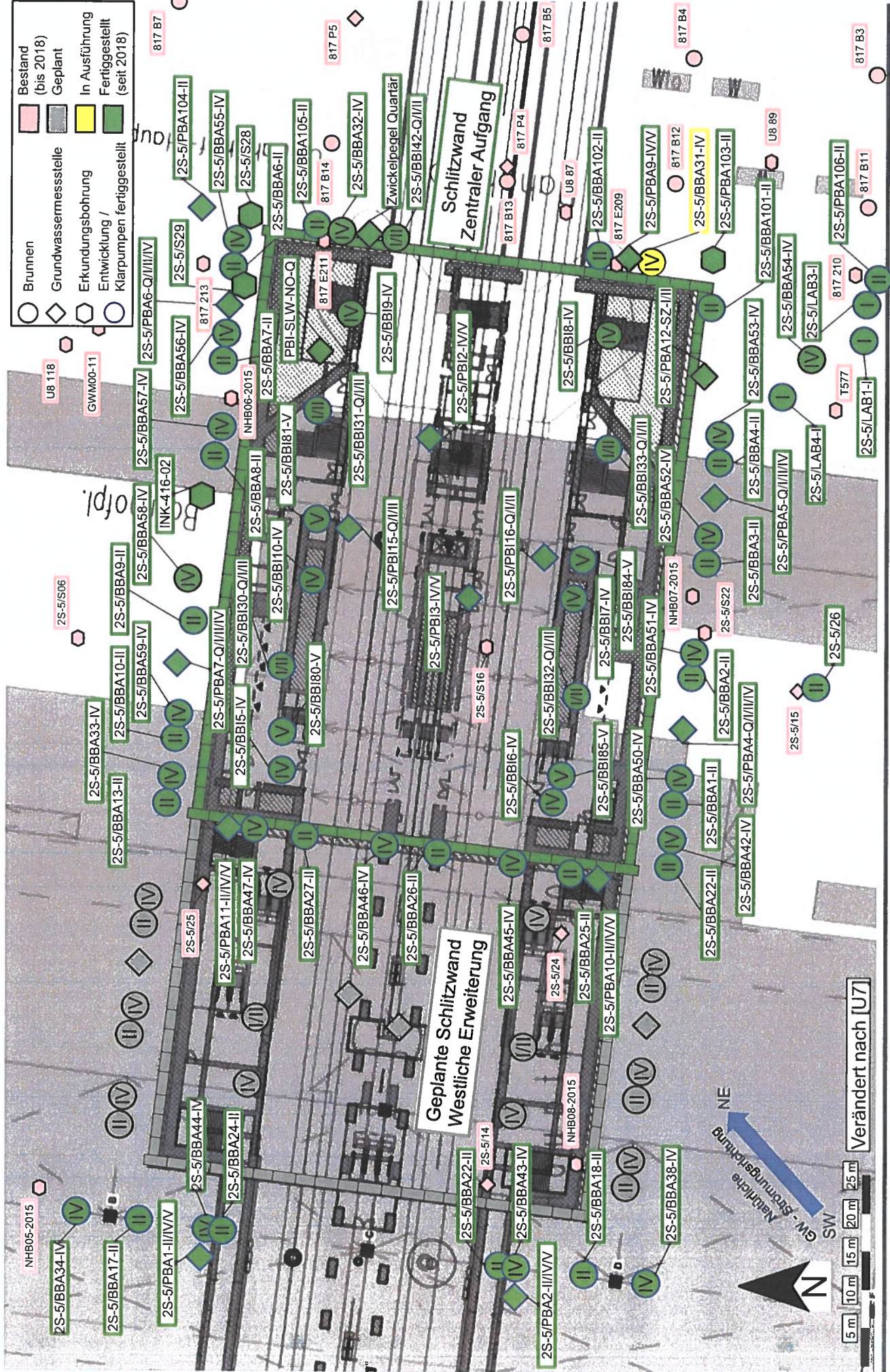
- A.1 Lagepläne der Brunnen sowie Kontroll- und Beobachtungsmessstellen
 - A1.1 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TII + TV, Übersichtslageplan
 - A1.2 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TII + TV, Lageplan Brunnen
 - A1.3 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TII + TV, Lageplan GWMs ZA irgendwie
 - A1.4 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TII + TV, Lageplan Beobachtungsmessstellen (01)
 - A1.5 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TII + TV, Lageplan Beobachtungsmessstellen (02)
- A.2 Zusammenstellung Ausbau aller Pumpbrunnen inklusive Absenkniveaus
 - A2.1 Ausbau und Absenkniveau Pumpbrunnen Aquifer TII
 - A2.2 Ausbau und Absenkniveau Pumpbrunnen Aquifer TV
- A.3 Zusammenstellung aller Grundwassermessstellen (Kontroll- und Beobachtungsmessstellen) inklusive Umfang händischer Kontrollmessungen
 - A3.1 Händische Messungen ZA
 - A3.2 Händische Messungen Sonstige GWMs
- A.4 Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Sandmessungen
 - A4.1 Sandmessungen Pumpbrunnen Aquifer TII
 - A4.2 Sandmessungen Pumpbrunnen Aquifer TV
- A.5 Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Messung Vor-Ort-Parameter
 - A5.1 Messumfang Vor-Ort-Parameter Pumpbrunnen Aquifer TII
 - A5.2 Messumfang Vor-Ort-Parameter Pumpbrunnen Aquifer TV

Anlage 1

Lagepläne der Brunnen sowie Kontroll- und Beobachtungsmessstellen

Anlagen-Nr.	
A1.1	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Übersichtslageplan
A1.2	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan Brunnen
A1.3	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan GWMs Zentraler Aufgang
A1.4	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (01)
A1.5	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (02)

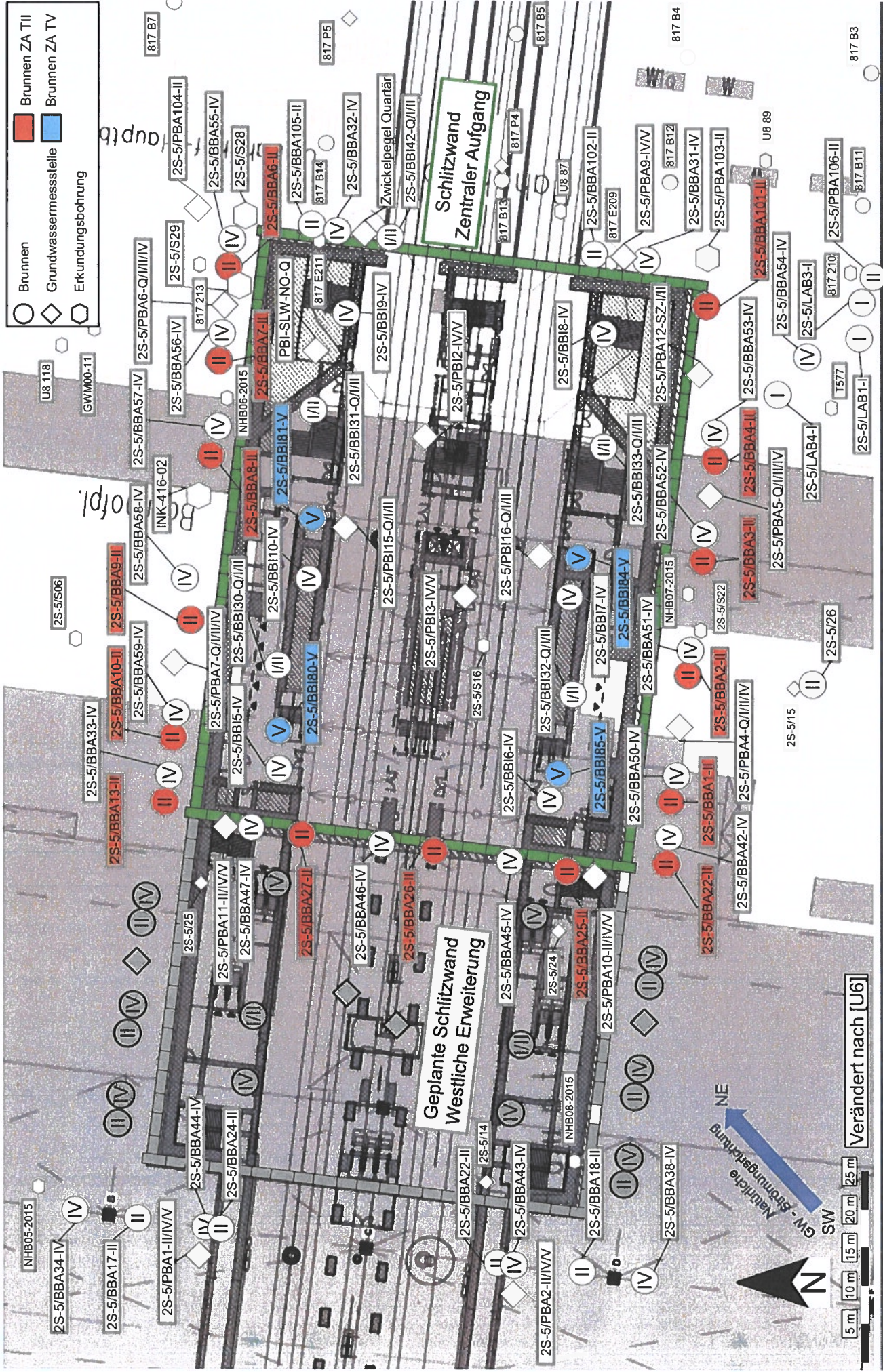
Hp Hbf, ZA, Pr bebetrieb ZA, Übersichtsplan



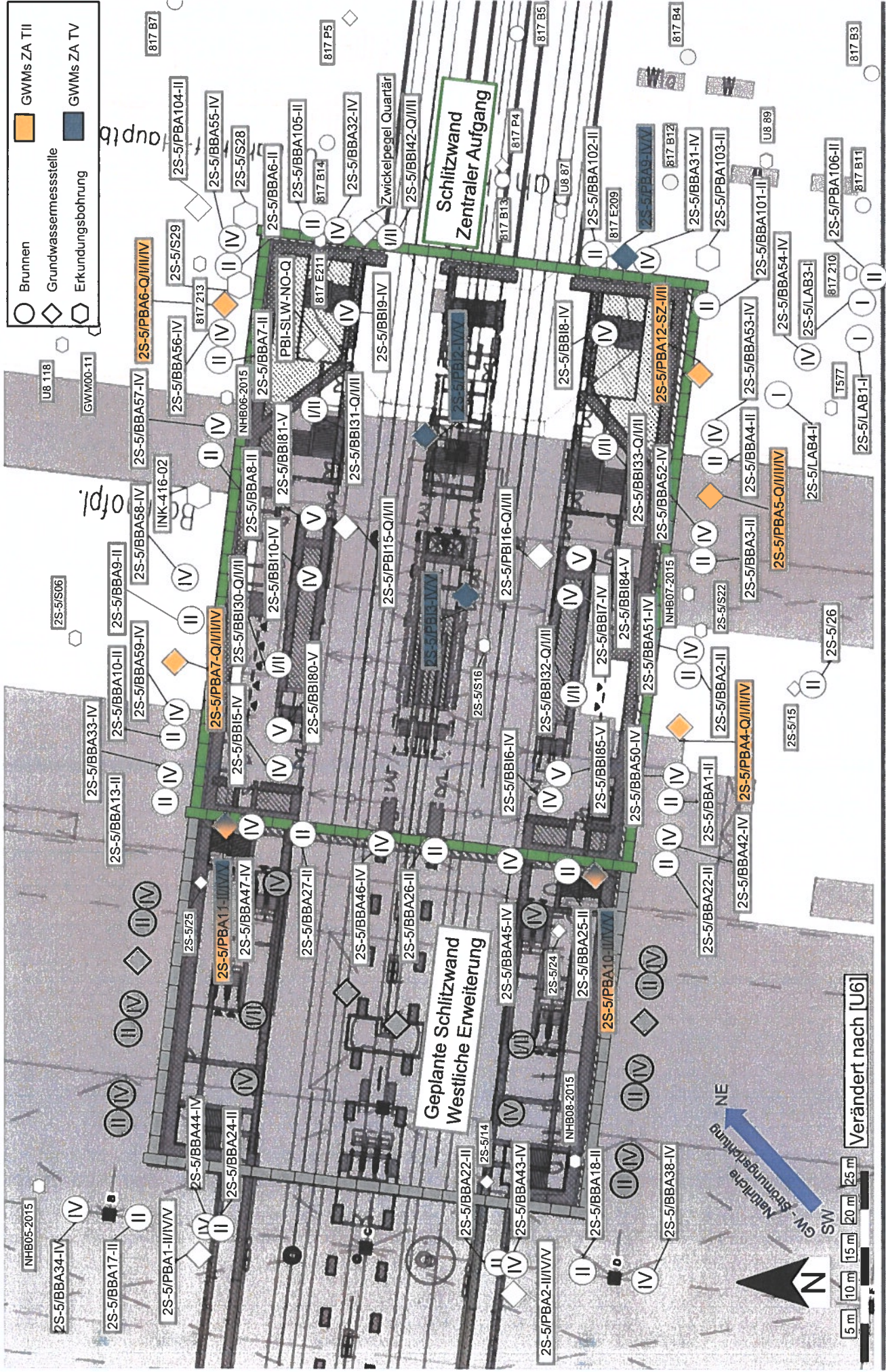
- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| ○ | Brunnen | ○ | Bestand (bis 2018) |
| ◊ | Grundwasseressstelle | ○ | Geplant |
| ⊡ | Erkundungsbohrung | ○ | In Ausführung |
| ⊠ | Entwicklung / Klarpumpen fertiggestellt | ○ | Fertiggestellt (seit 2018) |

N
 Nächste Richtung
 NE
 SW
 GW - Stromsrichtung
 Verändert nach [U7]

Hp Hbf, ZA, Projektbetrieb TII + TV, Lageplan Brunnen



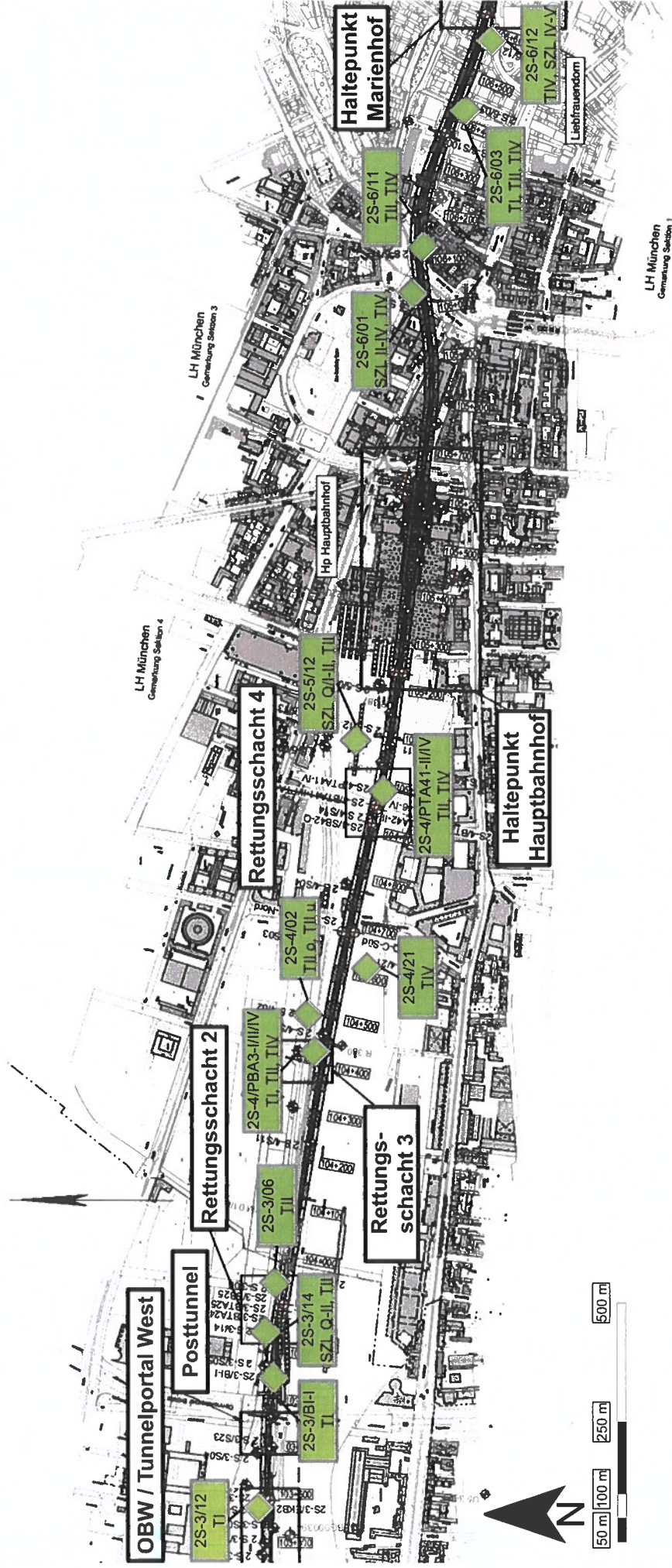
Hp Hbf, ZA, Prob betrieb TII + TV, La_eplan GWMs ZA



Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (1)



Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (2)



Anlage 2

Zusammenstellung Ausbau aller Pumpbrunnen inklusive Absenkniveaus

Anlagen-Nr.	
A2.1	Ausbau und Absenkniveau Pumpbrunnen Aquifer TII
A2.2	Ausbau und Absenkniveau Pumpbrunnen Aquifer TV

Brunnen	GOK [mNN]	OK Filterrohr [m u. GOK]	UK Filterrohr [m u. GOK]	Länge Filterrohr [m]	OK Filterrohr [mNN]	UK Filterrohr [mNN]	OK Filterkies [m u. GOK]	UK Filterkies [m u. GOK]	Mächtigkeit Filterkies [m]	OK Filterkies [mNN]	UK Filterkies [mNN]	Bohr-Ø [mm]	Ausbau-Ø [mm]	Absenkniveau [mNN]
2S-5/BBA1-II	516,50	21,7	23,7	2,0	494,80	492,80	20,4	24,2	3,8	496,10	492,30	380	175	493,80
2S-5/BBA2-II	516,50	20,4	23,4	3,0	496,10	493,10	19,8	23,9	4,1	496,70	492,60	380	175	494,10
2S-5/BBA3-II	516,50	20,4	21,4	1,0	496,10	495,10	19,8	21,9	2,1	496,70	494,60	380	175	496,10
2S-5/BBA4-II	516,50	21,2	24,2	3,0	495,30	492,30	20,6	24,7	4,1	495,90	491,80	380	175	493,30
2S-5/BBA6-II	516,50	21,0	28,0	7,0	495,50	488,50	16,8	28,5	11,7	499,70	488,00	380	175	492,50
2S-5/BBA7-II	516,50	21,7	24,7	3,0	494,80	491,80	20,7	25,2	4,5	495,80	491,30	380	175	492,80
2S-5/BBA8-II	516,50	21,3	24,3	3,0	495,20	492,20	20,3	24,8	4,5	496,20	491,70	380	175	493,20
2S-5/BBA9-II	516,50	20,3	23,3	3,0	496,20	493,20	19,8	23,8	4,0	496,70	492,70	380	175	494,20
2S-5/BBA10-II	516,50	21,0	23,0	2,0	495,50	493,50	20,0	23,8	3,8	496,50	492,70	380	175	494,50
2S-5/BBA13-II	516,50	22,0	24,0	2,0	494,50	492,50	20,0	24,5	4,5	496,50	492,00	380	175	493,50
2S-5/BBA22-II	516,50	21,0	23,0	2,0	495,50	493,50	19,6	23,5	3,9	496,90	493,00	380	175	494,50
2S-5/BBA25-II	517,36	23,5	24,5	1,0	493,86	492,86	22,9	25,0	2,1	494,46	492,36	380	175	493,86
2S-5/BBA26-II	517,30	23,5	24,5	1,0	493,80	492,80	22,6	25,0	2,4	494,70	492,30	380	175	493,80
2S-5/BBA27-II	517,35	22,0	23,0	1,0	495,35	494,35	21,4	23,5	2,1	495,95	493,85	380	175	495,35
2S-5/BBA101-II	516,50	21,0	26,0	5,0	495,50	490,50	14,0	26,5	12,5	502,50	490,00	380	175	493,90

Brunnen	GOK [mNN]	OK Filterrohr [m u. GOK]	UK Filterrohr [m u. GOK]	Länge Filterrohr [m]	OK Filterrohr [mNN]	UK Filterrohr [mNN]	OK Filterkies [m u. GOK]	UK Filterkies [m u. GOK]	Mächtigkeit Filterkies [m]	OK Filterkies [mNN]	UK Filterkies [mNN]	Bohr- ϕ [mm]	Ausbau- ϕ [mm]	Absenkniveau [mNN]
2S-5/BB180-V	516,5	65,3	75,3	10	451,2	441,2	63,8	75,8	12	452,7	440,7	600	300	474
2S-5/BB181-V	516,5	60,7	75,7	15	455,8	440,8	59,3	76,2	16,9	457,2	440,3	600	300	474
2S-5/BB184-V	516,5	60,8	75,8	15	455,7	440,7	60	76,3	16,3	456,5	440,2	600	300	474
2S-5/BB185-V	516,5	65,2	76,2	11	451,3	440,3	63,9	76,7	12,8	452,6	439,8	600	300	474

Anlage 3

Zusammenstellung aller Grundwassermessstellen (Kontroll- und Beobachtungsmessstellen)
inklusive Umfang händischer Kontrollmessungen

Anlagen-Nr.	
A3.1	Händische Messungen ZA
A3.2	Händische Messungen Sonstige GWMs

2S-5/BBBA46-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA47-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA50-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA51-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA52-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA53-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA54-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA55-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA56-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA57-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA58-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBBA59-IV	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/BBB180-V	TV																		
2S-5/BBB181-V	TV																		
2S-5/BBB184-V	TV																		
2S-5/BBB185-V	TV																		
2S-5/PB12-IV/V	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PB13-IV/V	TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA4-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA5-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA6-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA7-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA9-IV/V	TIV, TV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA10-II/IV/V	TII, TIV, TV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA11-II/IV/V	TII, TIV, TV	TIV	TIV															TIV	TIV
2S-5/PBA12-SZ-II/II	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u																		

x:	durchzuführende Messungen
Hinweise:	<p>* Alle händischen Messungen sind mit den zeitgleich aufgezeichneten Datenlogger-Messwerten abzugleichen. * Bei einer Abweichung von ≥ 10 cm zwischen den Messwerten, sind die Datenlogger gemäß händischen Kontrollmessungen neu zu kalibrieren. * Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen bzw. an der betreffenden GWM gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.</p>

Brunnen / GWM	ca. 1-2 Wochen vor Beginn Probebetrieb Aquifer TII + TV	Vor Beginn Brunnenausfallszenarien Probebetrieb Aquifere TII + TV	Unmittelbar vor Ende Probebetrieb in den Aquiferen TII + TV	Nach Erreichen Ruhewasserspiegel in den Aquiferen TII + TV	Jeder zweite Freitag nach Beginn Probebetrieb Aquifer TIV	Unmittelbar vor Ende Probebetrieb im Aquifer TIV	Nach Erreichen Ruhewasserspiegel Aquifer TIV
2S-3/06	TII						
2S-3/12	TI						
2S-3/14	SZL Q-II, TII						
2S-3/BI-I	TI						
2S-4/02	TII o, TII u						
2S-4/21	TIV				TIV	TIV	TIV
2S-4/PBA3-I/II/IV	TI, TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-4/PTA41-II/IV	TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-5/03	TII, SZL II-IV, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-5/03b	SZL Q/I-II						
2S-5/12	SZL Q/I-II, TII						
2S-5/15	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/18	SZL Q/I-II, TII, TIV	SZL Q/I-II, TII	SZL Q/I-II, TII	SZL Q/I-II, TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/21	TII	TII	TII	TII			
2S-5/23	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/24	TV	TV	TV	TV			
2S-5/25	TV	TV	TV	TV			
2S-5/26	TII	TII	TII	TII			
2S-5/LAB1-I	TI	TI	TI	TI			
2S-5/LAP1-I	TI	TI	TI	TI			
2S-5/PBA104-II	TII	TII	TII	TII			
2S-5/PBA106-II	TII	TII	TII	TII			
2S-5/PBA1-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/PBA2-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA1-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
5/PTA2-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA3-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA4-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-6/01	SZL II-IV, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/03	TI, TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/11	TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/12	TIV, SZL IV-V				TIV, SZL IV-V	TIV, SZL IV-V	TIV, SZL IV-V

x:	durchzuführende Messungen
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Alle händischen Messungen sind mit den zeitgleich aufgezeichneten Datenlogger-Messwerten abzugleichen. * Bei einer Abweichung von ≥ 10 cm zwischen den Messwerten, sind die Datenlogger gemäß händischen Kontrollmessungen neu zu kalibrieren. * Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen bzw. an der betreffenden GWM gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Anlage 4

Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Sandmessungen

Anlagen-Nr.	
A4.1	Sandmessungen Pumpbrunnen Aquifer TII
A4.2	Sandmessungen Pumpbrunnen Aquifer TIV

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TII	24 h nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TII	Jeden Freitag bis Pumpende Probebetrieb Aquifere TII + TV	Unmittelbar nach Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA101-II und 2S-5/BBA27-II	Unmittelbar nach Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA101-II und 2S-5/BBA4-II	Unmittelbar nach Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA13-II und 2S-5/BBA27-II
2S-5/BBA1-II	x	x	x			
2S-5/BBA2-II	x	x	x		x	
2S-5/BBA3-II	x	x	x	x	x	
2S-5/BBA4-II	x	x	x	x		
2S-5/BBA6-II	x	x	x			
2S-5/BBA7-II	x	x	x			
2S-5/BBA8-II	x	x	x			
2S-5/BBA9-II	x	x	x			
2S-5/BBA10-II	x	x	x			x
2S-5/BBA13-II	x	x	x	x		
2S-5/BBA22-II	x	x	x			
2S-5/BBA25-II	x	x	x			
2S-5/BBA26-II	x	x	x	x		x
2S-5/BBA27-II	x	x	x			
2S-5/BBA101-II	x	x	x			

x:	durchzuführende Sandmessung	
Täglich:	Sandmessung Gesamtstrom. Bei gemessener Sandförderung im Gesamtstrom sind sofort alle bepumpten Brunnen einzeln zu messen.	
Messumfang:	Einzelmessung pro Brunnen:	Sandmessung in ml/10l
	Gesamtstrommessung:	Sandmessung in ml/m ³
Hinweise:	* Maximal zulässiger Restsandgehalt in Anlehnung an DVGW-W119: 1,0 ml/m ³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) * Erkundete Sandführungen im Einzelbrunnen bzw. im Gesamtstrom sind sofort der DB bzw. BGT zu melden. * Bei erkundeter Sandführung an Einzelbrunnen ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen. * Sollten sich im Zuge der Brunnenausfallszenarien Brunnen an der Kompensation maßgeblich beteiligen (Anstieg Fördermenge), die gemäß obenstehender Tabelle nicht zusätzlich überwacht werden sollen, sind auch diese Brunnen bezüglich der Sandführung zu messen.	

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TV	24 h nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TV	Jeden Freitag bis Pumpende Probetrieb Aquifere TII + TV	Unmittelbar nach Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BB185-V	Unmittelbar nach Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BB185-V und 2S-5/BB180-V
2S-5/BB180-V	x	x	x	x	
2S-5/BB181-V	x	x	x	x	x
2S-5/BB184-V	x	x	x	x	x
2S-5/BB185-V	x	x	x		

x:	durchzuführende Sandmessung
Täglich:	Sandmessung Gesamtstrom. Bei gemessener Sandförderung im Gesamtstrom sind sofort alle bepumpten Brunnen einzeln zu messen.
Messumfang:	Einzelmessung pro Brunnen: Sandmessung in ml/10l
	Gesamtstrommessung: Sandmessung in ml/m ³
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Maximal zulässiger Restsandgehalt in Anlehnung an DVGW-W119: 1,0 ml/m³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) * Erkundete Sandführungen im Einzelbrunnen bzw. im Gesamtstrom sind sofort der DB bzw. BGT zu melden. * Bei erkundeter Sandführung an Einzelbrunnen ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen. * Sollten sich im Zuge der Brunnenausfallszenarien Brunnen an der Kompensation maßgeblich beteiligen (Anstieg Fördermenge), die gemäß obenstehender Tabelle nicht zusätzlich überwacht werden sollen, sind auch diese Brunnen bezüglich der Sandführung zu messen.

Anlage 5

Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Messung Vor-Ort-Parameter

Anlagen-Nr.	
A5.1	Messumfang Vor-Ort-Parameter Pumpbrunnen Aquifer TII
A5.2	Messumfang Vor-Ort-Parameter Pumpbrunnen Aquifer TV

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TII	Jeden Freitag bis Pumpende Probetrieb Aquifere TII + TV
2S-5/BBA1-II	x	x
2S-5/BBA2-II	x	x
2S-5/BBA3-II	x	x
2S-5/BBA4-II	x	x
2S-5/BBA6-II	x	x
2S-5/BBA7-II	x	x
2S-5/BBA8-II	x	x
2S-5/BBA9-II	x	x
2S-5/BBA10-II	x	x
2S-5/BBA13-II	x	x
2S-5/BBA22-II	x	x
2S-5/BBA25-II	x	x
2S-5/BBA26-II	x	x
2S-5/BBA27-II	x	x
2S-5/BBA101-II	x	x

x:	durchzuführende Messungen
Messumfang:	<ul style="list-style-type: none"> * Temperatur [°C] * pH-Wert [-] * Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] * Redoxpotential [mV] * O₂-Sättigung [mg/l] * Geruch/Farbe/Trübung
Hinweise:	* Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TV	Jeden Freitag bis Pumpende Probetrieb Aquifere TII + TV
2S-5/BBI80-V	x	x
2S-5/BBI81-V	x	x
2S-5/BBI84-V	x	x
2S-5/BBI85-V	x	x

x:	durchzuführende Messungen
Messumfang:	<ul style="list-style-type: none"> * Temperatur [°C] * pH-Wert [-] * Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] * Redoxpotential [mV] * O₂-Sättigung [mg/l] * Geruch/Farbe/Trübung
Hinweise:	* Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Anlage 3

2. S-Bahn-Stammstrecke – Hp Hauptbahnhof

Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen, ZA

BOLEYGEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE

Anlage 3

Handlungsanweisung für den Probetrieb im Aquifer TIV

Boley Geotechnik GmbH | Auenstrasse 100 | 80469 München

2. S-Bahn-Stammstrecke München

Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltung ZA
Probetrieb (VE30)

Handlungsanweisung für den Probetrieb der Brunnen im Aquifer TIV

DATUM

06.04.2022

BEARBEITER

Prof. Boley / Stöger / Hofstetter

TELEFON

089 - 30 90 87 7 - 0

E-MAIL

stammstrecke@boleygeotechnik.de

UNSER ZEICHEN

CB/RS/PH - 17095

Boley Geotechnik GmbH

Beratende und bauvorlageberechtigte
Ingenieure | Öffentlich bestellte und
vereidigte Sachverständige für Erd-,
Grund- und Felsbau | Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau | Gutachter für Erd-
und Grundbau, Felsbau, Geokunststoffe,
Tunnelbau beim Eisenbahn-Bundesamt
(EBA)

Auenstraße 100
80469 München

Tel +49 89 3090877-0 | **Fax** -99

Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley

Dr.-Ing. Claas Meier

Dr.-Ing. Lisa Wilfing

Erstellt im Auftrag von:

DB Netz AG
Großprojekt 2. S-Bahn-
Stammstrecke München
Arnulfstraße 25-27
80335 München

Standorte

München | Stuttgart | Salzburg

Registergericht

AG München | HRB 244291

www.boleygeotechnik.de

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Verwendete Unterlagen	4
3	Daten Brunnen Probetrieb im Aquifer TIV	6
4	Ablauf und Festlegung Parameter für den gravitativen Probetrieb im Aquifer TIV	7
4.1	TIV – Phase 1, Absenkung	8
4.2	TIV – Phase 2, Simulation Brunnenausfall	9
4.3	TIV – Phase 3, Wiederanstiegsphase	10
5	Messkonzept	10
5.1	Pumpbrunnen	10
5.2	Kontroll- und Beobachtungsmessstellen	12
	Anlagenverzeichnis	14

1 Veranlassung

Zur Realisierung der Baumaßnahmen im Zuge der geplanten 2. S-Bahn-Stammstrecke sind am Haltepunkt Hauptbahnhof umfangreiche Bauwasserhaltungsmaßnahmen in den Aquiferen TII und TIV sowie im Aquifer TV vorgesehen. Für den Aushub der Baugrube und die Herstellung des Zentralen Aufgangs (ZA) sind außerhalb der umschlossenen Baugrube sowie innerhalb der Baugrube Pump- sowie Lenzbrunnen und Grundwassermessstellen in den relevanten Aquiferen geplant beziehungsweise bereits hergestellt.

Zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Brunnenanlage und der hydrogeologischen Baugrundeigenschaften soll ein Probebetrieb in allen baurelevanten Aquiferen TII, TIV und TV durchgeführt werden. Nach dem gleichzeitigen Versuchsbetrieb der Brunnen in den Aquiferen TII und TV, soll im Aquifer TIV ein eigenständiger Probebetrieb durchgeführt werden, welcher Gegenstand dieser Handlungsanweisung ist. Die Dauer dieses Probebetriebs ist mit 6 bis 7 Wochen vorgesehen.

Der Versuchsbetrieb soll Erkenntnisse liefern, ob die statisch erforderlichen Absenkziele im Aquifer TIV gemäß [U1] mit den hergestellten Brunnen erreicht werden können oder ob gegebenenfalls die Herstellung zusätzlicher Brunnen erforderlich wird. Zusätzlich sollen im Zuge des Probebetriebs Grundlagendaten ermittelt werden, mit welchen die zu erwartenden Gesamtfördermengen und Reichweiten der jeweiligen Bauwasserhaltung am Hp Hauptbahnhof präziser prognostiziert werden können sowie mögliche Brunnenausfallsszenarien simuliert werden. Als Grundlage für den Probebetrieb dient das seitens der Boley Geotechnik GmbH erstellte Probebetriebskonzept [U2].

Mit der vorliegenden Handlungsanweisung werden die zu messenden Parameter und Grundwassermessstellen sowie die infolge der verwendeten Niveausteuerung geplanten Absenknieveaus der Pumpbrunnen für den Probebetrieb der Brunnen im Aquifer TIV vorgegeben.

2 Verwendete Unterlagen

Der gegenständlichen Handlungsanweisung liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [U1]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Streckenabschnitt offene Bauweise West bis Marienhof inklusive Haltepunkt Hauptbahnhof, Geotechnischer Bericht, Zwischenbericht Stand 09.04.2020 – Fassung 3, Index A
- [U2]** Boley Geotechnik GmbH: Dok. Nr. 20_5_BGTxx_XXX_804_XX_KON_001_f, Hp Hauptbahnhof, Bauwasserhaltung ZA - Probetrieb (VE 30), Konzept für den Probetrieb der Pumpbrunnen Zentraler Aufgang (ZA), Stand 06.04.2022
- [U3]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – Modellgestützte Prüfung der Erreichbarkeit der Absenkeziele für den Haltepunkt Hauptbahnhof (ZA & WE) in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV, 23.02.2021
- [U4]** Aquasoil GmbH: Planung zur Grundwasserhaltung – Überarbeitung und Fortschreibung der Entwurfsplanung – im Detail: Berechnete Pegelwasserstände beim Probetrieb von Pump- und Lenzbrunnen am Zentralen Aufgang in den tertiären Aquiferen TII, TIV und TV (analog Bauzustand 1), Planungsstand vom 02.02.2021, rev1. 10.02.2021
- [U5]** Boley Geotechnik GmbH: 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Probebrunnen Hauptbahnhof (VE 152a) und Probebrunnen Marienhof (VE 152), Brunnenherstellung und Ergebnisse der Pumpversuche, Geotechnischer Gesamtbericht, Stand 05.04.2019
- [U6]** SSF Ingenieure AG: Plan Nr.: 20_3_SSFxx_XXX_312_XX_PAS_001_-d, 2. S-Bahn-Stammstrecke München, Haltepunkt Hauptbahnhof, Ausführungsplanung Grundwasserhaltung, Übersichtslageplan, Arbeitsstand 29.09.2021

Literatur

- [L1]** Herth, W., Arndts, E.: „Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung“, - 3. Auflage, Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & CO. KG, Berlin 1994

Technische Regelwerke

- [R1]** DVGW W 111:2015-03 „Pumpversuche bei der Wassererschließung“, Technische Regel; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn, 2015
- [R2]** DVGW W 119:2002-12: „Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Restsandgehalte“, Technische Regel; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn
- [R3]** DIN 18305:2019-09 „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Wasserhaltungsarbeiten“, Beuth-Verlag, Berlin

3 Daten Brunnen Probetrieb im Aquifer TIV

In Tabelle 1 sind alle Brunnen für den geplanten Probetrieb der Bauwasserhaltung im Aquifer TIV im Bereich des Zentralen Aufgangs am Hp Hauptbahnhof mit den maßgebenden Förderraten für die Pumpendimensionierung (s. [U2]) zusammengestellt. Zur Pumpendimensionierung sind die für den Aquifer TIV maßgebenden Werte der Förderraten gemäß den Berechnungsergebnissen von Aquasoil für den $k_{f,Erw}$ mit einem Aufschlag von +100 % zu Grunde gelegt worden (vgl. [U2]).

Tabelle 1: Pumpbrunnen inklusive Pumpendimensionierung für den Probetrieb im Aquifer TIV

Brunnen	Aquifer	Maßgebende Förderrate für Pumpendimensionierung in [l/s]
2S-5/BBA31-IV	TIV	7,2
2S-5/BBA32-IV	TIV	6,4
2S-5/BBA33-IV	TIV	6,5
2S-5/BBA42-IV	TIV	6,5
2S-5/BBA45-IV	TIV	5,9
2S-5/BBA46-IV	TIV	5,4
2S-5/BBA47-IV	TIV	6,1
2S-5/BBA50-IV	TIV	4,7
2S-5/BBA51-IV	TIV	6,3
2S-5/BBA52-IV	TIV	5,9
2S-5/BBA53-IV	TIV	3,9
2S-5/BBA54-IV	TIV	9,8
2S-5/BBA55-IV	TIV	7,7
2S-5/BBA56-IV	TIV	5,1
2S-5/BBA57-IV	TIV	4,9
2S-5/BBA58-IV	TIV	5,6
2S-5/BBA59-IV	TIV	5,3
2S-5/BBI5-IV	TIV	1,7
2S-5/BBI6-IV	TIV	1,7
2S-5/BBI7-IV	TIV	1,0
2S-5/BBI8-IV	TIV	2,1
2S-5/BBI9-IV	TIV	1,9
2S-5/BBI10-IV	TIV	1,4

Die Brunnen sind auf dem Lageplan in der Anlage A1.2 dargestellt. Auf den Lageplänen in den Anlagen A1.3 bis A1.5 sind alle Kontroll- und Beobachtungsmessstellen abgebildet, welche zur Überprüfung der erforderlichen Absenkziele im Nahbereich des Zentralen Aufgangs dienen (vgl. [U2], Kapitel 5.2) sowie alle zusätzlich während des Probetriebs zu messenden Grundwassermessstellen darstellen.

Die Brunnen und Grundwassermessstellen sowie die zu messenden Aquifere sind in den Anlagen A.2 und A.3 tabellarisch zusammengestellt. Die kontinuierliche Messung der Grundwasserspiegel mittels Datenlogger in allen genannten Grundwassermessstellen ist für den Probetrieb im Aquifer TIV erforderlich. Die vom AN durch bereits installierte Datenlogger in zusätzlichen Grundwassermessstellen im Projektgebiet der 2. SBSS (vgl. Aqasys) gemessenen Grundwasserspiegel sind unabhängig vom Probetrieb weiterhin zu messen und deren Daten dem AG bzw. dessen Vertreter, der Boley Geotechnik GmbH, zur Verfügung zu stellen.

Das geplante Einbauniveau aller UWM-Pumpen bezogen auf OK Ansaugbereich sowie das geplante Einbauniveau von den Datenloggern inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG bzw. dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) zur Prüfung noch vor dem tatsächlichen Einbau der Pumpen und Datenlogger sowie das tatsächliche Einbauniveau vor Beginn des Probetriebes zu übergeben.

4 Ablauf und Festlegung Parameter für den gravitativen Probetrieb im Aquifer TIV

Aufgrund der Verwendung von niveaugesteuerten Pumpen werden keine expliziten Förderraten vorgegeben. Die Pumpensteuerung hat dementsprechend über die Absenkung zu erfolgen. Die Pumpen können gemäß [U2] dimensioniert werden.

Aus den vorliegenden Ergebnissen von zahlreichen Pumpversuchen im Aquifer TIV sowie aus den Ergebnissen des Probetriebs in der Gleishalle (vgl. [U2], Kapitel 4) wurden für die erforderlichen Absenkziele Förderraten ermittelt, die in etwa in der Größenordnung der Berechnungsergebnisse für die hydraulische Durchlässigkeit $k_{f,Erw}$ liegen.

Der Ablauf des geplanten gesamten Probetriebs ist in [U2] dargestellt und wird im Folgenden für den Probetrieb im Aquifer TIV näher beschrieben.

Der beschriebene, geplante Ablauf des Probetriebs soll als Leitfaden zur Durchführung dienen und kann jederzeit aufgrund von gewonnenen Erkenntnissen während der Ausführung zeitlich und inhaltlich durch den AG bzw. dessen Vertreter vor Ort, der Boley Geotechnik GmbH, angepasst werden. Grundsätzlich ist keine der genannten Phasen ohne vorherige Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH zu beginnen oder zu beenden. Darüber hinaus ist jede Anpassung von Absenknieaus, Förderraten, Messintervallen, etc. vor Durchführung abzustimmen.

4.1 TIV – Phase 1, Absenkung

Die Grundwasserspiegel im Aquifer TIV sind mit Hilfe aller in A1.2 dargestellten Brunnen in beiden Aquiferen abzusenken. Folgende Absenkniveaus sollten in den Brunnen eingestellt werden:

- Aquifer TIV: Absenkung Außenbrunnen bis ca. 474 mNN
- Aquifer TIV: Absenkung Innenbrunnen bis ca. 470 mNN

Die jeweiligen festzulegenden Absenkniveaus jedes einzelnen Pumpbrunnens in [mNN] sind den Zusammenstellungen der Brunnen in der Anlage A.2 zu entnehmen. Die tatsächlichen Eintiefen der UWM-Pumpen inklusive Ansaugbereich Pumpe und Höhe Trockenlaufschutz, sowie der Datenlogger sind dem AG bzw. dessen Vertreter, der Boley Geotechnik GmbH, mindestens 1 Woche vor Beginn des Probetriebes zu übergeben.

Darüber hinaus sind während der Absenkphase alle in Anlage A.3 zusammengestellten Beobachtungs- und Kontrollmessstellen kontinuierlich mittels Datenlogger zu messen sowie bei den im Nahbereich der Schlitzwand liegenden Grundwassermessstellen zu überprüfen, ob und bei welchen Brunnenniveaus die statisch erforderliche Absenkung an der Schlitzwand erreicht werden konnte. Als Anhaltswerte sollen hierzu die maßgebenden Sollwerte in den Kontrollmessstellen in der nachfolgenden Tabelle 2 dienen, welche den aus dem hydrogeologischen Modell rein rechnerischen Minimalwert des Grundwasserspiegels für die Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ darstellen. Dadurch, dass der Probetrieb grundsätzlich auf die Erwartungswerte der hydraulischen Durchlässigkeit $k_{f,Erw}$ im Aquifer TIV ausgelegt ist und es nicht zu erwarten ist, dass die minimalen und maximalen Grenzen der Bandbreite der hydraulischen Durchlässigkeit im Probetrieb abgedeckt werden, sind die maßgebenden Sollwerte in Tabelle 2 somit nur als Extremwerte der statisch erforderlichen Absenkziele zwischen zwei Pumpbrunnen zu verstehen und müssen nicht die Realität widerspiegeln.

Tabelle 2: Maßgebender Sollwert (Minimalwert aus $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$) für die Kontrollmessstellen im Aquifer TIV (s. [U2])

Kontrollmessstelle	Aquifer	maßgebender Sollwert (Minimalwert aus $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$) in [mNN]
2S-5/PBA5-Q/II/IV	TIV	473,9
2S-5/PBA6-Q/II/IV	TIV	474,6
2S-5/PBA7-Q/II/IV	TIV	475,0
2S-5/PBA9-IV/V	TIV	478,1
2S-5/PBI2-IV/V	TIV	473,5
2S-5/PBI3-IV/V	TIV	473,4
2S-5/PBA10-II/IV/V	TIV	477,3

Sollten die Absenkziele in den Kontroll- beziehungsweise Beobachtungsmessstellen im Beharungszustand nicht erreicht werden, ist, sofern technisch umsetzbar, ein Tieferlegen der Absenkkniveaus in den betreffenden Brunnen abhängig vom noch abzusenkenden Betrag notwendig. Eine Anpassung der Absenkkniveaus darf nur in Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH erfolgen.

4.2 TIV – Phase 2, Simulation Brunnenausfall

Nach Erreichen der maximalen Absenkung bzw. der maximalen Brunnenniveaus bis zur OK TIV sollen mehrere Brunnenausfallszenarien simuliert werden, um Erkenntnisse über die erforderliche Kompensation durch die niveaugesteuerte Erhöhung der Förderraten in den umliegenden Brunnen zu gewinnen.

Sollten die Brunnenausfälle durch die automatische Erhöhung der Fördermengen aufgrund der Niveausteuerung in den benachbarten Brunnen nicht kompensiert werden können, ist nach Absprache mit dem AG bzw. mit dessen Vertreter vor Ort (Boley Geotechnik GmbH) ein Tieferlegen der Absenkkniveaus in den betreffenden Brunnen abhängig vom noch abzusenkenden Betrag bzw. sofern technisch umsetzbar gegebenenfalls notwendig. Eine Anpassung der Absenkkniveaus darf nur in Abstimmung mit dem AG bzw. mit der Boley Geotechnik GmbH erfolgen.

Nach ca. 2 bis 4 Tagen Simulation des Brunnenausfalls sind die Pumpen wieder einzuschalten und das Absenkkniveau nach Phase 1 wieder herzustellen, bevor der nächste Brunnenausfall simuliert werden kann. In nachfolgender Tabelle 3 sind die geplanten Brunnenausfallszenarien nach geplantem zeitlichem Ablauf zusammengestellt.

Tabelle 3: Brunnenausfallszenarien gemäß [U2]

Phase	Woche	Szenario	Brunnen	Aquifer
2	9	D1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA31-IV	TIV
	10	E1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA45-IV	TIV
	11	D2 Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA31-IV und 2S-5/BBA32-IV	TIV
	12	E2 Ausfall zweier Brunnen	2S-5/BBA45-IV und 2S-5/BBA42-IV	TIV
	optional	F1 Einzelbrunnenausfall	2S-5/BBA32-IV	TIV

4.3 TIV – Phase 3, Wiederanstiegsphase

Nach der Simulation aller Brunnenausfallszenarien und nach dem erfolgreichen Erreichen des Absenkkniveaus für die erforderliche Absenkung im Aquifer TIV sind alle Pumpen in den Brunnen abzustellen. Die Wiederanstiege in den Pumpbrunnen sowie in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sind bis zum Erreichen der Ruhewasserspiegel bzw. mindestens eine Woche lang zu messen. Die Anweisung zum Ausbau der Datenlogger beziehungsweise das Ende der Wiederanstiegsmessungen erfolgt seitens AG bzw. der Boley Geotechnik GmbH.

5 Messkonzept

5.1 Pumpbrunnen

Während der jeweiligen Pumpversuche des Probetriebs sollten nachfolgende Parameter in den Pumpbrunnen bzw. in den Kontroll- und Beobachtungsmessstellen gemessen bzw. beobachtet und dokumentiert werden. Der Umfang an händischen Kontrollmessungen innerhalb der Pumpbrunnen bzw. Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sowie der zu messenden Parameter und zugehöriger Messintervalle sind zusätzlich in den Anlagen A.3 bis A.5 detailliert zusammengestellt.

- Gesamtförderrate pro Aquifer- und Einzelförderrate pro Brunnen
- Absenkung (Erfassung des Wasserstands im Brunnen und in den umliegenden Kontroll- und Beobachtungsmessstellen automatisch mit Datenloggern und händischen Kontrollmessungen) gemäß Anlage A.3
- Geruch, Farbe, Trübung, pH-Wert, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Redoxpotential, O₂-Sättigung gemäß Anlage A.5
- Brunnenbezogene Sandführung des geförderten Wassers gemäß Anlage A.4
- ggf. besondere Vorkommnisse (z.B. Pumpenausfall, etc.)

Die Sandförderung oder ein anderweitiger Bodenaustrag ist brunnenbezogen gemäß dem in den jeweiligen Handlungsanweisungen vorgegebenen Umfang zu beobachten. Grundsätzlich sind an jedem Pumpbrunnen unmittelbar nach Inbetriebnahme, 24 Stunden nach Inbetriebnahme, einmal wöchentlich sowie in den umliegenden Brunnen nach Brunnenausfallszenarien brunnenbezogene Sandmessungen durchzuführen. Darüber hinaus ist der Sandgehalt des Gesamtstroms täglich zu messen. Das Ergebnis der Prüfung ist zu protokollieren, wobei der maximal zulässiger Restsandgehalt in Anlehnung an [R2] von 1,0 ml/m³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) nicht überschritten werden soll. Bei den brunnenbezogenen Sandmessungen sind pro Pumpbrunnen ca. 10 l Wasser aus der Steigleitung in einen weißen Eimer zu leiten und die im Eimer abgesetzte Sandfracht mittels Imhofftrichter in ml/10 l Wasser zu messen. Da der maximal zulässige Restsandgehalt im Imhofftrichter von umgerechnet 0,01 ml/10 l nicht direkt messbar ist, muss eine mögliche Sandführung zusätzlich augenscheinlich im 10 l Eimer

bzw. im Imhoffrichter bestimmt werden. Sollte ein Austrag während des Versuchsbetriebs festgestellt werden ist dies dem AG unverzüglich zu melden. Der weitere Versuchsablauf bzw. ein ggfs. erforderlicher Versuchsabbruch ist dann mit der DB Netz AG bzw. dessen Vertretung vor Ort, der Boley Geotechnik GmbH, abzustimmen.

Die Förderrate pro Pumpbrunnen ist mittels MID mindestens im Minutentakt aufzuzeichnen. Die Datenübermittlung der Förderrate pro Pumpbrunnen in den Pumpbrunnen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt.

Um ein Trockenfallen der Datenlogger zu verhindern, sind Selbige in allen Pumpbrunnen (s. Tabelle 1) unterhalb der jeweiligen UWM-Pumpe einzubauen. Die Datenlogger sollten spätestens ca. 1 bis 2 Wochen vor Probetriebsbeginn installiert werden. Das Einbauniveau aller Datenlogger inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG noch vor Beginn des Probetriebs zu übergeben. Die Absenkung und der Wiederanstieg ist mindestens im Minutentakt aufzeichnen. Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den Pumpbrunnen sollte möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt.

In den Pumpbrunnen sollten gemäß Anlage A.3 zunächst alle Ruhewasserspiegel vor Beginn, sofern betriebsbedingt möglich, zur Plausibilisierung der Ergebnisse der Datenlogger händische Messungen beziehungsweise Kontrollmessungen durchgeführt werden. Darüber hinaus sind händische Messungen zumindest in allen Pumpbrunnen ca. eine Woche nach Probetriebsbeginn, bzw. zum Teil nach den Brunnenausfallszenarien und unmittelbar nach dem Abschalten der Pumpbrunnen zu wiederholen. Alle händischen Messungen in den jeweiligen Pumpbrunnen sowie deren Umfang und Messintervall sind in Anlage A.3 umfassend zusammengestellt. Die Messwerte sind zu protokollieren. Der Probetrieb sollte erst dann begonnen werden, wenn die Messungen der Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen kalibriert wurden. Zusätzlich sind vor Ort während der durchzuführenden Sandmessungen wasserchemische Parameter gemäß Anlage A.5 zu messen und aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen aller Messungen sind spätestens am Folgetag in Form von Excel-Tabellen an die Gutachterliche Baubegleitung vor Ort zu übergeben.

Nach Abschalten der Pumpen soll der Wasserspiegel in den Pumpbrunnen bis zum Erreichen des Ruhewasserspiegels bzw. mindestens 7 Tage lang beobachtet bzw. aufgezeichnet werden. Das genaue Ende der Aufzeichnung des Wiederanstieges mittels Datenlogger wird seitens der Boley Geotechnik GmbH beziehungsweise der DB Netz AG festgelegt.

5.2 Kontroll- und Beobachtungsmessstellen

Zur Beobachtung des Grundwasserspiegels der Aquifere Q/TI, TII, TIV und TV während des Probetriebs stehen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen zur Verfügung. Die Kontrollmessstellen unmittelbar im Bereich der Schlitzwand des ZA mit den entsprechenden maßgebenden Sollwerten (s. Tabelle 2) dienen zur Überprüfung der rein rechnerisch für die Szenarien $k_{f,min}$ und $k_{f,max}$ prognostizierten erforderlichen Absenkziele. Die Messung der Grundwasserspiegel in allen weiteren Grundwassermessstellen (Beobachtungsmessstellen) dient zur Ermittlung des Absenkverhaltens der jeweiligen Aquifere, derer gegenseitigen Beeinflussung und zur späteren Kalibrierung des Grundwassermodells.

Die zu messenden Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sind in Anlage A.3 zusammengestellt. Alle Grundwassermessstellen sind ca. 1 bis 2 Wochen vor Pumpversuchsbeginn mit Datenloggern auszustatten und zu messen. Darüber hinaus ist während des gesamten Probetriebs die Zugänglichkeit aller Grundwassermessstellen zu gewährleisten. Gegebenenfalls nur schwer zu öffnende Unterflurschächte, Kanaldeckel, etc. sind (wenn arbeits- bzw. zufahrtstechnisch möglich) für die Dauer des Probetriebs mit provisorischen, leicht zu öffnenden Abdeckungen zu versehen. Um ein Trockenfallen der Datenlogger zu verhindern, sind Selbige in allen GWMs mindestens auf das Niveau der UWM-Pumpen benachbarter Pumpbrunnen einzubauen. Darüber hinaus sind Datenlogger zu wählen, deren Messbereich innerhalb der prognostizierten Absenkungen liegen. Im Bereich des ZA sind im bepumpten Aquifer die möglichen prognostizierten Absenkungen gemäß den maximalen Absenkkniveaus in den Pumpbrunnen zu wählen (s. Anlage A1.3). In den sonstigen Grundwassermessstellen (s. Anlagen A1.4 und A1.5) sind in den Aquiferen TIV in ca. 300 m Entfernung noch Absenkungen von bis zu 20 m zu erwarten (vgl. [U2], Kapitel 4). Das Einbauniveau aller Datenlogger inklusive zugehöriger Datenblätter sind dem AG noch vor Beginn des Probetriebs zu übergeben.

Die Datenlogger in allen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen sollen analog zu denen in den Pumpbrunnen im Minutentakt die Absenkung bzw. den Wiederanstieg aufzeichnen. Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den Grundwassermessstellen unmittelbar um den Zentralen Ausgang sollte analog zu den Pumpbrunnen möglichst in Echtzeit erfolgen, mindestens jedoch im Stundentakt (s. Anlage A1.3). Die Datenübermittlung der Grundwassermessungen in den vom ZA weiter entfernten Beobachtungsmessstellen (s. Anlagen A1.4 und A1.5) kann auch in einem größeren zeitlichen Abstand erfolgen, sollte jedoch mindestens jede 4 Stunden aktualisiert werden. Das Mess- und Übermittlungsintervall der Wasserstände innerhalb der seitens der VE41 in Obhut genommenen GWMs (2S-6/03 und 2S-6/12) entspricht den Vorgaben der VE41 bzw. wird seitens AG mit der VE41 abgestimmt.

In den Grundwassermessstellen sollten gemäß Anlage A.3 zunächst alle Ruhewasserspiegel vor Beginn zur Plausibilisierung der Ergebnisse der Datenlogger händische Messungen beziehungsweise Kontrollmessungen durchgeführt werden. Darüber hinaus sind in den unmittelbar im Nahbereich des ZA liegenden Grundwassermessstellen händische Messungen wöchentlich, bzw. zum Teil nach den Brunnenausfallszenarien und unmittelbar nach dem Abschalten der Pumpbrunnen zu wiederholen. Alle händischen Messungen in den jeweiligen Grundwasser-

messstellen sowie deren Umfang, Intervall, vor und nach welcher Phase sowie in welchen Aquiferen händisch gemessen werden soll, sind in Anlage A.3 umfassend zusammengestellt. Die Messwerte sind zu protokollieren. Der Probetrieb sollte erst dann begonnen werden, wenn die Messungen der Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen kalibriert wurden. Sollten während des Probetriebs Messdifferenzen der Grundwasserspiegelmessungen von mehr als 0,1 m zwischen den Datenloggern und den händischen Kontrollmessungen liegen, so sind die Datenlogger auf die händischen Kontrollmessungen nach zu justieren. Die Aufzeichnungen sind spätestens am Folgetag in Form von Excel-Tabellen an die Gutachterliche Baubegleitung vor Ort zu übergeben.

Nach Abschalten der Pumpen soll der Wasserspiegel in den allen Kontroll- und Beobachtungsmessstellen bis zum Erreichen des Ruhewasserspiegels bzw. mindestens 7 Tage lang beobachtet bzw. aufgezeichnet werden. Das genaue Ende der Aufzeichnung des Wiederanstieges mittels Datenlogger wird seitens der Boley Geotechnik GmbH beziehungsweise der DB Netz AG festgelegt.

Prof. Dr.-Ing. Conrad Boley

i.A. M.Sc. Regina Stöger

i.A. M.Sc. Peter Hofstetter

Anlagenverzeichnis

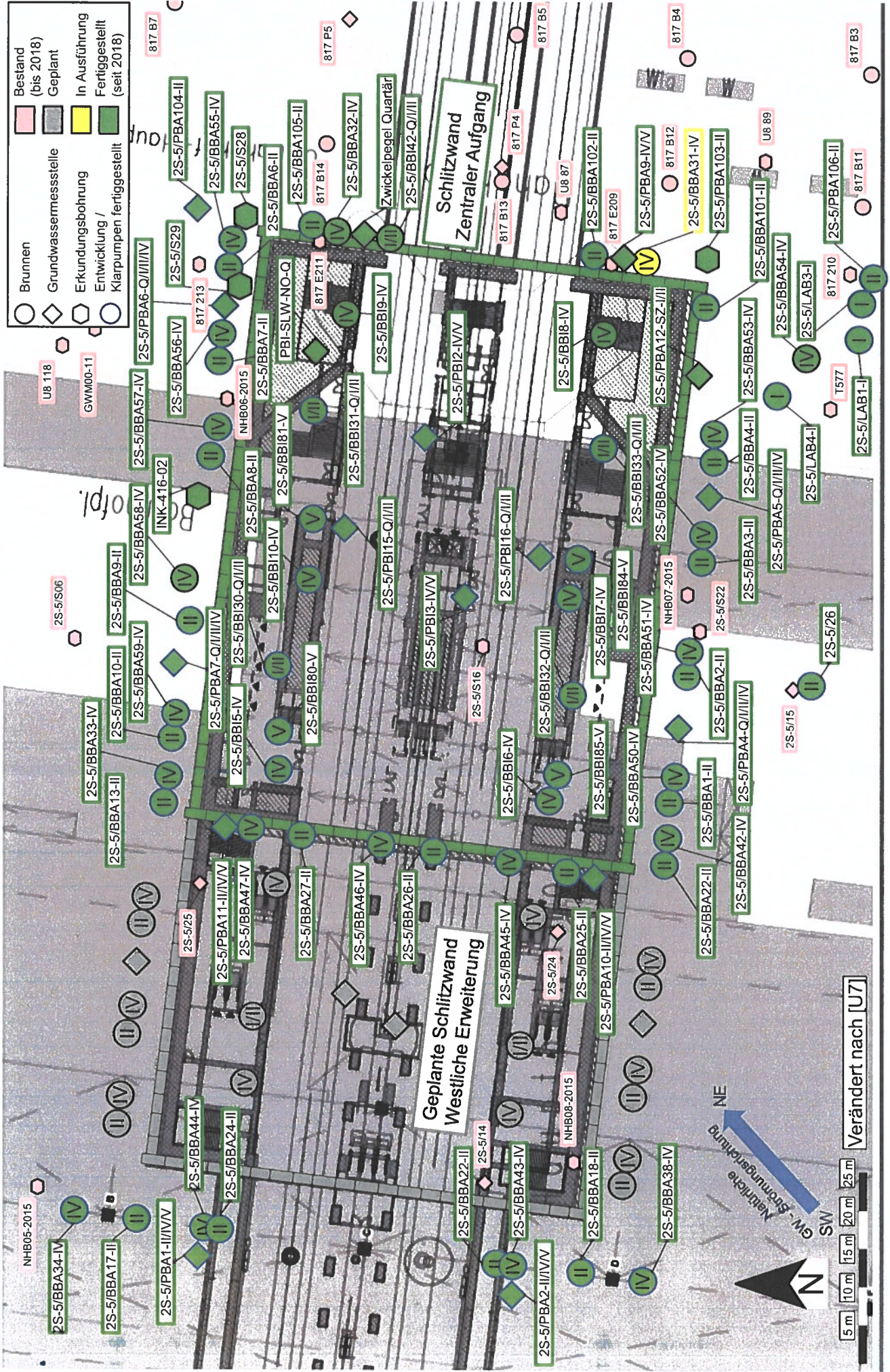
- A.1 Lagepläne der Brunnen sowie Kontroll- und Beobachtungsmessstellen
 - A1.1 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Übersichtslageplan
 - A1.2 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Lageplan Brunnen
 - A1.3 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Lageplan GWMs Zentraler Aufgang
 - A1.4 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Lageplan sonstige GWMs (01)
 - A1.5 Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Lageplan sonstige GWMs (02)
- A.2 Zusammenstellung Ausbau aller Pumpbrunnen inklusive Absenkniveaus
- A.3 Zusammenstellung aller Grundwassermessstellen (Kontroll- und Beobachtungsmessstellen) inklusive Umfang händischer Kontrollmessungen
 - A3.1 Händische Messungen ZA
 - A3.2 Händische Messungen Sonstige GWMs
- A.4 Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Sandmessungen
- A.5 Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Messung Vor-Ort-Parameter

Anlage 1

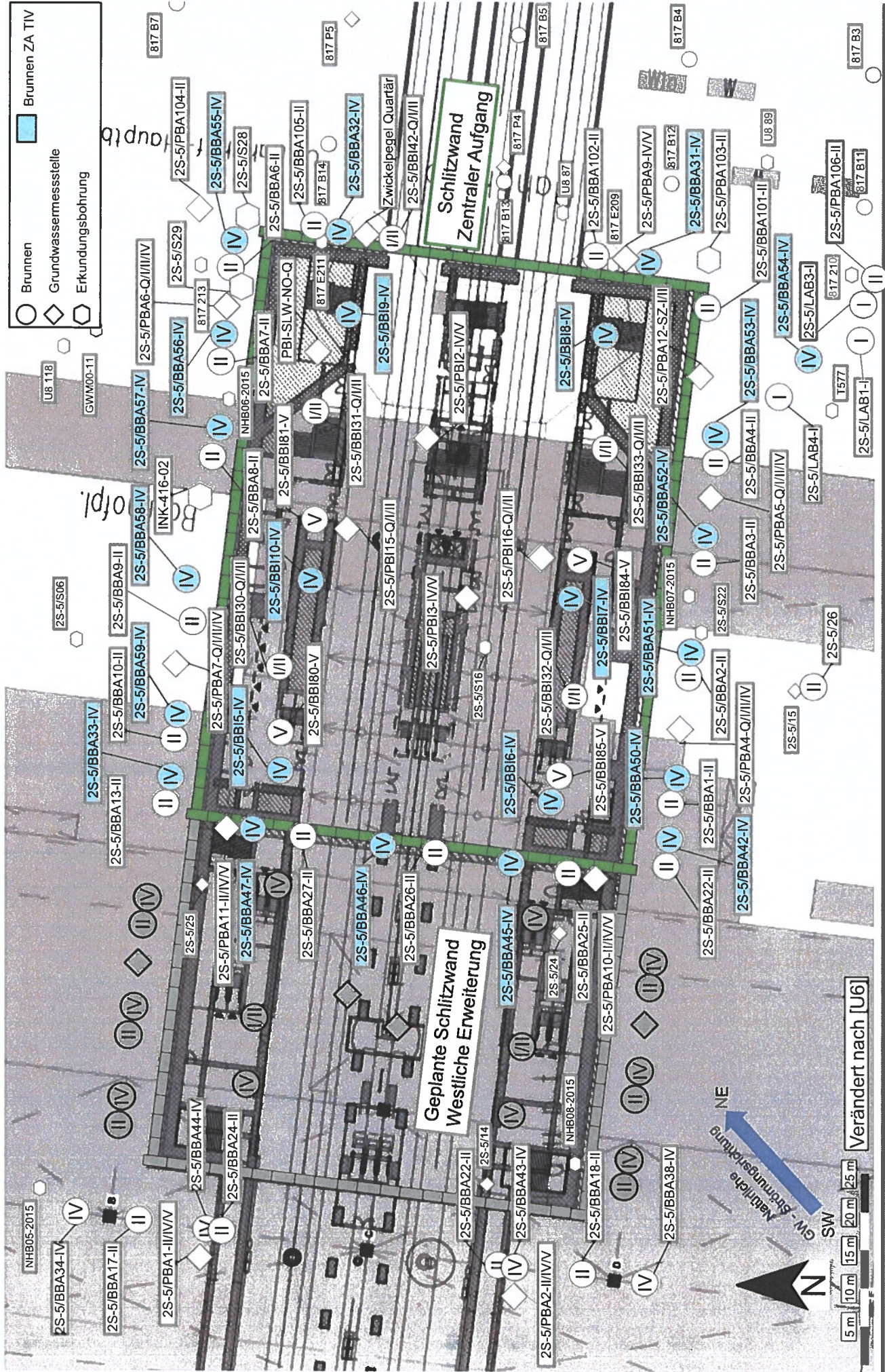
Lagepläne der Brunnen sowie Kontroll- und Beobachtungsmessstellen

Anlagen-Nr.	
A1.1	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Übersichtslageplan
A1.2	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan Brunnen
A1.3	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan GWMs Zentraler Aufgang
A1.4	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (01)
A1.5	Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (02)

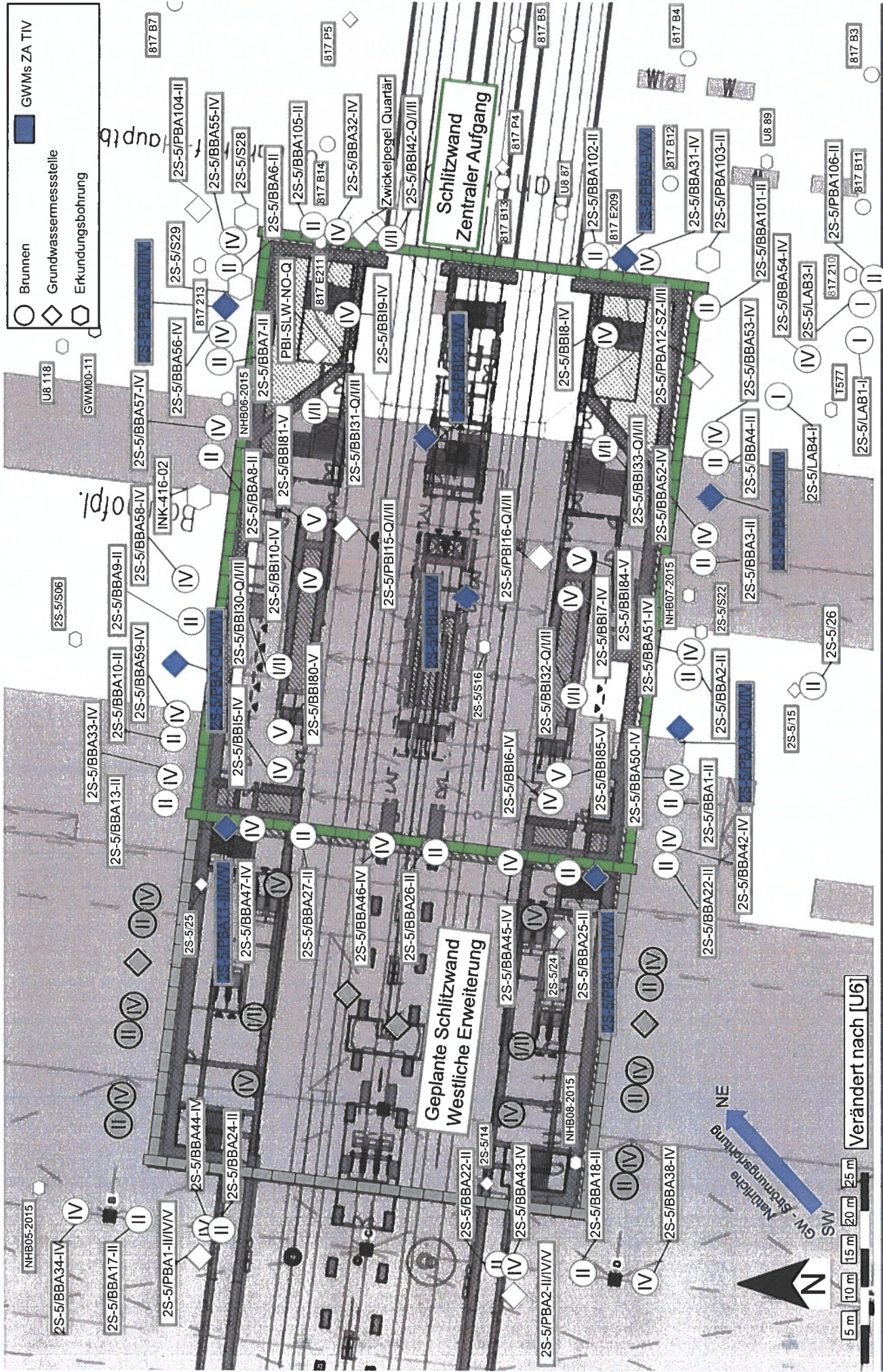
Hp Hbf, ZA, Probebetrieb ZA, Überwachtungsplan



Hp Hbf, ZA, Pibetrieb TIV, Lageplan Brunnen



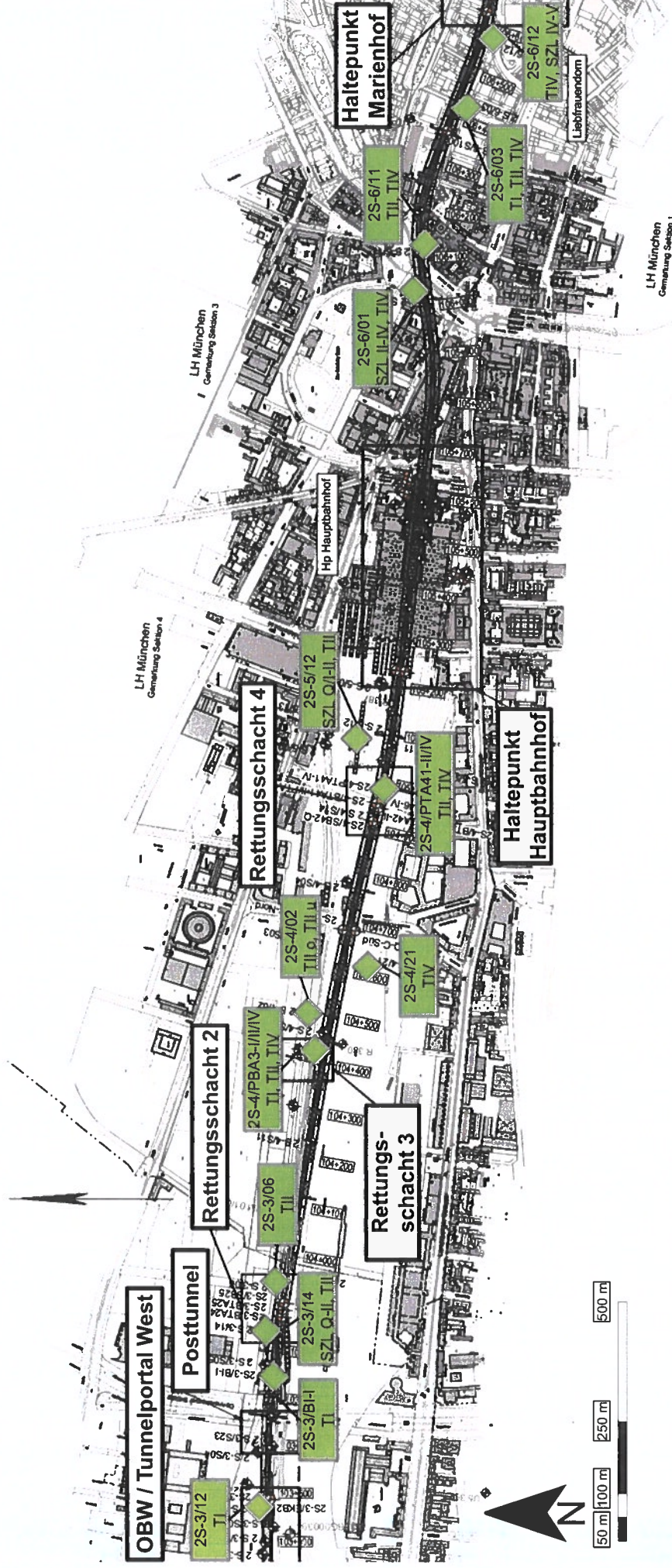
Hp Hbf, ZA, Probebetrieb TIV, Lageplan GV Ms Zentraler Aufgang



Hp Hbf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMS (1)



Hp 4bf, ZA, Probebetrieb, Lageplan sonstige GWMs (2)



Anlage 2

2. S-Bahn-Stammstrecke – Hp Hauptbahnhof

Handlungsanweisung Probebetrieb

BOLEYGEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE

Anlage 2

Zusammenstellung Ausbau aller Pumpbrunnen inklusive Absenkniveaus

Brunnen	GOK [mNN]	OK Filterrohr [m u. GOK]	UK Filterrohr [m u. GOK]	Länge Filterrohr [m]	OK Filterrohr [mNN]	UK Filterrohr [mNN]	OK Filterkies [m u. GOK]	UK Filterkies [m u. GOK]	Mächtigkeit Filterkies [m]	OK Filterkies [mNN]	UK Filterkies [mNN]	Bohr- ϕ [mm]	Ausbau- ϕ [mm]	Absenkniveau [mNN]
2S-5/BB15-IV	516,50	44,7	56,7	12,0	471,80	459,80	43,3	57,2	13,9	473,20	459,30	600	300	470
2S-5/BB16-IV	516,50	44,8	56,8	12,0	471,70	459,70	43,7	57,3	13,6	472,80	459,20	600	300	470
2S-5/BB17-IV	516,50	45,0	56,0	11,0	471,50	460,50	43,6	56,5	12,9	472,90	460,00	600	300	470
2S-5/BB18-IV	516,50	46,5	56,5	10,0	470,00	460,00	45,5	57,0	11,5	471,00	459,50	600	300	470
2S-5/BB19-IV	516,50	46,1	55,1	9,0	470,40	461,40	45,0	55,6	10,6	471,50	460,90	600	300	470
2S-5/BB110-IV	516,50	44,9	54,9	10,0	471,60	461,60	43,7	55,4	11,7	472,80	461,10	600	300	470
2S-5/BBA31-IV	516,50													474
2S-5/BBA32-IV	516,50	45,2	54,2	9,0	471,30	462,30	44,6	54,7	10,1	471,90	461,80	380	175	474
2S-5/BBA33-IV	516,50	46,0	57,0	11,0	470,50	459,50	44,3	57,5	13,2	472,20	459,00	380	175	474
2S-5/BBA42-IV	516,50	45,5	55,5	10,0	471,00	461,00	44,3	56,0	11,7	472,20	460,50	380	175	474
2S-5/BBA45-IV	517,40	45,5	55,5	10,0	471,90	461,90	44,5	56,0	11,5	472,90	461,40	380	175	474
2S-5/BBA46-IV	517,40	44,8	56,8	12,0	472,60	460,60	43,4	57,3	13,9	474,00	460,10	380	175	474
2S-5/BBA47-IV	517,32	45,5	57,5	12,0	471,82	459,82	44,5	58,0	13,5	472,82	459,32	380	175	474
2S-5/BBA50-IV	516,50	44,5	55,5	11,0	472,00	461,00	43,5	56,0	12,5	473,00	460,50	600	300	474
2S-5/BBA51-IV	516,50	44,5	55,5	11,0	472,00	461,00	43,5	56,0	12,5	473,00	460,50	600	300	474
2S-5/BBA52-IV	516,50	45,0	55,0	10,0	471,50	461,50	43,5	55,5	12,0	473,00	461,00	600	300	474
2S-5/BBA53-IV	516,50	45,3	55,3	10,0	471,20	461,20	44,0	55,8	11,8	472,50	460,70	600	300	474
2S-5/BBA54-IV	520,00	49,0	60,0	11,0	471,00	460,00	47,6	60,5	12,9	472,40	459,50	600	300	474
2S-5/BBA55-IV	516,50	45,3	54,3	9,0	471,20	462,20	43,8	54,8	11,0	472,70	461,70	600	300	474
2S-5/BBA56-IV	516,50	44,9	54,9	10,0	471,60	461,60	44,1	55,4	11,3	472,40	461,10	600	300	474
2S-5/BBA57-IV	516,50	44,8	54,8	10,0	471,70	461,70	43,4	55,3	11,9	473,10	461,20	600	300	474
2S-5/BBA58-IV	516,50	45,1	55,1	10,0	471,40	461,40	43,3	55,6	12,3	473,20	460,90	600	300	474
2S-5/BBA59-IV	516,50	44,0	55,0	11,0	472,50	461,50	43,0	55,5	12,5	473,50	461,00	600	300	474

Anlage 3

Zusammenstellung aller Grundwassermessstellen (Kontroll- und Beobachtungsmessstellen)
inklusive Umfang händischer Kontrollmessungen

Anlagen-Nr.	
A3.1	Händische Messungen ZA
A3.2	Händische Messungen Sonstige GWMs

2S-5/BBA46-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA47-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA50-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA51-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA52-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA53-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA54-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA55-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA56-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA57-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA58-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BBA59-IV	TIV	TIV	TIV																				
2S-5/BB180-V	TV	TV	TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/BB181-V	TV	TV	TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/BB184-V	TV	TV	TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/BB185-V	TV	TV	TV															TV	TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/PB12-IV/V	TIV, TV	TIV, TV	TIV, TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/PB13-IV/V	TIV, TV	TIV, TV	TIV, TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/PBA4-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV																Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII
2S-5/PBA5-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV														TII		Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII
2S-5/PBA6-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV																Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII
2S-5/PBA7-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV	Q/II, TII, TIV																Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII	Q/II, TII
2S-5/PBA9-IV/V	TIV, TV	TIV, TV	TIV, TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/PBA10-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TIV, TV	TII, TIV, TV																TII, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV
2S-5/PBA11-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TIV, TV	TII, TIV, TV																TV	TV	TV	TV	TV
2S-5/PBA12-SZ-II/II	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u																	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u	SZL Q/II-II o, SZL Q/II-II u

x:	durchzuführende Messungen
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Alle händischen Messungen sind mit den zeitgleich aufgezeichneten Datenlogger-Messwerten abzugleichen. * Bei einer Abweichung von ≥ 10 cm zwischen den Messwerten, sind die Datenlogger gemäß händischen Kontrollmessungen neu zu kalibrieren. * Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen bzw. an der betreffenden GWM gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Brunnen / GWM	Unmittelbar vor Beginn Probetrieb im Aquifer TIV	Erster Freitag nach Beginn Probetrieb Aquifer TIV	Jeder weitere Freitag bis Aquifer TIV	48 h nach Beginn und Ende Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA31-IV	48 h nach Beginn und Ende Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA45-IV	48 h nach Beginn und Ende Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA31-IV und 2S-5/BBA32-IV	48 h nach Beginn und Ende Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA45-IV und 2S-5/BBA42-IV	OPTIONAL: 48 h nach Beginn und Ende Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA32-IV	Unmittelbar vor Ende TIV Probetrieb im Aquifer TIV	Nach Erreichen Ruhwasserspiegel Aquifer TIV
2S-5/BBA1-II	TIV									
2S-5/BBA2-II	TIV									
2S-5/BBA3-II	TIV									
2S-5/BBA4-II	TIV									
2S-5/BBA6-II	TIV									
2S-5/BBA7-II	TIV									
2S-5/BBA8-II	TIV									
2S-5/BBA9-II	TIV									
2S-5/BBA10-II	TIV									
2S-5/BBA13-II	TIV									
2S-5/BBA22-II	TIV									
2S-5/BBA25-II	TIV									
2S-5/BBA26-II	TIV									
2S-5/BBA27-II	TIV									
2S-5/BBA101-II	TIV									
2S-5/BB15-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BB16-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BB17-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BB18-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BB19-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BB110-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BBA31-IV	TIV	TIV		TIV					TIV	TIV
2S-5/BBA32-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BBA33-IV	TIV	TIV							TIV	TIV
2S-5/BBA42-IV	TIV	TIV					TIV		TIV	TIV
2S-5/BBA45-IV	TIV	TIV			TIV		TIV		TIV	TIV

2S-5/BBA46-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA47-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA50-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA51-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA52-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA53-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA54-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA55-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA56-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA57-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA58-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BBA59-IV	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/BB180-V	TV																			
2S-5/BB181-V	TV																			
2S-5/BB184-V	TV																			
2S-5/BB185-V	TV																			
2S-5/PB12-IV/V	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PB13-IV/V	TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA4-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA5-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA6-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA7-Q/II/IV	Q/II, TII, TIV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA9-IV/V	TIV, TV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA10-II/IV/V	TII, TIV, TV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA11-II/IV/V	TII, TIV, TV	TIV																	TIV	TIV
2S-5/PBA12-SZ-II/III	SZL Q/I-II o, SZL Q/I-II u																			

x:	durchzuführende Messungen
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Alle händischen Messungen sind mit den zeitgleich aufgezeichneten Datenlogger-Messwerten abzugleichen. * Bei einer Abweichung von ≥ 10 cm zwischen den Messwerten, sind die Datenlogger gemäß händischen Kontrollmessungen neu zu kalibrieren. * Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen bzw. an der betreffenden GWM gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Brunnen / GWM	ca. 1-2 Wochen vor Beginn Probetrieb Aquifer TII + TV	Vor Beginn Brunnenausfallszenarien Probetrieb Aquifere TII + TV	Unmittelbar vor Ende Probetrieb in den Aquiferen TII + TV	Nach Erreichen Ruhwasserspiegel in den Aquiferen TII + TV	Jeder zweite Freitag nach Beginn Probetrieb Aquifer TIV	Unmittelbar vor Ende Probetrieb im Aquifer TIV	Nach Erreichen Ruhwasserspiegel Aquifer TIV
2S-3/06	TII						
2S-3/12	TI						
2S-3/14	SZL Q-II, TII						
2S-3/BI-I	TI						
2S-4/02	TII o, TII u						
2S-4/21	TIV				TIV	TIV	TIV
2S-4/PBA3-I/II/IV	TI, TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-4/PTA1-II/IV	TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-5/03	TII, SZL II-IV, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-5/03b	SZL Q/I-II						
2S-5/12	SZL Q/I-II, TII						
2S-5/15	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/18	SZL Q/I-II, TII, TIV	SZL Q/I-II, TII	SZL Q/I-II, TII	SZL Q/I-II, TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/21	TII	TII	TII	TII			
2S-5/23	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/24	TV	TV	TV	TV			
2S-5/25	TV	TV	TV	TV			
2S-5/26	TII	TII	TII	TII			
2S-5/LAB1-I	TI	TI	TI	TI			
2S-5/LAP1-I	TI	TI	TI	TI			
2S-5/PBA104-II	TII	TII	TII	TII			
2S-5/PBA106-II	TII	TII	TII	TII			
2S-5/PBA1-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/PBA2-II/IV/V	TII, TIV, TV	TII, TV	TII, TV	TII, TV	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA1-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA2-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA3-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-5/PTA4-II/IV	TII, TIV	TII	TII	TII	TIV	TIV	TIV
2S-6/01	SZL II-IV, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/03	TI, TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/11	TII, TIV				TIV	TIV	TIV
2S-6/12	TIV, SZL IV-V				TIV, SZL IV-V	TIV, SZL IV-V	TIV, SZL IV-V

x:	durchzuführende Messungen
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Alle händischen Messungen sind mit den zeitgleich aufgezeichneten Datenlogger-Messwerten abzugleichen. * Bei einer Abweichung von ≥ 10 cm zwischen den Messwerten, sind die Datenlogger gemäß händischen Kontrollmessungen neu zu kalibrieren. * Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen bzw. an der betreffenden GWM gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Anlage 4

Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Sandmessungen

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TIV	24 h nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TIV	Jeden Freitag bis Pumpende Probebetrieb Aquifer TIV	Unmittelbar nach Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA31-IV	Unmittelbar nach Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA45-IV	Unmittelbar nach Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA31-IV und 2S-5/BBA32-IV	Unmittelbar nach Doppel-Brunnenausfall 2S-5/BBA45-IV und 2S-5/BBA42-IV	OPTIONAL: Unmittelbar nach Einzel-Brunnenausfall 2S-5/BBA32-IV
2S-5/BB15-IV	x	x	x				x	
2S-5/BB16-IV	x	x	x		x		x	
2S-5/BB17-IV	x	x	x					
2S-5/BB18-IV	x	x	x	x		x		x
2S-5/BB19-IV	x	x	x	x		x		x
2S-5/BB110-IV	x	x	x					
2S-5/BBA31-IV	x	x	x					
2S-5/BBA32-IV	x	x	x	x				x
2S-5/BBA33-IV	x	x	x					
2S-5/BBA42-IV	x	x	x					
2S-5/BBA45-IV	x	x	x		x			
2S-5/BBA46-IV	x	x	x					
2S-5/BBA47-IV	x	x	x		x		x	
2S-5/BBA50-IV	x	x	x					
2S-5/BBA51-IV	x	x	x					
2S-5/BBA52-IV	x	x	x					
2S-5/BBA53-IV	x	x	x	x				
2S-5/BBA54-IV	x	x	x			x		
2S-5/BBA55-IV	x	x	x	x				
2S-5/BBA56-IV	x	x	x					
2S-5/BBA57-IV	x	x	x					x
2S-5/BBA58-IV	x	x	x					x
2S-5/BBA59-IV	x	x	x					

x:	durchzuführende Sandmessung
Täglich:	Sandmessung Gesamtstrom. Bei gemessener Sandförderung im Gesamtstrom sind sofort alle bepumpten Brunnen einzeln zu messen.
Messumfang:	Einzelmessung pro Brunnen: Sandmessung in ml/10l
	Gesamtstrommessung: Sandmessung in ml/m ³
Hinweise:	<ul style="list-style-type: none"> * Maximal zulässiger Restsandgehalt in Anlehnung an DVGW-W119: 1,0 ml/m³ (mittlere Anforderungen an Pumpbrunnen) * Erkundete Sandführungen im Einzelbrunnen bzw. im Gesamtstrom sind sofort der DB bzw. BGT zu melden. * Bei erkundeter Sandführung an Einzelbrunnen ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen. * Sollten sich im Zuge der Brunnenausfallszenarien Brunnen an der Kompensation maßgeblich beteiligen (Anstieg Fördermenge), die gemäß obenstehender Tabelle nicht zusätzlich überwacht werden sollen, sind auch diese Brunnen bezüglich der Sandführung zu messen.

Anlage 5

Zusammenstellung Pumpbrunnen inklusive Umfang Messung Vor-Ort-Parameter

Brunnen	Unmittelbar nach Inbetriebnahme aller Brunnen im Aquifer TIV	Jeden Freitag bis Pumpende Probetrieb Aquifer TIV
2S-5/BBI5-IV	x	x
2S-5/BBI6-IV	x	x
2S-5/BBI7-IV	x	x
2S-5/BBI8-IV	x	x
2S-5/BBI9-IV	x	x
2S-5/BBI10-IV	x	x
2S-5/BBA31-IV	x	x
2S-5/BBA32-IV	x	x
2S-5/BBA33-IV	x	x
2S-5/BBA42-IV	x	x
2S-5/BBA45-IV	x	x
2S-5/BBA46-IV	x	x
2S-5/BBA47-IV	x	x
2S-5/BBA50-IV	x	x
2S-5/BBA51-IV	x	x
2S-5/BBA52-IV	x	x
2S-5/BBA53-IV	x	x
2S-5/BBA54-IV	x	x
2S-5/BBA55-IV	x	x
2S-5/BBA56-IV	x	x
2S-5/BBA57-IV	x	x
2S-5/BBA58-IV	x	x
2S-5/BBA59-IV	x	x

x:	durchzuführende Messungen
Messumfang:	<ul style="list-style-type: none"> * Temperatur [°C] * pH-Wert [-] * Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$] * Redoxpotential [mV] * O₂-Sättigung [mg/l] * Geruch/Farbe/Trübung
Hinweise:	* Bei Auffälligkeiten ist das Messintervall gegebenenfalls am betreffenden Brunnen gemäß Vorgabe DB/BGT zu verkürzen.

Anlage 4

2. S-Bahn-Stammstrecke – Hp Hauptbahnhof

Konzept für den Probebetrieb der Pumpbrunnen, ZA

BOLEYGEOTECHNIK
BERATENDE INGENIEURE

Anlage 4

Datenbedarf Aquasoil Ingenieure und Geologen GmbH

AQUASOIL Datenbedarf für Übernahme in betriebsbegleitendes GW-Modell und Kalibrierung

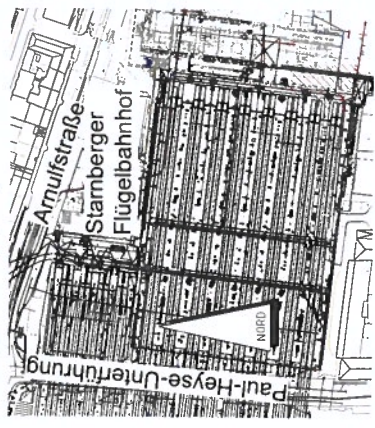
Messwert	Zeitauflösung	Format	Anmerkungen	Erfassung im Hbf Probebetrieb
Förderrate	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		ja
GW-Niveau Brunnen	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)	auch inaktive Brunnen erfassen. Wenn nur Abstichwerte übermittelt werden, dann ist ebenfalls der jeweilige Bezugswert zu übermitteln	ja
GW-Niveau BWH-Messstellen	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		ja
GW-Niveau Beweissicherungs- messstellen ohne online Erfas- sung	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		ja
Zählerstände der Wasseruhren	maximal	ASCII (Zeit/Wert)	Gesamtableitmengen z. B. der Sammelstränge	ja
Gesamtzulauf- und Ablaufraten der Aufbereitungsanlage	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		nein
Raten der Infiltrationsbrunnen	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		nein
Raten bei eventuellem Abschlag in den Kanal	maximal, Rohdaten, keine Mittelung	ASCII (Zeit/Wert)		nein

Wenn eine unterschiedliche zeitliche Auflösung der erfassten Daten z. B. der Raten oder Niveaus vorliegt, dann diese möglichst zum selben Zeitpunkt erfassen (um zeitversetzte Datenreihen zu vermeiden).

Anlage 3
Kanalübersichtsplan

Anlage 4
Havarieeinleitstelle

Übersichtsplan
M 1:2000



Hinweis:
- Alle Höhen sind Maßangaben sind vor Ort zu überprüfen!

Mitteltende Pläne:
20_5_BBCHx_203_804_XX_PWH_203
Grundris: PP_02-001_Ten1?

Leiter:
DB Netze
Hauptverantwortung: Hauptabteilung
DB Netze AG, Postfach 10 15 53, 69126 Heidelberg
Telefon: +49 (0) 622 37 13 100
E-Mail: netze@db-netze.de

Projektleiter:
Herrn ...
Telefon: ...
E-Mail: ...

Projekt:
2. S-Bahn-Stammstrecke München
Hauptverantwortung:
Projekt Nr.: E_1637250100

Standort:
München, ...

DB NETZE

Projekt:
2. S-Bahn-Stammstrecke München
Hauptverantwortung:
Projekt Nr.: E_1637250100

Standort:
München, ...

DB NETZE

Projekt:
2. S-Bahn-Stammstrecke München
Hauptverantwortung:
Projekt Nr.: E_1637250100

Standort:
München, ...

DB NETZE

Projekt:
2. S-Bahn-Stammstrecke München
Hauptverantwortung:
Projekt Nr.: E_1637250100

Standort:
München, ...

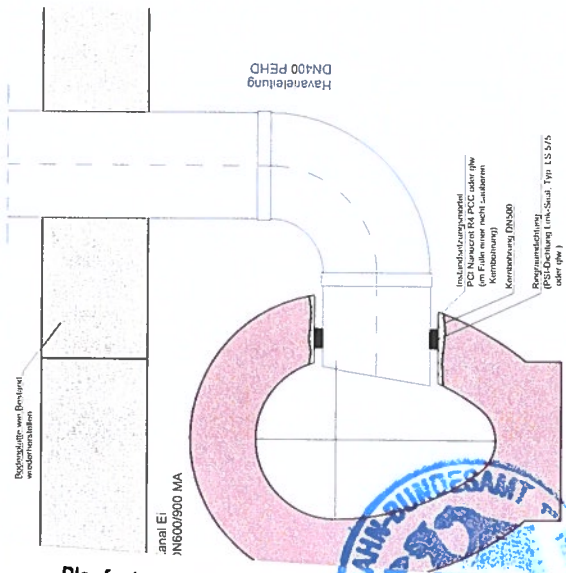
DB NETZE

Projekt:
2. S-Bahn-Stammstrecke München
Hauptverantwortung:
Projekt Nr.: E_1637250100

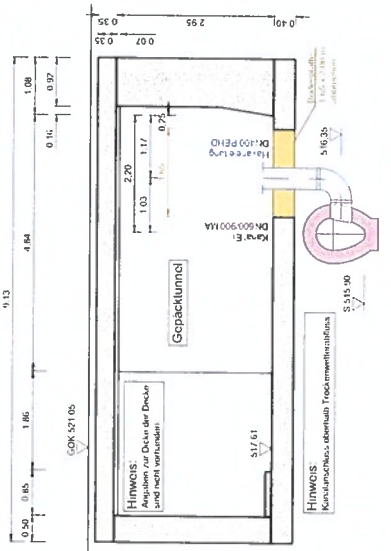
Standort:
München, ...

- Legende:
- Abwasser Regenwasser (RW)
 - Abwasser Schmutzwasser (SW)
 - Abwasser Mischwasser
 - Havaneleitung DN 400 PEHD

Detail Anschluss
(Endzustand)



Schnitt A-A
(Abbaissand)



Planfestgestellt gem. § 18 Abs. 1 AEG
am 07.02.2023,
Az. 651pä/009-2023#001
Eisenbahn-Bundesamt,
Außenstelle München

Im Auftrag *P.T.H.*
Terner

Lageplan
M 1:100

