



Grundwasserabsenkung für Hochhausbau in Zürich

Vorspanntext ■ Vorgestellt werden die umfangreichen Wasserhaltungsmaßnahmen für den Bau des PRIME Towers. Zürichs neues Wahrzeichen definiert auf 36 Etagen Maßstäbe für Geschäftsliegenschaften in punkto (Hochhaus-) Architektur, Transparenz, Ausstrahlung und technischer Perfektion. Neben den Brunnenbauarbeiten (**Abb. 1**) ermöglichte innovative Steuer- und Pumpentechnik die erfolgreiche Grundwasserabsenkung und -verteilung zur Versickerung oder Einleitung in den Vorfluter.

Der 126 Meter hohe PRIME TOWER in Zürich West wird schon in der Bauphase mit Superlativen bedacht. Zürichs entstehendes Wahrzeichen wird 36 Etagen haben und will hoch hinaus. Mit seinen 126 Metern soll es das höchste Gebäude der Schweiz werden. Er steht mitten in der Stadt, auf dem Areal der ehemaligen Maag-Zahnradfabrik. Dort, wo Zürich seit einigen Jahren neu entsteht. Mit der Realisierung des PRIME TOWERS planen weitere Investoren gleichzeitig Hunderte neuer Wohnungen, es entstehen Parks und Grünflächen, Läden und Lokale. Das im Bau befindliche Hochhaus entsteht nach

Plänen des Zürcher Architekturbüros Gigon/ Guyer, das einen international besetzten Wettbewerb einstimmig gewinnen konnte. Bauherr ist die Swiss Prime Site AG, die Fertigstellung ist für 2011 geplant. Die Arbeitsgemeinschaft PRIME TOWER, bestehend aus der Losinger Construction AG, Zürich (federführend) und der Karl Steiner AG, Zürich, zeichnet für die Realisierung des Turms sowie der Annexbauten Cubus und Diagonal verantwortlich. Den Auftrag für die aufwändige Grundwasserabsenkung erhielt die BAUER Spezialtiefbau Schweiz AG mit Ihrem Partner Brunnenbau Conrad GmbH.

Geotechnische Situation

Der Baugrund im Projektbereich besteht laut Untersuchungen des geotechnischen Büros Dr. H. Jäckli AG aus tief reichenden Limmattal-Schottern, die erst unterhalb von 60 Metern von Moräne unterlagert werden. Die Schotter bestehen aus einem Kies mit relativ hohem Sandanteil. Im für die Wasserhaltung relevanten Bereich der oberen 20 Meter beträgt der Durchlässigkeitsbeiwert $k=5 \cdot 10^{-5}$. An der Basis werden die Limmattal-Schotter feinkörniger. Der Grundwasserstand liegt im Mittel bei 5,50 Meter unter Gelände und für den Hochwasserfall bei 4,50 Meter. Die Baugrube für die Tiefgarage hat unregelmäßige Abmessungen von ca. 150x100 Meter. Die tiefste Aushubsohle liegt bei ca. 7,30 Metern, so dass eine Grundwasserabsenkung über einen Betrag von über vier Metern erforderlich war. Aufgrund des Fehlens eines natürlichen Stauers sollte die Baugrube nicht wasserdicht umschlossen und eine komplette Absenkung ausgeführt werden. Aufgrund des enormen Eingriffs in den Grundwasserleiter wurde rechtzeitig der Kontakt mit der Genehmigungsbehörde AWEL der Baudirektion des Kantons Zürich aufgenommen. Zum Schutz des Grundwasserleiters wurde festgelegt, dass ein großer Teil des geförderten Wassers unterstromig wieder versickert werden muss. Ein entsprechend geeignetes Grundstück konnte nur mitten im Bahngelände zwischen einigen Hauptgleisen im so genannten Pachtgarten-Areal gefunden werden.

Für die Wasserhaltung kam erschwerend hinzu, dass durch die Baumaßnahme für den Weingartentunnel am Zürcher Hauptbahnhof eine Absenkung betrieben wurde, deren Versickerung im oberstromigen Bereich den Grundwasserstand künstlich erhöhte. Weiterhin wird vermutet, dass durch die Bautätigkeit im Flussbett der Sihl deren Kolmationsschicht zerstört wurde und Flusswasser in den Grundwasserleiter infiltrierte. So kam es, dass für nahezu die gesamte Bauzeit am PRIME TOWER ein Hochwasserstand vorhanden war. Für Überschussmengen, die nicht versickert werden können, wurde eine Entlastungsleitung DN 600 in den Fluss Limmat geplant und realisiert. Um alle Randbedingungen zu erfassen und kon-

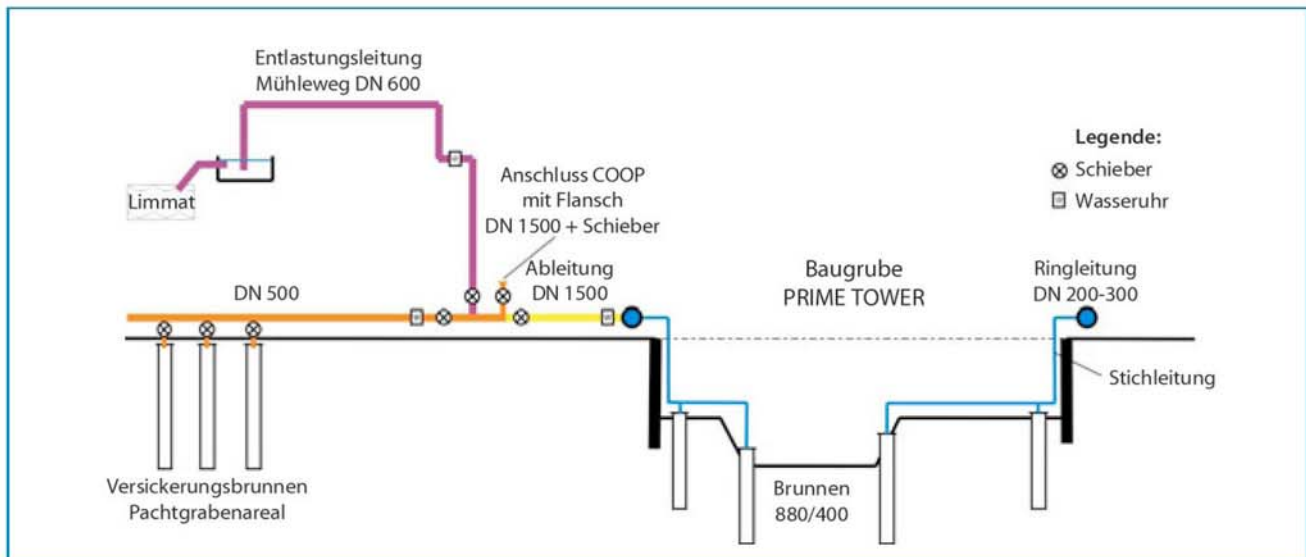


Abb. 2 Schema der Wasserhaltung und der Ableitung

trollieren zu können, wurde ein umfangreiches Monitoring erforderlich.

Grundwasserabsenkung

Der Ausschreibungsentwurf sah vor, dass die Wasserhaltung mit großvolumigen Pumpensämpfen und gebaggerten Drainagen ausgeführt werden sollte. Große Schmutzwasserpumpen sollten das Förderwasser in ein Becken am Baugrubenrand fördern und über eine Druckerhöhung ableiten. Da zugleich eine Wasserhaltung für das Projekt COOP-Gelände stattfinden sollte, die die gleiche Ableitung und Versickerung nutzen, wurde nach ca. 500 Metern ein weiteres Becken mit Druckerhöhungsanlage ausgeschrieben. An diesem Knotenpunkt sollte die Verteilung auf die Versickerung und Ableitung in den Vorfluter sowie die zusätzliche Einleitung der Wasser aus der COOP-Wasserhaltung realisiert werden.

Mit einem Sondervorschlag als Alternative zur Ausschreibung gewannen die BAUER Spezialtiefbau Schweiz AG und die Brunnenbau Conrad GmbH den Auftrag. Die Änderung bestand zum einen aus einer Neu-Dimensionierung der Grundwasserabsenkung mit Filterbrunnen und zum anderen aus einem Verzicht auf Druckerhöhungsstationen. Stattdessen wurden die Pumpen in den Brunnen so groß ausgelegt, dass die Förderung in einem Zug bis in die Versickerung oder Einleitung gesichert wurde (Abb. 2).

Dimensionierung der Wasserhaltung

Bei der Dimensionierung der Wasserhaltung musste sichergestellt werden, dass das infiltrierte Grundwasser nicht wieder in den Absenktrichter der Grundwasserabsenkung einströmt. Gleichzeitig musste berücksichtigt werden,

dass der Aufstaukegel im Gleisbereich nur begrenzt angestaut werden konnte. Ein zu hohes Anstauen des Grundwassers im Versickerungsbereich würde mit einer Instabilität der Gleislage verbunden sein und musste ausgeschlossen werden.

Die Berechnung der Förder- und Infiltrationsmengen erfolgte auf der Basis der Finiten Element-Methode mit einem horizontalen 2D-Modell. Der Berechnungsausschnitt wurde mit 5.000 x 5.000 Metern gewählt, es wurden 225.000 Elemente verwendet. Randeinflüsse waren bei dieser Modellgröße nicht mehr vorhanden. Aus den vorliegenden Baugrundaufschlüssen konnte eine konstante Aquifermächtigkeit angenommen werden. Das aktuelle Grundwassergefälle und somit auch die oberstromige Grundwasserversickerung wurden im Modell berücksichtigt. Der Berechnungs- ▶

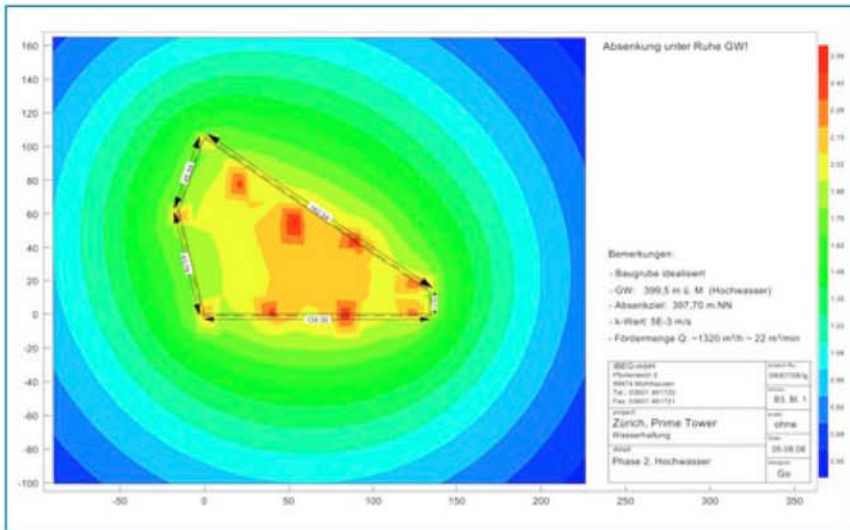


Abb. 3 Berechnung der Wasserhaltung mit dem Finite Elemente-Verfahren

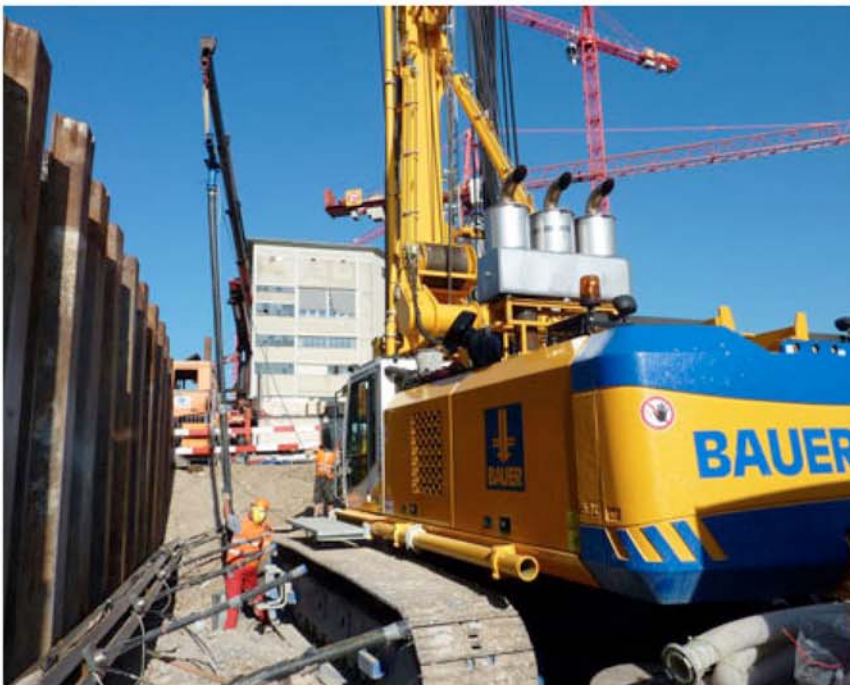


Abb. 4 Bohren der Brunnen mit Bohranlage BAUER BG 28 im Durchmesser 880 mm



Abb. 5 Versickerungsbrunnen mit automatischen Schiebern im Bahnbereich

ablauf erfolgte iterativ, das bedeutet, dass die Infiltrationswassermenge solange variiert wurde, bis am Übergang vom Aufstaukegel zum Absenktrichter die Fließgeschwindigkeit gleich „Null“ betrug. Somit ergab sich die über den Vorfluter abzuleitende Wassermenge zu:

$$Q_{\text{Vorflut}} = Q_{\text{Ent}} - Q_{\text{Inf.}}$$

Für den Hochwasserfall wurde unter Berücksichtigung aller Randbedingungen eine erforderliche Fördermenge von 1.200 bis 1.320 m³/h ermittelt (Abb. 3). Dafür wurden 15 Brunnen im Bohrdurchmesser 880 mm mit Filterrohren DN 400 vorgesehen (Abb. 4).

Pump- und Steuerungstechnik

Die Dimensionierung der Brunnen ergab je nach Ausgangswasserstand und den verschiedenen Absenkzielen der Bauphasen erforderliche Fördermengen von 50 bis 125 m³/h je Brunnen. Um größtmögliche Flexibilität zu erreichen, wurden die Brunnen mit zwei Pumpen je 65 m³/h für 25 Meter Förderhöhe ausgerüstet. So konnten alle Rohrleitungswiderstände und die Druckhöhen überwunden werden. Es wurden insgesamt 25 Stück 6“ Unterwasserpumpen LOWARA Z660 mit 7,5 kW eingesetzt. Diese weiterentwickelten Pumpen haben einen hervorragenden Wirkungsgrad und sind sehr zuverlässig. Durch den Wegfall der Druckerhöhungsstationen konnten für den Bauherren mind. 130.000 € an Stromkosten eingespart werden. Damit dieses Gesamtsystem funktioniert, wurden alle Versickerungsbrunnen mit automatisch gesteuerten Schiebern ausgerüstet, die gewährleisten, dass die vom Umweltamt geforderte Rückgabe des Förderwassers in den Grundwasserleiter optimal geregelt wird (Abb. 5). Wasser, das nicht versickert werden kann, wird durch die Ableitung in den Vorfluter abgeschlagen. Zur Kontrolle der Grundwasserstände wurden durch die Brunnenbau Conrad GmbH 16 Pegel an der Baugrube, und im Umfeld der Versickerung hergestellt und mit Datenloggern ausgerüstet. Datenlogger im schwer zugänglichen Bahnbereich können ihre Werte über ein Funkmodem senden. Alle Förder- und Versickerungsbrunnen sowie ausgewählte Pegel sind an mehrere computergestützte Telenot-Anlagen an-

geschlossen, die über ein Mobilfunknetz Alarmmeldung bei eventuellem Grundwasseranstieg versenden. Eine speziell entwickelte Neutralisationsanlage mit Rohrreaktor, die ohne ein zusätzliches Reaktionsbecken auskommt, gewährleistet, dass pH-Wert-Überschreitungen verhindert werden. Die gesamte Anlage wird mit Notstromaggregaten inklusive Netzersatzschaltungen abgesichert.

Ableitung und Versickerung

Für die Ableitung des geförderten Wassers wurden ca. 2.000 Meter Rohrleitung installiert. Um die Rohrreibungsverluste gering zu halten, mussten große Querschnitte dimensioniert werden. Die Brunnensteig- und Sticheleitungen wurden in DN 100 verlegt, für die Ringleitung wurde DN 250 gewählt. Die weitere Ableitung erfolgte in DN 500 bis zum Verzweigungspunkt am COOP-Gelände über ca. 400 Meter. Da hier die benachbarte Wasserhaltung mit ca. 2.000 m³/h ebenfalls in die Rohrleitung einspeiste, wurde ab hier die Rohrleitung für die Versickerung in DN 500 auf ca. 550 Meter

in das Pachtgarten-Areal in der Bahn installiert. Dafür musste man zuerst ca. 80 Meter unter den Gleisen im unterirdischen Rohrvortrieb arbeiten. Der größte Aufwand jedoch war die Installation einer Rohrleitung DN 600 unterhalb einer Bahnbrücke auf ca. 950 Metern Länge bis in den Vorfluter Limmat. Die Rohre wurden am so genannten Hardturmviadukt in ca. 15 Metern Höhe mit Schwerlastdübeln aus Edelstahl in Injektionstechnik angehängen. Um den Verkehr in Zürichs Innenstadt nicht zu beeinflussen wurde hauptsächlich in Nachtschichten gearbeitet. Es mussten zwei Kolonnen parallel arbeiten, um die engen Zeitvorgaben einhalten zu können.

Zusammenfassung

Auch innerstädtisch können aufwändige Grundwasserabsenkungen mit Fördermengen größer als 3.000 m³/h stattfinden, wenn alle umweltrechtlichen Randbedingungen eingehalten werden. Durch ein automatisches Steuer- und Reguliersystem konnte eine große Menge des Förderwassers dem Grundwasserleiter wieder zugeführt werden. Trotz hoher Grundwasserstände wurde die Absenkung an der Baugrube des Hochhauses PRIME TOWER zu jeder Zeit sichergestellt.

Abbildungen: Brunnenbau Conrad GmbH

Autoren:

Dipl.-Ing. Henning Thormann
Brunnenbau Conrad GmbH
Thamsbrücker Str. 10
99947 Merxleben
Tel.: 03603 3906-0
Fax: 03603 3906-29

E-Mail: info@brunnenbau-conrad.de
Internet: www.brunnenbau-conrad.de

Dr.-Ing. Alexander Gotschol
iBEG mbH
Pfortenteich 5
99974 Mühlhausen
Tel.: 03601 4817-20
Fax: 03601 4817-21

E-Mail: info@ibeg-ingenieure.de
Internet: www.ibeg-ingenieure.de

