

Flughafen Zürich

UVEK Plangenehmigungsverfügung vom 18.08.2025

Projektänderung (VPK Nr. 23-02-002)

A30, Neubau ZRH-Tower

Einbauten ins Grundwasser – Konzept zur Erhaltung von Speichervolumen und Durchflusskapazität des Grundwasserleiters



Zürich, 30. Januar 2026

Bauherrschaft: Flughafen Zürich AG, 8050 Zürich-Flughafen

Projektverfasser: Planergemeinschaft Raumfachwerk, Schiffbaustrasse 2, 8005 Zürich

Objektnummer: 230076

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Ausgangslage und Problemstellung	4
1.2	Grundlagen	4
2	GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	7
2.1	Geologie	7
2.2	Grundwasser	7
2.2.1	Tieferes Grundwasservorkommen	7
2.2.2	Oberflächennahes Grundwasservorkommen	7
3	PROJEKT UND PROJEKTÄNDERUNGEN	9
4	EINBAUTEN IN DEN GRUNDWASSERLEITER	10
4.1	Gewässerschutzrechtliche Vorgaben	10
4.2	Bereich mit nutzbarem Schotter-Grundwasservorkommen	10
4.3	Bauteile unter dem mittleren Grundwasserspiegel	11
4.4	Einbauten durch Foundation und Bauhilfsmassnahmen	11
5	GRUNDWASSER-ERSATZMASSNAHMEN PGG 2023	13
5.1	Zielsetzungen	13
5.2	Volumenersatz für verbauten Grundwasserleiter	13
5.3	Erhaltung der natürlichen Durchflussskapazität	13
5.4	Stellungnahme AWEL, Abt. Gewässerschutz	13
6	GRUNDWASSER-ERSATZMASSNAHMEN PGG ÄNDERUNGSGESUCH	14
6.1	Massnahmen zur Erhaltung des Speichervolumens	14
6.1.1	Porosität des Ersatzmaterials	14
6.1.2	Sandschichten innerhalb des Schotters	14
6.1.3	Ersatzvolumen für verbauten Grundwasserleiter	14
6.2	Massnahmen zur Erhaltung der Grundwasser-Durchflussskapazität	15
6.2.1	Geplante Ersatzmassnahmen	15
6.2.2	Durchflusssnachweis	15
6.3	Baugrubenabschlüsse und Unterfangungen	20
6.4	Bohrpfähle im älteren Schotter	20
7	GEWÄSSERSCHUTZRECHTLICHE BEURTEILUNG	20
7.1	Bewilligungsfähigkeit	20
7.2	Beurteilung aus Sicht Grundwasserschutz	21

TABELLEN

Tabelle 1:	Rechnerischer Durchflusssnachweis im Schnitt C-C (siehe Figur 7)	17
Tabelle 2:	Rechnerischer Durchflusssnachweis im Schnitt B-B (siehe Figur 8)	18
Tabelle 3:	Rechnerischer Durchflusssnachweis im Schnitt A-A (siehe Figur 9)	19

FIGUREN

Figur 1:	Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich (maps.zh.ch [26]) mit Projektperimeter ZRH-Tower (rot)	8
Figur 2:	Visualisierung der wesentlichen Änderungen des ZRH-Tower gegenüber dem PGG 2023	9
Figur 3:	Situationsplan mit Fläche der Einbauten ZRH-Tower PGG 2023 unter dem mittleren Grundwasserspiegel gemäss Grundwasserkarte (links) und gemäss aktuellem Kenntnisstand (rechts)	11
Figur 4:	Situationsplan mit im Boden verbleibenden Foundationen und Bauhilfsmassnahmen [23]	12
Figur 5:	Grundriss mit Querschnitten A-A / B-B und C-C für Grundwasser-Durchflusssnachweis	16
Figur 6:	Schnitt C-C mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen	17
Figur 7:	Schnitt B-B mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen	18
Figur 8:	Schnitt A-A mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen	19

Änderungsindex

Version	Datum	Inhalt
1.0	23.09.2023	Eingabe Plangenehmigungsgesuch Neubau ZRH Tower; Bericht "Einbauten ins Grundwasser" vom 04.08.2023
2.0	30.01.2026	Projektänderung Neubau ZRH Tower; revidierter Bericht vom 30.01.2026

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Die Flughafen Zürich AG hat am 12. September 2023 dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) zuhänden des UVEK das Plangenehmigungsgesuch für den Neubau ZRH-Tower (VPK Nr. 23-02-002) eingereicht. Dem Gesuch lag auch der Bericht betreffend Einbauten ins Grundwasser bei [8]. Darin wurden die zur Erhaltung von Speichervolumen und Durchflusskapazität des Grundwasserleiters vorgesehenen Ersatzmassnahmen aufgezeigt und aus gewässerschutzrechtlicher Sicht bewertet.

Mit Verfügung vom 18. August 2025 hat das UVEK das Plangenehmigungsgesuch (PGG) Neubau ZRH-Tower genehmigt [22]. Unter anderem wurde die gewässerschutzrechtliche Ausnahmebewilligung nach Art. 19 Abs. 2 GSchG bzw. Anhang 4 Ziffer 211 Abs. 2 GschV betreffend Einbauten ins Grundwasser unter Auflagen erteilt.

Im Zuge der weiteren Projektentwicklung haben sich gegenüber dem bewilligten PGG folgende, für die Einbauten ins Grundwasser teils relevanten Projektänderungen ergeben [23]:

- Vergrösserung der lichten Raumhöhe im Untergeschoss G01/G02 zur Unterbringung der Gebäudetechnik.
- Erweiterung Sockel G0 in östlicher Richtung.
- Neuordnung der Treppentürme auf Ebene G0.
- Vorgezogene Ausführung von Bohrpfählen für die spätere Bauetappe der neuen Wurzel A im Bereich der Medienverbindung A40.

Parallel hierzu sind auch die Grundwasser-Ersatzmassnahmen laufend angepasst und optimiert worden. In diesem Zusammenhang haben mehrere Besprechungen mit dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Abteilung Gewässerschutz des Kantons Zürich stattgefunden, anlässlich derer die Projektänderungen und die Einbauten ins Grundwasser aufgezeigt und diskutiert worden sind.

Im vorliegenden Bericht werden die Einbauten ins Grundwasser beim ZRH-Tower unter Berücksichtigung der zwischenzeitlich vorgenommenen Projektänderungen und der geplanten Grundwasser-Ersatzmassnahmen dokumentiert und aus gewässerschutzrechtlicher Sicht neu beurteilt.

1.2 Grundlagen

Berichte

- [1] Dr. Heinrich Jäckli AG (07.08.1981): Geologische Baugrunduntersuchungen Fingerdock Terminal A, Flughafen Zürich-Kloten
- [2] Dr. Heinrich Jäckli AG (29.05.1997): 5. Bauetappe Flughafen Zürich, Personen-Transport-System (PTS), Variante unterirdische PTS-Station, Hydrogeologische Beurteilung
- [3] Dr. Heinrich Jäckli AG (24.11.1997): 5. Bauetappe Flughafen Zürich, UVB 2. Stufe, Gesamtbericht Grundwasser

- [4] Dr. Heinrich Jäckli AG (05.02.1998): Airport 2000, 5. Bauetappe, Geologische Baugrunduntersuchungen PTS und Strassentunnel, Ergänzungsuntersuchungen 1997
- [5] Dr. Heinrich Jäckli AG (08.05.1998): Neues Gepäcksystem Flughafen Zürich-Kloten, Geologische Baugrunduntersuchung
- [6] Dr. Heinrich Jäckli AG (18.02.2000): Personen-Transport-System PTS, Unterquerung FIDO A
- [7] Dr. Heinrich Jäckli AG (18.04.2016): Projektentwicklung Zone A, Zürich Flughafen, Geologisch-geotechnischer Bericht
- [8] Jäckli Geologie AG (04.08.2023): Entwicklung Flughafenkopf (EFHK) ZRH-TOWER BAU, Einbauten ins Grundwasser – Konzept zur Erhaltung von Speichervolumen und Durchflusskapazität des Grundwasserleiters
- [9] Jäckli Geologie AG (12.10.2023): Neubau Dock A, Einbauten ins Grundwasser – Gewässerschutzrechtliche Beurteilung und Durchflusssnachweis
- [10] Jäckli Geologie AG (10.11.2023): Entwicklung Flughafenkopf (EFHK) ZRH-TOWER BAU Bohrkampagne Juni 2023 – Dokumentation
- [11] Jäckli Geologie AG (13.11.2024): Entwicklung Flughafenkopf (EFHK) Ersatzneubau Dock A, Bohrkampagne 2024 – Dokumentation
- [12] Jäckli Geologie AG (15.01.2025): Neubau DTW (Dock/Tower/Wurzel) und Dock A, Geologische Baugrunduntersuchungen (Sondierkampagne 2024)
- [13] Jäckli Geologie AG (30.06.2025): Entwicklung Flughafenkopf (EFHK), Ersatzneubau Dock A und Anschlussbauten DTW – Pfahl- und Ankerversuche (April / Mai 2025), Dokumentation der Pfahlbohrungen P1–P3 und W1–W4
- [14] Jäckli Geologie AG (03.10.2025): EFHK Vorfeld – Grundwasser-Monitoring, Messbericht Nr. 02

AWEL-Besprechungen

- [15] AWEL01 Protokoll zur Besprechung vom 28.04.2023 betr. Erweiterung Hauptprojekt Luftseite (ZRH-Tower / Dock A / Wurzel), Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 22.05.2023, rev. 31.05.2023
- [16] AWEL02 Protokoll zur Besprechung vom 12.07.2023 betr. Erweiterung Hauptprojekt Luftseite – Projekt ZRH-Tower, Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 13.07.2023
- [17] AWEL03 Protokoll zur Besprechung vom 31.08.2023 betr. Erweiterung Hauptprojekt Luftseite – Projekt Ersatzneubau Dock A, Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 28.09.2023
- [18] AWEL04 Protokoll zur Besprechung vom 08.07.2024 betr. Hauptprojekt Luftseite – Dock A, ZRH Tower, Wurzel, Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 10. Juli 2024, ergänzt aufgrund AWEL-Bemerkungen gemäss E-Mail vom 26.07.2024
- [19] AWEL05 Protokoll zur Besprechung vom 14.08.2024 betr. Hauptprojekt Luftseite – Dock A, ZRH Tower, Wurzel, Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 29.08.2024, Zustimmung AWEL Abteilung Gewässerschutz mit Ergänzungen vom 16.01.2026

- [20] AWEL06 Protokoll zur Besprechung vom 16.09.2025 betr. Hauptprojekt Luftseite – Dock A, ZRH Tower, Wurzel, Flughafen Zürich: Einbauten ins Grundwasser, datiert vom 19.09.2025, Zustimmung AWEL Abteilung Gewässerschutz mit Ergänzungen vom 16.01.2026

BAFU-Besprechung

- [21] UVEK Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL: Flughafen Zürich – Einbauten ins Grundwasser, Besprechung vom 07.02.2025, Ergebnisprotokoll datiert 17.03.2025

Plangenehmigung

- [22] Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (18.08.2025): Flughafen Zürich, Plangenehmigung
A30, Neubau ZRH-Tower Projekt-Nr. 23-02-002 A30 – Neubau Dock A;
A20, Rückbau Dock A u. Tower, R SA, Neubau/Anpassung Standplätze und Rollwege Vorfeld A Süd Projekt-Nr. 23-05-005,

Projektunterlagen Plangenehmigung Änderungsgesuch ZRH-Tower

- [23] Neubau ZRH-TOWER, B01 Technischer Bericht zur Projektänderung VPK-Nr. 23-02-002, GP Planergemeinschaft Raumfachwerk, dat. 30.01.2026
[24] Neubau ZRH-TOWER, B06 Beschrieb Baugrubenkonzept, Foundation und Entwässerung, zu Plangenehmigungsgesuch VPK-Nr. 23-02-002, GP Planergemeinschaft Raumfachwerk / Verfasser JägerPartner AG: P19AA534 PGG, dat. 30.01.2026

dazu gehörende Pläne:

- 600 Konzept Baugrube Foundation Grundrisse
- 601 Konzept Baugrube Foundation Schnitte
- 602 Konzept Wasserhaltung
- 603 Übersichtsplan Ersatzmassnahmen Grundwasser
- 604 Übersichtsplan und Systemschnitte Durchströmungsberechnungen

Öffentliche Planungsinstrumente

- [25] Gewässerschutzkarte Kanton Zürich, Stand Oktober 2025 (maps.zh.ch)
[26] Grundwasserkarte Kanton Zürich, Stand Oktober 2025 (maps.zh.ch)

Gesetze, Vollzugshilfen und Merkblätter

- [27] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2025), SR 814.20
[28] Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. August 2025), SR 814.201
[29] Bundesamt für Umwelt BUWAL/BAFU (2004): Wegleitung Grundwasserschutz
[30] Bundesamt für Umwelt BAFU (24.2.2022): Interessenabwägung bei Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel im Gewässerschutzbereich A_u, Informationsschreiben an kantonale Fachstellen
[31] Baudirektion Kanton Zürich, AWEL (2025): Bauvorhaben in Grundwasserleitern und Grundwasserschutzzonen, Merkblatt

2 GEOLOGISCH-HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

2.1 Geologie

Gegen Ende der letzten Eiszeit brachten die Schmelzwässer des sich zurückziehenden Gletschers in der Talung von Bassersdorf–Kloten einen sandig-kiesigen *Rückzugs-Schotter* zur Ablagerung. Dieser jüngere Schotter keilt im Gebiet des Flughafenkopfes über den darunter liegenden, sandigen bis siltig-sandig Seeablagerungen vollständig aus und erreicht einzig in rinnenartigen Vertiefungen lokal eine grössere Mächtigkeit. Eine solche Nord-Süd verlaufende Schotterrinne zieht sich vom Terminal 2 über das Terminal 1 bis in das Vorfeld nördlich vom Dock A.

Die spät- bis nacheiszeitlichen *Seeablagerungen* zeigen mit zunehmender Tiefe einen Wechsel von sandiger, über siltig-feinsandiger bis zu tonig-siltiger, teils moränenartiger Zusammensetzung.

Unter den Seeablagerungen folgt die kompakte *Moräne* der letzten Eiszeit. Die Obergrenze der Moräne weist einen unruhigen Verlauf auf. Im Bereich ZRH-Tower ist OK Moräne etwa zwischen Kote 393 und 410 m ü.M., entsprechend minimal rund 17 bis maximal 34 m u.T. anzutreffen. Unter der Moräne folgt der *ältere Schotter des Hardwaldes* (Aathal-Schotter), welcher weiter westlich noch im Bereich des Vorfeldes auskeilen dürfte.

2.2 Grundwasser

2.2.1 Tieferes Grundwasservorkommen

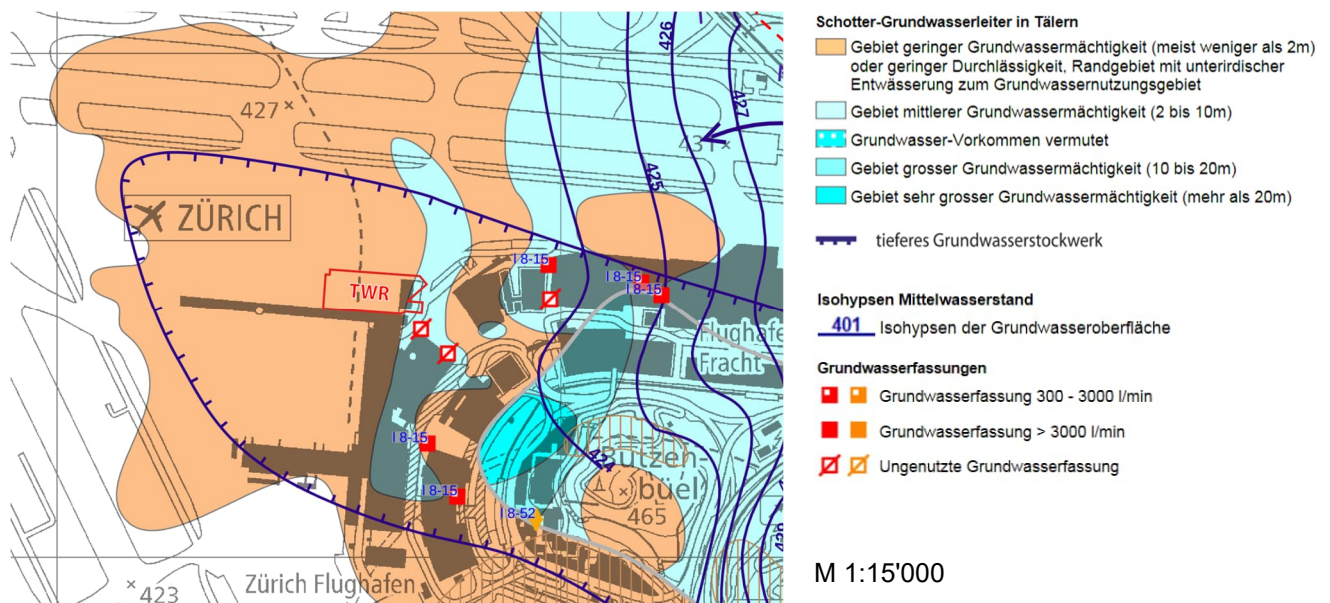
Der oben genannte ältere Schotter bildet im Hardwald zwischen Wallisellen, Opfikon und dem Flughafenkopf den Grundwasserleiter für ein in mehrere Becken zergliedertes Grundwasservorkommen. Im Bereich des Flughafenkopfes taucht der ältere Schotter unter die Moräne und die jungen Seeablagerungen ab und keilt im Vorfeldbereich aus. Auf der Grundwasserkarte in *Figur 1* ist die vermutete äussere Begrenzung des tieferen Grundwasservorkommens mit einer Spezialsignatur dargestellt. Im Projektperimeter ZRH-Tower liegt das tiefere Grundwasserstockwerk gemäss den Resultaten der im Jahr 2024 ausgeführten Sondierungen [12] in rund 30–35 m Tiefe und weist zumindest lokal eine Mächtigkeit von mehr als 10 m auf [13]. Nordwestlich des bestehenden Dock A wurde der ältere Schotter in einer Bohrung (1996) in 28 m Tiefe erbohrt.

2.2.2 Oberflächennahes Grundwasservorkommen

Der jüngere Rückzugs-Schotter beherbergt ein oberflächennahes Grundwasservorkommen, welches im Stadtgebiet Kloten zur Trinkwassergewinnung genutzt wird. Etwa auf einer Linie Flughafenbahnhof–Terminal 2–«Goldenes Tor» keilen diese Grundwasser führenden Schotter über der Unterlage aus schlecht wasserdurchlässigen Seeablagerungen aus. Im Planungssperimeter erreicht das Grundwasservorkommen im jüngeren Schotter im Bereich des Terminals 1 sowie am östlichen Ende vom Dock A eine Mächtigkeit von bis zu 10 m. In Richtung Vorfeld nimmt die nutzbare Grundwassermächtigkeit rasch ab. An die Stelle des Schotters treten sandige und siltig-feinsandige Seeablagerungen.

Der sandig-kiesige Schotter weist in der Regel eine gute bis sehr gute *Durchlässigkeit* auf. Der Durchlässigkeitsbeiwert K beträgt im Mittel etwa 3×10^{-3} m/s [7], kann lokal aber auch deutlich höhere Werte erreichen. In den Seeablagerungen ist in praktisch kohäsionslosen Sandschichten mit einem K -Wert von ca. 5×10^{-4} m/s zu rechnen. In stark siltigen Feinsandschichten nimmt der K -Wert auf $< 10^{-4}$ – 10^{-5} m/s ab. Diese Schichten sind kaum mehr durchflusswirksam.

Figur 1: Ausschnitt aus der Grundwasserkarte des Kantons Zürich¹ (maps.zh.ch [26]) mit Projektperimeter ZRH-Tower (rot)



Die *Fliessbewegung des Grundwassers* erfolgt im natürlichen Zustand etwa in Richtung Westen bis Nordwesten. Die Fliessverhältnisse im Flughafenkopf werden heute durch die bewilligten, permanent betriebenen Grundwasserentnahmen beim Operationscenter OPC und beim Parkhaus 2 (GWR I 8-15, Standorte siehe *Figur 1*) beeinflusst und die Fliessrichtung weicht örtlich von den ursprünglichen Verhältnissen ab.

Im Bereich ZRH-Tower ist die durch die Grundwasserentnahmen resultierende Wasserspiegelabsenkung kaum mehr spürbar, wie die Wasserspiegelmessungen in den im Juni 2023 beim Busgate A8 ausgeführten Bohrungen zeigen [10]. Der Grundwasserspiegel liegt dort aktuell etwa auf Kote 423.5 m ü.M., was etwa dem *natürlichen mittleren Grundwasserspiegel* entspricht.

Aufgrund der im Bereich Dock A und Vorfeld vollständig versiegelten Oberfläche sowie der im Pistenbereich vorhandenen Drainagen ist der Grundwasserspiegel im Projektperimeter generell nur vergleichsweise geringen Schwankungen unterworfen und er reagiert nur stark gedämpft auf eine verstärkte Grundwasserneubildung [14]. Genaue Angaben zum *natürlichen Höchststand* sind kaum möglich. Es ist zu vermuten, dass dieser im Projektperimeter in früheren Zeiten auf ca. Kote 425.0 m ü.M. gelegen haben dürfte.

¹ Auf der Grundwasserkarte sind die Erkenntnisse aus den beim ZRH-Tower neu durchgeführten Bohrungen [10] noch nicht berücksichtigt.

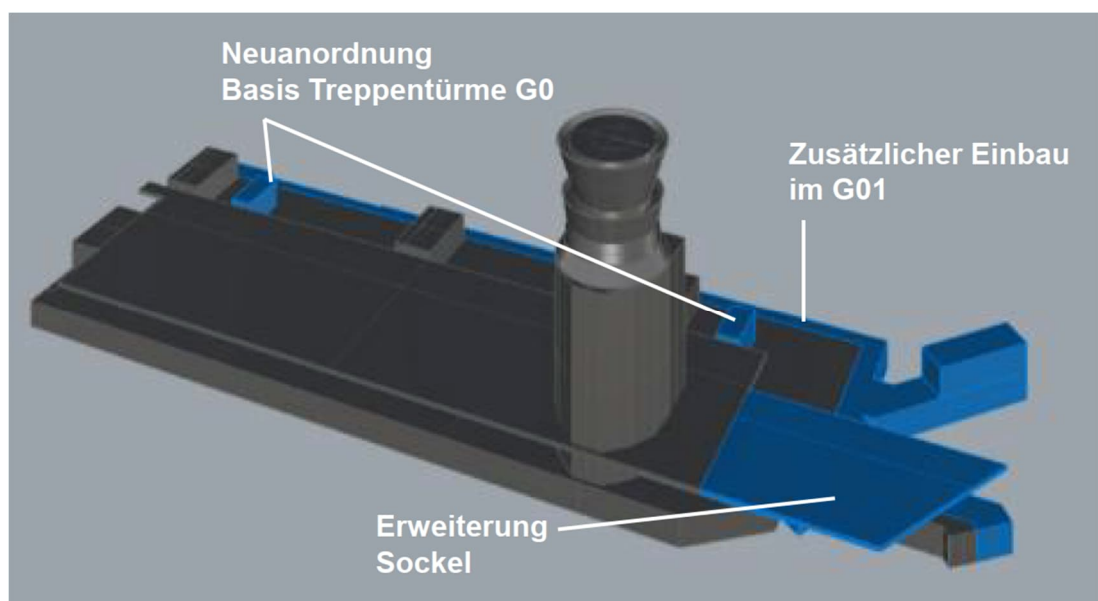
3 PROJEKT UND PROJEKTÄNDERUNGEN

Der Neubau ZRH-Tower wird zusammen mit dem betrieblich notwendigen Untergeschoss, in welchem u.a. die Gebäudetechnik untergebracht ist, erstellt. Das Sockelgeschoss weist Abmessungen von ca. 200 m x 70 m auf. Die Darstellung in *Figur 2* zeigt die wesentlichen Projektänderungen im Vergleich zum Plangenehmigungsgesuch 2023.

Die Lage der Medienkanäle und Tower Infrastruktur wurde im Zuge der Projektentwicklung optimiert. Die Medienkanäle sind unter dem G02 angeordnet und bilden das G03 (OK Fertigboden 415.10 m ü.M.). Die Unterbringung der Gebäudetechnik erfordert teilweise überhohe Räume. Das G02 liegt gegenüber dem genehmigten Projekt 1.0 m höher (OK Fertigboden 418.10 m ü.M.). Die höhenmässige Anordnung von G01 ist unverändert und liegt aus betrieblichen Gründen auf gleicher Höhe wie der südlich angrenzende, bestehende Gepäcksortierkeller.

Neben dem Untergeschoss und den Medienkanälen sind diverse weitere im Boden verbleibende *Bauhilfsmassnahmen* (Anker, Schlitzwände und Bohrpfähle zur Foundation, Mixed-in-Place-Baugrubenwand sowie Hochdruck-Jetting für Unterfangungen) geplant.

Figur 2: Visualisierung der wesentlichen Änderungen des ZRH-Tower gegenüber dem PGG 2023



4 EINBAUTEN IN DEN GRUNDWASSERLEITER

4.1 Gewässerschutzrechtliche Vorgaben

Der Projektperimeter ZRH-Tower ist gemäss Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich dem *Gewässerschutzbereich A_u* zugeordnet. Dieser Bereich umfasst nach Definition der Eidg. Gewässerschutzverordnung GSchV [28] «die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutz notwendigen Randgebiete».

Gemäss Vorgabe der GSchV dürfen im Gewässerschutzbereich A_u keine Anlagen erstellt werden, welche unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen (Anhang 4 Abs. 211 Ziff. 2 GSchV). Die Behörde kann Ausnahmen bewilligen, soweit die Durchflussskapazität gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 10% vermindert wird. In der «Wegleitung Grundwasserschutz» (BAFU 2004) [29] wird die Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften präzisiert. Auch die Vollzugshilfe des Bundes hält im Grundsatz fest, dass Bauten und Anlagen über dem mittleren Grundwasserspiegel zu erstellen sind. Gleichzeitig räumt sie den zuständigen Behörden bei der Umsetzung aber einen Spielraum für Ausnahmegewilligungen ein. Gemäss Vollzugshilfe kann ein an sich unzulässiges, unter den mittleren Grundwasserspiegel eintauchendes Bauwerk als bewilligungsfähig eingestuft werden, wenn durch gezielte Kompensations- resp. Ersatzmassnahmen (z.B. durch einen hoch durchlässigen Kieskoffer unter der Bodenplatte) die ursprünglich vorhandene Durchflussskapazität erhalten oder in Ausnahmefällen um höchstens 10 % vermindert wird.

Die Erteilung einer Ausnahmegewilligung setzt gemäss aktueller Rechtssprechung des Bundesgerichts (BGE 1C_460/ 2020) eine Interessenabwägung voraus.

4.2 Bereich mit nutzbarem Schotter-Grundwasservorkommen

Gemäss der kantonalen Grundwasserkarte GIS-ZH [26] verläuft unmittelbar östlich des geplanten Neubaus ZRH-Tower eine rinnenartige Vertiefung mit einer *nutzbaren Grundwassermächtigkeit von > 2 m*. Gegen Westen steigt die Untergrenze des Schotters gestützt auf die früheren Baugrunduntersuchungen [1][2] relativ steil an und der nutzbare Grundwasserleiter keilt auf einer vergleichsweise kurzen Distanz praktisch vollständig aus. An seine Stelle treten sandige, in Richtung Vorfeld zunehmend siltig-feinsandige Seeablagerungen. Diese Schichten weisen teils noch eine mässig gute Durchlässigkeit auf, sind aber nicht mehr dem eigentlich nutzbaren Grundwasserleiter zuzuordnen.

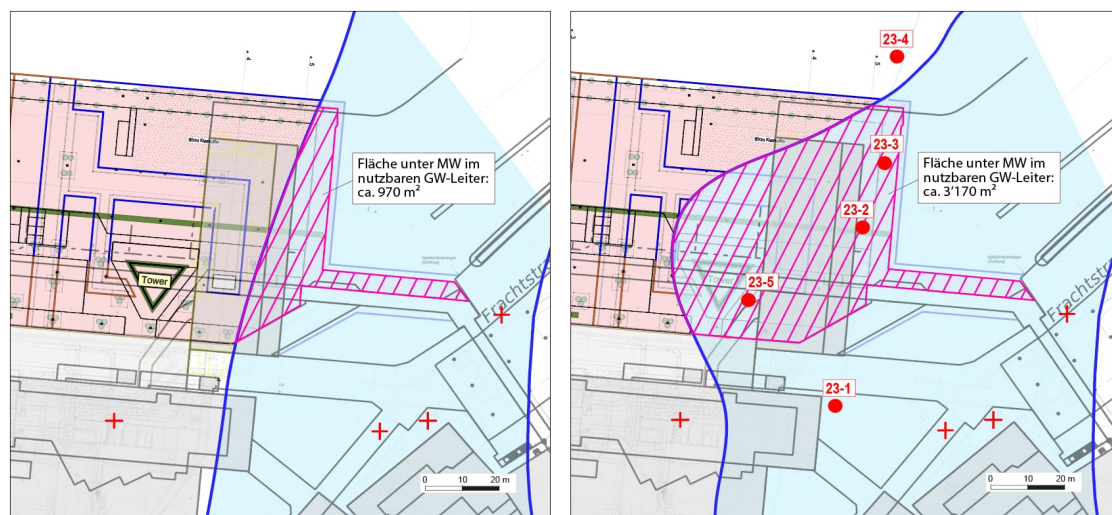
Gestützt auf die Grundwasserkarte des Kantons Zürich wurde zu Beginn der Planung davon ausgegangen, dass das Untergeschoss G01 des ZRH-Tower auf einer Fläche von ca. 970 m² in das nutzbare Schotter-Grundwasservorkommen² zu liegen kommen wird (Karte links in *Figur 3*). Im Juni 2023 sind zur Überprüfung der Grundwasserverhältnisse im östlichen Projektperimeter fünf Kernbohrungen mit Sondiertiefen zwischen 12 und 27 m u.T. ausgeführt worden [10]. Die Bohrungen haben gezeigt, dass der Grundwasserführende Schotter weiter in den Projektperimeter ZRH-Tower hinein reicht, als bislang angenommen wurde und die nutzbare

² Das nutzbare Grundwasservorkommen umfasst jenen Bereich, in welchem die Mächtigkeit des benetzten Schotter-Grundwasserleiters bei mittlerem Grundwasserspiegel (423.5 m ü.M.) mindestens 2 m beträgt.

Mächtigkeit örtlich bis zu 10 m beträgt. Der Schotter ist allerdings nicht durchgehend kiesig ausgebildet, sondern weist häufig sandige Zwischenlagen auf, welche auch im Tiefenbereich des Untergeschosses G01 auftreten.

Die Karte rechts in *Figur 3* zeigt die ungefähre westliche Begrenzung des nutzbaren Grundwasservorkommens im Bereich ZRH-Tower. Da unmittelbar weiter westlich keine Aufschlussbohrungen vorhanden sind, ist der Grenzverlauf mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Es wurde ein für das Projekt eher ungünstiger Verlauf der Schotteruntergrenze angenommen. Der Neubau ZRH-Tower (Stand PGG 2023) liegt gemäss dieser konservativen Betrachtung auf einer Fläche von rund 3'170 m² im Bereich des nutzbaren Grundwasservorkommens.

Figur 3: Situationsplan mit Fläche der Einbauten ZRH-Tower PGG 2023 unter dem mittleren Grundwasserspiegel gemäss Grundwasserkarte (links) und gemäss aktuellem Kenntnisstand (rechts)



4.3 Bauteile unter dem mittleren Grundwasserspiegel

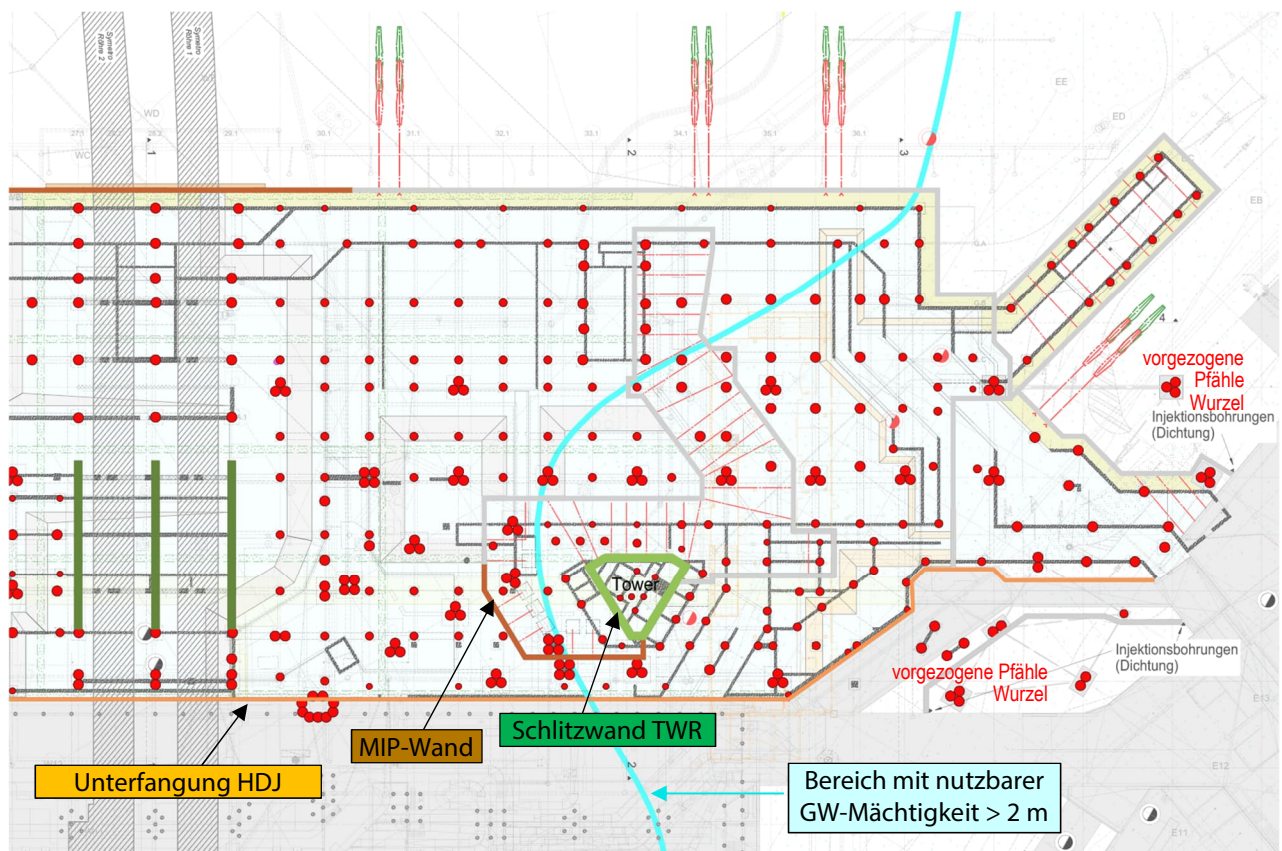
Im Zuge der Projektentwicklung sind zur Optimierung und Erfüllung der betrieblichen Anforderungen gegenüber dem PGG 2023 diverse Anpassungen am Layout des Untergeschosses G01 sowie auch der Medienkanäle und der Tower Infrastruktur unter der Bodenplatte vorgenommen worden (vgl. [23]).

4.4 Einbauten durch Foundation und Bauhilfsmassnahmen

Zusätzlich zum Untergeschoss (G01) und der Medien-/Lüftungskanäle unter der Bodenplatte kommen einzelne im Boden verbleibende Foundationen und Bauhilfsmassnahmen, wie z. B. Pfähle, Anker, MIP- und Schlitzwände sowie Hochdruck-Jetting (HDJ) für Unterfangungen, in den nutzbaren Grundwasserleiter zu liegen [23]. Zur Gewährleistung der Tragsicherheit des ZRH-Towers ist eine Tiefengründung mit Grossbohrpfählen und einzelnen Schlitzwandelementen, welche bis in die kompakte Moräne bzw. teilweise bis wenig in den älteren Schotter reichen, zwingend erforderlich.

Eine besonders hohe Anforderung stellt die wasserdichte Ausbildung der Baugrubenumschliessung im Anschlussbereich an das Dock A dar. Zur Vermeidung einer weiträumigen Grundwasserabsenkung im Schotter sind örtlich Unterfangungen im HDJ-Verfahren erforderlich. Aus technischen Gründen können die Unterfangungen resp. die HDJ-Dichtwand nachträglich nicht perforiert werden, da sie sich unter dem bestehenden Bauwerk befinden und nach Erstellung der Bodenplatte und der Wände nicht mehr zugänglich sind. Die Möglichkeit einer temporären Vereisung wurde geprüft. Dieses Verfahren erwies sich als nicht umsetzbar [23].

Figur 4: Situationsplan mit im Boden verbleibenden Foundationen und Bauhilfsmassnahmen [23]



5 GRUNDWASSER-ERSATZMASSNAHMEN PGG 2023

5.1 Zielsetzungen

Zur Wiederherstellung der Durchflusskapazität und zur Kompensation der durch die Einbauten in den nutzbaren Grundwasserleiter verbundenen Auswirkungen sind beim Neubau ZRH-Tower umfangreiche Grundwasser-Ersatzmassnahmen vorgesehen.

5.2 Volumenersatz für verbauten Grundwasserleiter

In Vorbesprechungen wurde vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) Kanton Zürich gefordert, dass das durch die Einbauten unter den mittleren Grundwasserspiegel verloren gehende, speicher- und durchflusswirksame Porenvolumen des nutzbaren Grundwasserleiters (vgl. Kapitel 4.2) vollständig erhalten werden muss. Mit dieser kantonalen Vorgabe wird dem in Art. 43 Ziff. 4 GSchG [27] verankerten Grundsatz Rechnung getragen, wonach das Speichervolumen nutzbarer Grundwasservorkommen durch Einbauten nicht wesentlich und dauernd verringert werden darf.

Für die Berechnung des erforderlichen Ersatzvolumens wurden die kiesigen Partien (Schotter) des Grundwasserleiters berücksichtigt. Der Anteil der nicht zu kompensierenden, sandigen Zwischenschichten beträgt gestützt auf die Auswertung der ausgeführten Erkundungsbohrungen rund 30%. Der Volumenersatz für den kiesigen Grundwasserleiter erfolgt durch Austausch der im Westen anstehenden, sandigen und siltig-sandigen Seeablagerungen in Form eines grosszügig bemessenen Kieskoffers unter der Bodenplatte sowie durch kiesige Hinterfüllungen. Damit der Materialersatz seine Funktion als Ersatz-Grundwasserleiter erfüllen kann, ist dieser hydraulisch mit dem nutzbaren Grundwasserbereich im Osten verbunden.

Im PGG 2023 wurde der Volumenersatz für den verbauten Grundwasserleiter entsprechend projektiert und ein Ersatzvolumen von knapp 5'900 m³ vorgesehen.

5.3 Erhaltung der natürlichen Durchflusskapazität

Die Verminderung der ursprünglich vorhandenen Durchflusskapazität muss durch geeignete Massnahmen wiederhergestellt werden. Da der Volumenersatz gleichzeitig auch eine hochdurchlässige Ersatzmassnahme darstellt, trägt dieser wesentlich zur Wiederherstellung der natürlichen Durchflusskapazität bei. Im östlichen Projektbereich, wo das Untergeschoss im Schotter-Grundwasserleiter liegt, ist zusätzlich ein flächenhafter Kieskoffer unter der Bodenplatte geplant.

5.4 Stellungnahme AWEL, Abt. Gewässerschutz

Mit Hilfe des im PGG 2023 geplanten Ersatzmassnahmenkonzeptes konnten sowohl die Vorgaben der GSchV betreffend Erhalt der Durchflusskapazität als auch jene des AWEL hinsichtlich Real- resp. Volumenersatz für den unter dem mittleren Grundwasserspiegel verbauten, nutzbaren Schotter-Grundwasserleiter eingehalten werden.

Das AWEL kommt in seiner Stellungnahme zum PGG vom 11. Januar 2024 zum Schluss, dass mit den geplanten Materialersatzmassnahmen zur Erhaltung des Grundwasser-Speichervolu-

mens und der Grundwasser-Durchflusskapazität das Bauvorhaben ZRH-Tower aus Sicht Grundwasser umweltverträglich realisiert werden kann. Die durch den Projektverfasser bzw. die Bauherrschaft vorgenommene Interessenabwägung für die Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel wurde vom AWEL als nachvollziehbar beurteilt.

6 GRUNDWASSER-ERSATZMASSNAHMEN PGG ÄNDERUNGSGESUCH

6.1 Massnahmen zur Erhaltung des Speichervolumens

6.1.1 Porosität des Ersatzmaterials

Der vom AWEL geforderte Volumenersatz für verbauten Grundwasserleiter dient der Wiederherstellung des durch die Einbauten verloren gehenden *Speichervolumens*. Die effektive, nutzbare bzw. durchflusswirksame Porosität eines natürlichen Schotter-Grundwasserleiters variiert in der Schweiz gestützt auf Erfahrungswerte zwischen rund 10 und 15 % (vgl. Angabe aus BAFU-Vollzugshilfe 2012).

Bei einem Wiedereinbau des Aushubmaterials erfolgt ein 1:1-Ersatz durch Materialaustausch an anderer Stelle. Für die Ersatzmassnahme beim ZRH-Tower ist jedoch der Einbau eines sandfreien Rundkiesgemisches (z. B. 8/16 mm, 8/32 mm oder 16/32 mm) geplant. Aufgrund des fehlenden Fein- und Sandanteils weisen die zur Auswahl stehenden Kiesgemische ein deutlich höheres Speichervolumen von ca. 35 % auf. Mit dem Rundkiesgemisch ab Werk wird im Vergleich zum anstehenden Schotter daher ein ca. 2.3–3.5x so grosses Speichervolumen bereitgestellt.

In Anbetracht des grossen Volumens für die Ersatzmassnahme ZRH-Tower wurde mit dem AWEL die Möglichkeit diskutiert, das erforderliche Material- bzw. Realersatzvolumen bei Verwendung eines Rundkiesgemisches mit hoher nutzbarer Porosität zu reduzieren. Anlässlich der Besprechung vom 14.08.2024 [19] wurde ein *Reduktionsfaktor von 2.0* vorgeschlagen. Dieser Wert wurde als Grundlage für die weitere Planung vom AWEL bestätigt.

6.1.2 Sandschichten innerhalb des Schotters

Bei der Dimensionierung des Volumenersatzes für den verbauten Grundwasserleiter wurde im PGG 2023, in Absprache mit dem AWEL, ein Anteil der sandigen Schichten innerhalb des Schotters von ca. 30 % angenommen (vgl. Kapitel 5.2). Dieser Wert wurde der weiteren Projektierung der Ersatzmassnahme zugrunde gelegt.

6.1.3 Ersatzvolumen für verbauten Grundwasserleiter

Gemäss Berechnungen des Ingenieurs beträgt das Gesamtvolumen des durch die Einbauten (inkl. Magerbetonschicht, Schlitzwand, Pfahlbankette/Pfähle, Jetting etc.) verloren gehenden, nutzbaren Grundwasserleiters neu rund 20'500 m³. Darin sind zusätzlich zu den Einbauten des ZRH-Tower auch die Pfähle und weitere Einbauten für die Foundation der neuen Wurzel (PGG 23-05-005) enthalten.

Unter Berücksichtigung der vorgängig genannten Reduktionsfaktoren resultiert ein erforderliches Ersatzvolumen (inkl. einer Reserve von 200 m³ für allfällige Leitungen unter der Bodenplatte) von 7'375 m³. Der Volumenersatz für den kiesigen Grundwasserleiter erfolgt durch Austausch der im Westen anstehenden, sandigen und siltig-sandigen Seeablagerungen wie folgt (vgl. hierzu auch *Figur 5*):

• Hinterfüllungen Aussenwand	1'120 m ³
• Koffer unter G01 (d = 3.3 m)	1'696 m ³
• Koffer unter G01 über PTS (d = 0.7 m)	1'075 m ³
• Koffer unter G01 über PTS (d = 1.0 m)	994 m ³
• Koffer unter G02 (d = 0.7 m)	2'399 m ³
• Auffüllung Böschung	378 m ³
Total Volumenersatz	7'662 m³

Damit der Materialersatz seine Funktion als Ersatz-Grundwasserleiter erfüllen kann, ist dieser hydraulisch wirksam mit dem nutzbaren Schotter-Grundwasservorkommen im Osten verbunden.

6.2 Massnahmen zur Erhaltung der Grundwasser-Durchflussskapazität

6.2.1 Geplante Ersatzmassnahmen

Mit Hilfe von gezielten Ersatzmassnahmen soll die heute vorhandene Grundwasser-Durchflussskapazität bei Mittelwasser (Annahme für Durchflussbetrachtungen: MW 423.5 m ü.M.) zu 100 % erhalten bleiben. Die Massnahmen in den Hinterfüllungen werden so konzipiert, dass diese bis zu einem Höchststand des Grundwasserspiegels (Kote 425.0 m ü.M.) hydraulisch wirksam sind.

6.2.2 Durchflusssnachweis

Für die Durchflussbetrachtungen ist die natürliche Fliessrichtung des Grundwassers massgebend. Diese dürfte etwa gegen Westen gerichtet sein. Vereinfachend wird nachfolgend eine Fliessbewegung parallel zum Dock A angenommen.

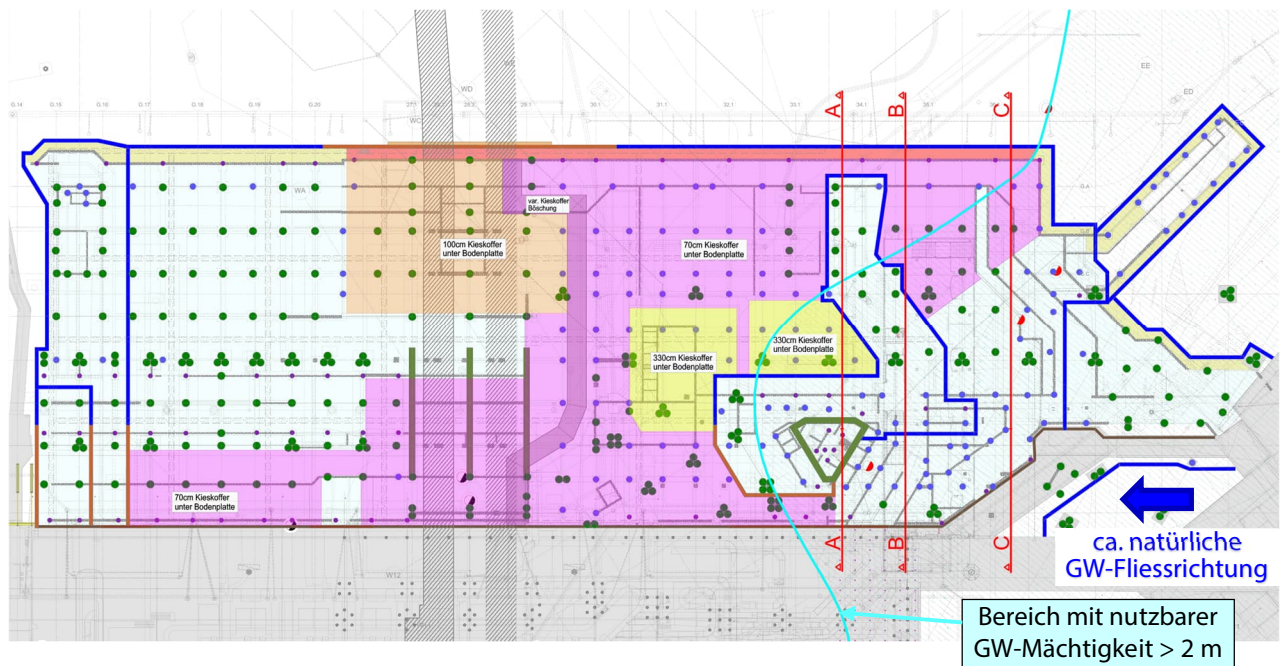
Für die Ersatzmassnahme wird das erwähnte Rundkies-Gemisch (z. B. 8/32 mm) verwendet. Dieses weist eine Durchlässigkeit von mindestens $K = 5 \times 10^{-2}$ m/s auf. Gegenüber dem anstehenden resp. verbauten Schotter-Grundwasserleiter mit einem mittleren Profil-Durchlässigkeitsbeiwert³ von $K = 3 \times 10^{-3}$ m/s entspricht dies einer rund 16x höheren Durchlässigkeit. Die Einbauten in die sandig, teils siltigen Seeablagerungen werden, obwohl dies kaum mehr durchflussswirksam sind, bei den Durchflussbetrachtungen ebenfalls berücksichtigt. Für diese

³ Die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters variiert je nach Sandanteil recht stark. In sandarmen Schichten sind vergleichsweise hohe K-Werte ($> 5 \times 10^{-3}$ m/s) anzutreffen. Unter Berücksichtigung der verbreitet anzutreffenden Sandlagen innerhalb des Schotters wird der für den Durchflusssnachweis gewählte K-Wert von 3×10^{-3} m/s als repräsentativ eingestuft.

Schichten wird im Sinn einer konservativen Annahme ein Profil-K-Wert von 5×10^{-4} m/s angenommen.

Der Durchflusssnachweis quer zur natürlichen Fließrichtung des Grundwassers wird anhand von 3 Schnitten geführt (Lage der Profilsuren siehe Figur 5).

Figur 5: Grundriss mit Querschnitten A-A / B-B und C-C für Grundwasser-Durchflusssnachweis



Schnitt C-C

Der Schnitt C-C bildet die Verhältnisse im Ostteil von ZRH-Tower ab. Dort sind im Süden unter dem Untergeschoss G01 noch mehrere Meter des Grundwasserleiters vorhanden, während im Norden die Schotterobergrenze auftaucht und die Ebene G01 bereits in die sandigen Seeablagerungen zu liegen kommt. Der durch den Neubau inklusive Bohrpfähle und HDI-Wand unter dem mittleren Grundwasserspiegel im Schotter verbaute Durchflussquerschnitt beträgt ca. 331 m². Die in die sandigen Seeablagerungen eintauchenden Pfähle beanspruchen eine Querschnittsfläche von 194 m². Die damit verbundene Verminderung der Durchflusskapazität ist im Vergleich nur gering.

Mit den vorgesehenen Ersatzmassnahmen wird die Durchflusskapazität – bezogen auf die geplanten Tiefbauten (Untergeschoss G01, Pfähle, HDJ-Wand) – bei mittlerem Grundwasserspiegel vollständig wiederhergestellt und es verbleibt zusätzlich eine Reserve von knapp 90% (Tabelle 1).

Figur 6: Schnitt C-C mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen
ohne Massstab, Details siehe[24]

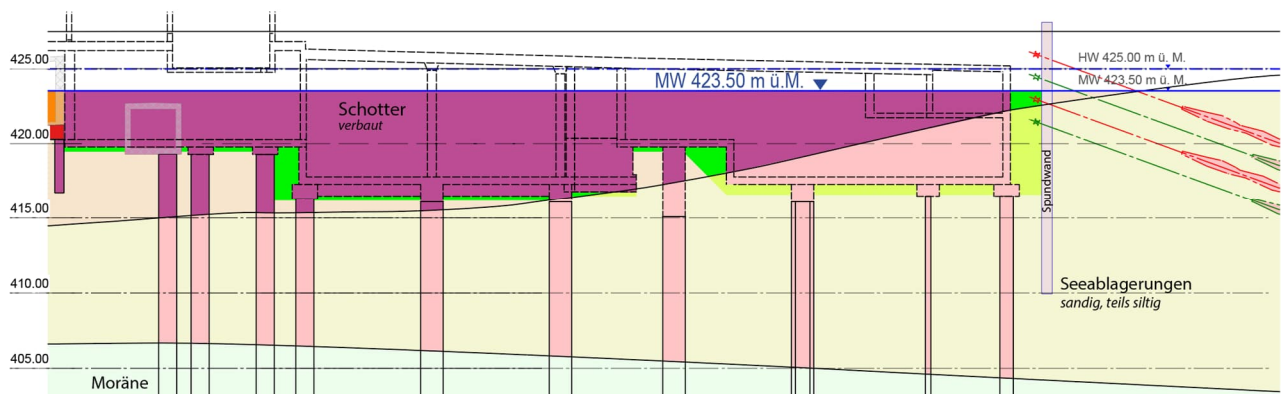


Tabelle 1: Rechnerischer Durchflussnachweis im Schnitt C-C (siehe

Figur 6)

	Fläche (m ²)	K-Wert (m/s)	Durchflusskapazität (m ³ /s)	
			verbaut	wiederhergestellt
Schotter, sandig-kiesig mit Sandlagen		0.0030		
Seeablagerungen, sandig/teils siltig		0.0005		
ZHR-Tower / Einbauten im Schotter unter MW	331	0.0030	0.993	
ZHR-Tower / Einbauten in Seeablagerungen unter MW	194	0.0005	0.097	
ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) im Schotter	19	0.0500	0.058	0.965
ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) in Seeablagerungen	24	0.0500	0.012	1.200
Total TWR	568		1.160 100%	2.165 187%

Schnitt B-B

Der Schnitt B-B verläuft unmittelbar östlich des ZRH-Tower und umfasst einen Bereich mit dem quer zur natürlichen Fliessrichtung, unter dem Untergeschoss G01 angeordneten Medienkanal. Letzterer kommt allerdings bereits in die sandigen Seeablagerungen zu liegen. Gesamthaft wird eine Querschnittsfläche unter dem mittleren Grundwasserspiegel (MW) von 278 m² im Schotter und von 382 m² in den sandigen Seeablagerungen verbaut.

Mit den vorgesehenen, grösstenteils in den Seeablagerungen liegenden Ersatzmassnahmen wird die bei MW verbaute Durchflusskapazität um rund das 3-fache kompensiert (Tabelle 2).

Figur 7: Schnitt B-B mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen
ohne Massstab, Details siehe[24]

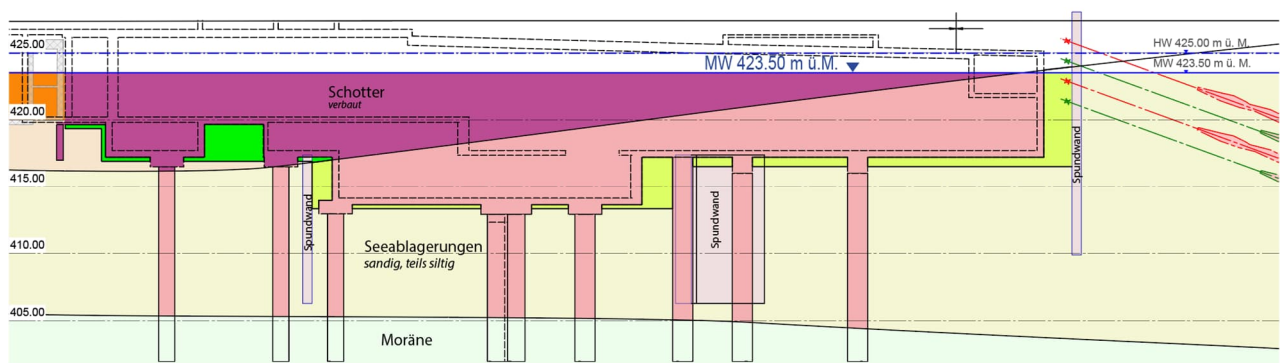


Tabelle 2: Rechnerischer Durchflussnachweis im Schnitt B-B (siehe Figur 7)

	Fläche (m ²)	K-Wert (m/s)	Durchflusskapazität (m ³ /s)	
			verbaut	wiederhergestellt
 Schotter, sandig-kiesig mit Sandlagen		0.0030		
 Seeablagerungen, sandig/teils siltig		0.0005		
 ZHR-Tower / Einbauten im Schotter unter MW	278	0.0030	0.834	
 ZHR-Tower / Einbauten in Seeablagerungen unter MW	382	0.0005	0.191	
 ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) im Schotter	16	0.0500	0.048	0.800
 ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) in Seeablagerungen	49	0.0500	0.025	2.450
Total TWR	725		1.098 100%	3.250 296%

Schnitt A-A

Der Schnitt A-A verläuft durch ZRH-Tower und den Medienkanal im Norden. Der grundwasserführende Schotter erreicht einzig im südlichen Teil eine Mächtigkeit von maximal ca. 5 m, während er gegen Norden zunehmend gering mächtiger wird und schliesslich ganz auskeilt.

Durch das Untergeschoss G01 wird die im Schotter unter dem mittleren Grundwasserspiegel vorhandene Querschnittsfläche von 203 m² vollständig verbaut (Figur 8). In die Seeablagerungen reichen neben den Untergeschossen und dem Medienkanal die zur Foundation erforderlichen Pfähle und insbesondere auch die Schlitzwände unter dem ZRH-Tower. Diese Einbauten beanspruchen eine Querschnittsfläche von total 628 m².

Der rechnerische Durchflusssnachweis zeigt, dass dank der umfangreichen Volumen-Ersatzmassnahmen in den Seeablagerungen (Querschnittsfläche ca. 85 m²) die bei Mittelwasserstand verbaute Durchflussskapazität um mehr als 4-fache kompensiert werden kann (Tabelle 3).

Figur 8: Schnitt A-A mit geplanten Volumen- / Durchfluss-Ersatzmassnahmen
ohne Massstab, Details siehe[24]

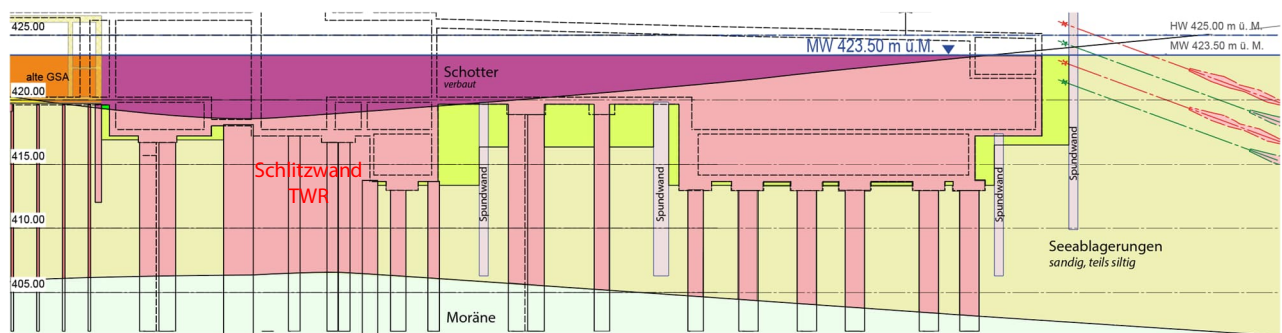


Tabelle 3: Rechnerischer Durchflusssnachweis im Schnitt A-A (siehe Figur 8)

	Fläche (m ²)	K-Wert (m/s)	Durchflussskapazität (m ³ /s)	
			verbaut	wiederhergestellt
 Schotter, sandig-kiesig mit Sandlagen		0.0030		
 Seeablagerungen, sandig/teils siltig		0.0005		
 ZHR-Tower / Einbauten im Schotter unter MW	203	0.0030	0.609	
 ZHR-Tower / Einbauten in Seeablagerungen unter MW	628	0.0005	0.314	
 ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) im Schotter	0	0.0500	0.000	0.000
 ZHR-Tower / Ersatzmassnahme (Kies 8/32 mm) in Seeablagerungen	85	0.0500	0.043	4.250
Total TWR	916		0.962 100%	4.250 440%

6.3 Baugrubenabschlüsse und Unterfangungen

Im Bereich des nutzbaren Grundwasserleiters werden als vertikale Baugrubenabschlüsse nach Möglichkeit *Spundwände* verwendet, welche nach Beendigung der Tiefbauarbeiten wieder gezogen werden. *Mixed-in-Place-Wände* werden dort, wo dies zur Gewährleistung einer ausreichenden Durchflussskapazität im Endzustand erforderlich ist, durch Aufbohren einzelner Abschnitte wieder durchlässig gemacht.

Die Unterfangung bestehender Gebäude erfolgt durch *Hochdruck-Jetting (HDJ)*. Diese Bauhilfsmassnahmen werden auf das notwendige Minimum beschränkt. Die Jetting-Körper stellen bereichsweise permanente Einbauten in den Grundwasserleiter dar. Da sie aber etwa in Fliessrichtung des Grundwassers zu liegen kommen (*siehe Figur 4*), sind damit keine unzulässig starken Auswirkungen auf die Grundwasserfliessverhältnisse verbunden.

6.4 Bohrpfähle im älteren Schotter

Die grosskalibrigen Bohrpfähle und auch die Schlitzwände müssen bis maximal ca. 3.0 m in die kompakt gelagerte Moräne eingebunden werden. Gemäss den Ergebnissen der Erkundungsbohrungen und der Probepfähle variiert die Schichtstärke der Moräne recht stark. Während diese beim ZRH-Tower mehr als 5 m betragen dürfte, ist im Nordteil des Sockelgeschosses lokal eine Mächtigkeit der Moräne von weniger als 1 m vorhanden. Dies bedeutet, dass die Pfahlspitzen dort maximal 2–3 m in den älteren Schotter eindringen werden. Der grundwasserführende, ältere Schotter weist in diesem Bereich eine Mächtigkeit von mehr als 10 m auf [13]. Die Verminderung der Durchflussskapazität des tiefen Grundwasservorkommens durch die punktuellen Einbauten beträgt auch im ungünstigsten Fall weniger als 10 %.

7 GEWÄSSERSCHUTZRECHTLICHE BEURTEILUNG

7.1 Bewilligungsfähigkeit

Erhaltung des nutzbaren Speichervolumens

Mit Hilfe der geplanten Ersatzmassnahmen kann der vom Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich geforderte, 100%ige Real- resp. Volumenersatz für den unter dem mittleren Grundwasserspiegel verbauten, nutzbaren Schotter-Grundwasserleiter geleistet werden. In der Ersatzmassnahme sind die im PGG Dock A (VPK-Nr. 23-05-005) zur Fundation im Bereich der Wurzel vorgesehenen Pfähle bereits berücksichtigt.

Erhaltung der Durchflussskapazität

Dank der grosszügig bemessenen, kiesigen Ersatzmassnahmen wird die durch Einbauten unter dem mittleren Grundwasserspiegel verloren gehende Durchflussskapazität vollständig wiederhergestellt. Die Vorgabe der GSchV betreffend die Erhaltung der Durchflussskapazität von nutzbaren Grundwasservorkommen wird eingehalten.

Fazit

Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Massnahmen zur Erhaltung von Speichervolumen und Durchflussskapazität sollte eine gewässerschutzrechtliche Ausnahmegewilligung für den Einbau unter den mittleren Grundwasserspiegel gemäss Ziff. 211 Anhang 4 GSchV erteilt werden können. Für die Erteilung einer Ausnahmegewilligung bedarf es einer Interessenabwägung durch die zuständige Behörde.

7.2 Beurteilung aus Sicht Grundwasserschutz

Eingeschränkte Nutzbarkeit des oberflächennahen Grundwasservorkommens

Der Projektperimeter liegt am Rand, grösstenteils aber bereits ausserhalb des nutzbaren Grundwasserleiters. Das von Osten her zuströmende Grundwasser exfiltriert im Flughafengebiet vollständig in vorhandene Drainagen oder entwässert über gering durchlässige Schichten in Richtung der Glatt. Der Flughafen ist in Fliessrichtung betrachtet somit der letzte mögliche Nutzer des Grundwassers. Aus diesem Grund können nachteilige Folgen auf heutige oder künftige Nutzer im Abstrombereich des Projektperimeters von vornherein ausgeschlossen werden.

Keine Beeinträchtigung bestehender und/oder künftiger Nutzungen

Da mit Hilfe der geplanten Ersatzmassnahmen die natürliche Durchflussskapazität sowie auch das speicherwirksame Porenvolumen des nutzbaren Grundwasserleiters vollständig erhalten werden, sind keine spürbaren oder gar weitreichenden Auswirkungen der Einbauten in das Grundwasser zu befürchten. Insbesondere kann eine quantitative Beeinflussung der im Zuströmbereich des Flughafenkopfes liegenden Trinkwasserfassungen Thal und Holberg der Stadt Kloten (GWR I 11-2 bzw. I 8-49) aufgrund der hydrogeologischen Fliessverhältnisse und der grossen Distanz von ca. 1.0 resp. 1.5 km ausgeschlossen werden. Die Nutzung in der für die Trinkwasserversorgung der Stadt Kloten wichtigen Fassungen wird in keiner Weise tangiert.

Geringfügige Einbauten in tieferes Grundwasservorkommen

Das unter der Moräne liegende, tiefere Grundwasservorkommen keilt im Vorfeldbereich aus. Zwar werden die Pfähle aufgrund der lokal geringen Mächtigkeit der Moräne bis maximal 3 m in den älteren Schotter eindringen. Die damit verbundene Verminderung der Durchflussskapazität ist allerdings nur gering und liegt bezogen auf den Perimeter ZHR-TWR deutlich unter dem gemäss GSchV als Ausnahme zulässigen Höchstwert von 10 %. Das weitgehende stagnierende Grundwasser wird in diesem Bereich zudem nicht genutzt und es kommt auch künftig für eine Trinkwassergewinnung nicht in Betracht.

Zürich, 30. Januar 2026

B03_Bericht Einbauten ins Grundwasser.docx La/Km

Jäckli Geologie AG

Projektbearbeitung:

Walter Labhart, Dr. sc. nat. ETH, Geologe

NEUBAU ZRH TOWER

Projektänderung VPK-Nr. 23-02-002

Tiefenfundation mittels Pfählen und Schlitzwänden: Beurteilung einer möglichen Gefährdung infolge Durchbohrens des stockwerkstrennenden Grundwasserstauers (Moräne)

Appendix zu B02 Projektänderung Tower Projekt UVB vom 30.01.2026
und
B03 Bericht Einbauten ins Grundwasser, Konzept zur
Erhaltung von Speichervolumen und Durchflussskapazität
vom 30.01.2026

31. August 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage und Problemstellung	3
1.2	Grundlagen	3
2	Hydrogeologische Verhältnisse	3
3	Beurteilung der Gefahr einer hydraulischen Verbindung	4
3.1	Erstellungsvarianten	4
3.2	Bohrvorgang und Bauzustand	4
3.3	Betoniervorgang und Endzustand	5
4	Zusammenfassung / Fazit	6

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Im Projektperimeter «Neubau ZRH-Tower» sind zwei Grundwasserstockwerke ausgebildet. Neben dem oberflächennahen Grundwasservorkommen in den Rückzugsschottern, welches im Stadtgebiet Kloten zur Trinkwassergewinnung genutzt wird und im Bereich des ZRH-Tower nach Westen auskeilt, ist ein tieferes Grundwasservorkommen in einem älteren, eiszeitlichen Schotter vorhanden. Zwischen den beiden Stockwerken liegt eine praktisch wasserundurchlässige Moräne (Grundwasserstauer). Unter der Annahme, dass der Grundwasserstauer nicht durchbohrt und der untere Grundwasserträger damit nicht tangiert wird, wurde das Projekt «Neubau ZRH-Tower» mit der Plangenehmigung des UVEK vom 18. August 2025 genehmigt.

Die Flughafen Zürich AG (FZAG) hat mit dem Gesuch vom 12. Februar 2026 beim BAZL eine Projektänderung eingereicht. Basierend auf neuen geologischen Kenntnissen und der Projektänderung ist davon auszugehen, dass die Moräne bzw. der Grundwasserstauer lokal durchbohrt wird und die Pfähle neu teilweise bis wenige Meter in den unteren Grundwasserleiter eindringen werden. Die Verringerung der Durchflusskapazität des unteren Grundwasserleiters liegt dabei deutlich unter dem gemäss GSchV maximal zulässigen Wert von 10 %. Es stellt sich jedoch die Frage, ob durch die Pfählungsarbeiten eine Verbindung der beiden Grundwasservorkommen entstehen könnte.

1.2 Grundlagen

- [a] Neubau DTW und Dock A - Geologische Baugrunduntersuchungen (Sondierkampagne 2024), Jäckli Geologie AG, 15.01.2025
- [b] Neubau DTW und Dock A – B06 Beschrieb Baugrubenkonzept, Foundation und Entwässerung, JägerPartner AG, 30.01.2026
- [c] Neubau DTW und Dock A – Stellungnahme zu PGG, BAFU, 31.07.2026

2 Hydrogeologische Verhältnisse

Im östlichen Projektperimeter ZRH-Tower weist das oberflächennahe Grundwasservorkommen im jüngeren Rückzugsschotter eine Mächtigkeit von bis zu 10 m auf. In Richtung Westen nimmt die nutzbare Grundwassermächtigkeit rasch ab. An die Stelle des Schotters treten sandige und siltig-feinsandige Seeablagerungen. Der obere, freie Grundwasserspiegel liegt aktuell auf ca. Kote 422.5–423.5 m ü.M. bzw. etwa 4–5 m u.T.

Der ältere Schotter des Hardwaldes taucht im Bereich des Flughafenkopfes unter die letzteiszeitliche Moräne ab und keilt gegen Westen im Pistenbereich vollständig aus.

Das piezometrische Druckniveau des tieferen Grundwasservorkommens entspricht im natürlichen Zustand in etwa dem freien, oberen Grundwasserspiegel. Durch die permanent betriebene Grundwasserentnahme beim Parkhaus 1 (GWR I 8-15) dürfte der Druckwasserspiegel im Projektperimeter ZRH-Tower um maximal 1–2 m abgesenkt sein, so dass zwischen den beiden Grundwasserstockwerken leicht hypopiezometrische Druckverhältnisse vorliegen dürften.

3 Beurteilung der Gefahr einer hydraulischen Verbindung

3.1 Erstellungsvarianten

Die Pfähle werden entweder vollverbohrt (Leerrohr mit Wasser gefüllt) oder teilweise verbohrt erstellt. Bei der teilweise verbohrten Variante werden jeweils die obersten ca. 6 -10 m der Pfahllänge verbohrt, darunter erfolgt die Bohrung unverbohrt. In diesem Fall wird das Bohrloch durch die Bentonitstützflüssigkeit stabilisiert. Die Schlitzwände werden komplett unverbohrt (bentonitgestützt) erstellt.

Unabhängig von der Ausführungsvariante wird das gesamte Bohrloch während dem Bohrvorgang laufend bis über das Bohrplanum mit Flüssigkeit gefüllt (Wasser bzw. Bentonit). Die Bohrung mit Wasser-/Bentonitaufblast dient unter anderem der Verhinderung eines hydraulischen Grundbruchs im Bereich der Bohrlochsohle.

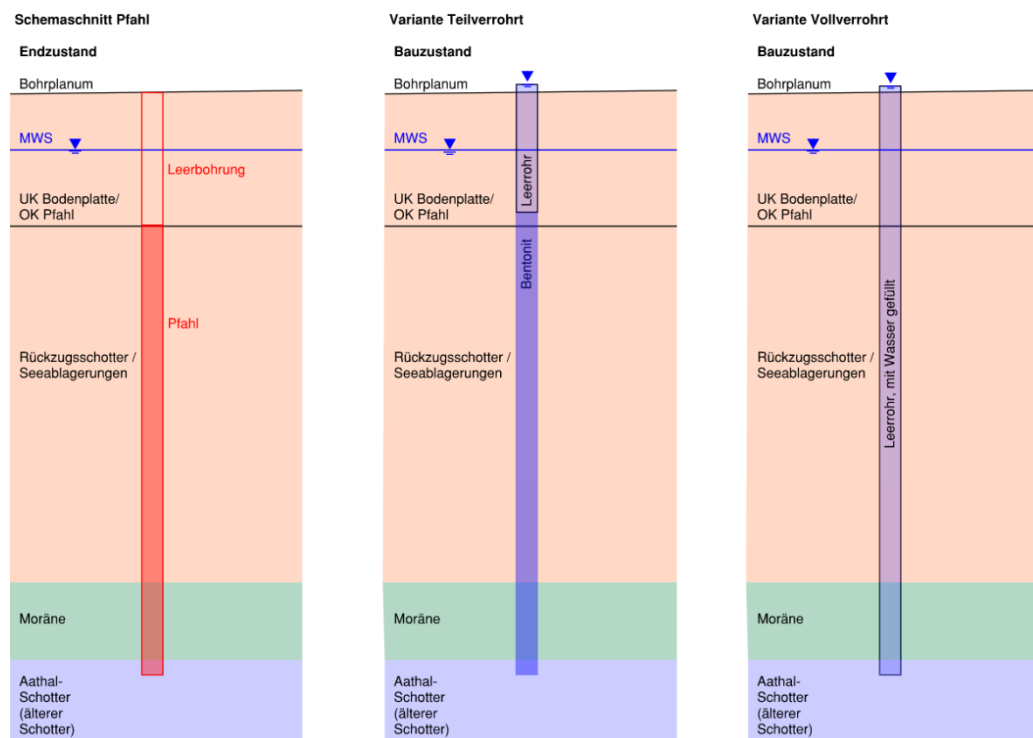


Abbildung 3-1: Schemaschnitte Pfahl (links), Variante Teilverbohrt (Mitte) und Vollverbohrt (rechts)

3.2 Bohrvorgang und Bauzustand

Im Bauzustand wird durch die Bohrung vorübergehend eine potenzielle Verbindung zwischen den beiden Grundwasserstockwerken geschaffen (siehe Abbildung 3-1).

Im Falle einer Wasserfüllung (Variante Vollverbohrt) liegt der Druck im Bohrloch leicht über dem Bohrplanum. Im Falle einer bentonitgestützten Bohrung, wie bei der Variante Teilverbohrt sowie den Schlitzwänden, liegt der Druck aufgrund der höheren Dichte dieser Flüssigkeit noch höher (siehe Abbildung 3-3). Unabhängig von der Ausführungsvariante herrschen innerhalb des Bohrlochs also höhere hydraulische Drücke als im umliegenden Grundwasser. Dies verhindert den Eintritt von Grundwasser ins Bohrloch und daher auch eine hydraulische Verbindung zwischen den beiden Grundwasserstockwerken.

3.3 Betoniervorgang und Endzustand

Beim Betoniervorgang wird das je nach Variante vorhandene Leerrohr sukzessive zurückgezogen, während das Bohrloch über ein Schüttrohr von unten nach oben mit Beton verfüllt wird.

Die UK des Leerrohrs (bei vollverrohrter Bohrung) steht während diesem Vorgang immer innerhalb des Betons. Nach Rückzug des Rohrs verzahnt sich der noch flüssige Beton mit dem anstehenden Baugrund. Der Übergang zwischen Moräne und Pfahl wird so komplett abgedichtet. Bei der Variante Teilverrohrt sowie bei den Schlitzwänden (unverrohrt) ist die Verzahnung von Beton und Baugrund ebenfalls gegeben. Aufgrund der höheren Dichte von Beton ist der Druck dabei immer nach aussen gerichtet. Die vom eingepumpten Beton verdrängte Flüssigkeit wird laufend oben bzw. am oberen Ende, innerhalb der Verrohrung abgepumpt. Der höhere Druck innerhalb des Bohrlochs im Vergleich zum umliegenden Grundwasser bleibt so während des gesamten Betoniervorgangs erhalten und verhindert den Eintritt von Grundwasser ins Bohrloch.

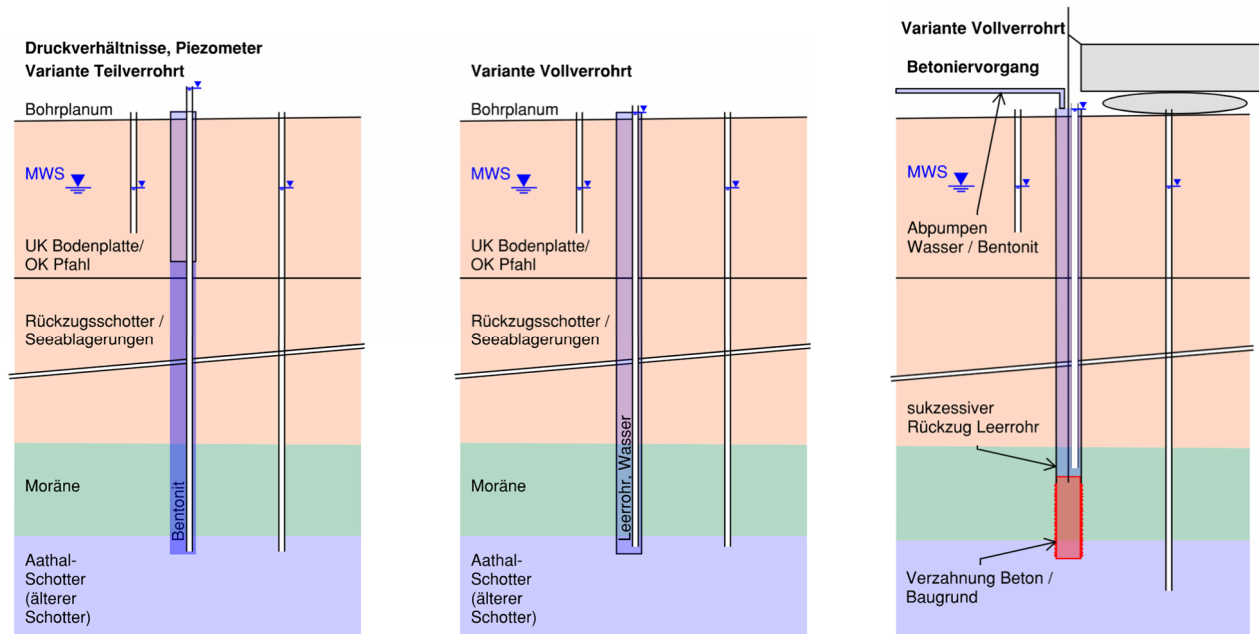


Abbildung 3-3: Darstellung der herrschenden Druckverhältnisse

Abbildung 3-3: Schema Betoniervorgang, Beispiel Variante Vollverrohrt / Darstellung Druckverhältnisse

4 Zusammenfassung / Fazit

- Bohrvorgang und Bauzustand:
 - Während dem Bohrvorgang wird laufend Stützflüssigkeit (Wasser bzw. Bentonit) ins Bohrloch gepumpt. Der höhere piezometrische Druck innerhalb des Bohrlochs verhindert den Zufluss von Grundwasser ins Bohrloch und damit einen Wasseraustausch zwischen den beiden Grundwasserträgern.
- Betoniervorgang:
 - Während dem Betoniervorgang bleibt der Überdruck im Bohrloch erhalten bzw. noch erhöht aufgrund des flüssigen Betons. Der flüssige Beton verzahnt sich mit dem anstehenden Baugrund.
- Endzustand:
 - Durch die Verzahnung des Betons mit dem Baugrund ist die Grenzfläche zwischen Pfahl und Moräne bzw. Schlitzwand und Moräne komplett abgedichtet.

Die Gefahr eines hydraulischen Kurzschlusses mit Auftreten von Druckausgleichsströmungen zwischen dem oberen und dem unteren Grundwasservorkommen besteht weder im Bau- noch im Endzustand. Das Durchbohren des Grundwasserstauers (Moräne) mit Erstellen der grosskalibrigen Bohrpfähle und der Schlitzwände hat keine negativen Auswirkungen auf das Grundwasser zur Folge.

JägerPartner AG



Prasath Saravanabavan



Tobias Renk

Jäckli Geologie AG



Dr. Walter Labhart