



Strassenbau: Mit Geogittern bewehrte Fundationsschicht über Pfählen

Auf weichem Untergrund stellen mit Geokunststoffen bewehrte Erdkörper über Pfählen eine interessante Lösung dar. Sie haben gegenüber Flachgründungen den Vorteil, dass keine Konsolidierungszeit notwendig ist, die Setzungen sehr gering ausfallen und kein Material zur Vorbelastung zu- und weggeführt werden muss.

Abbildung 1: Membraneffekt sichtbar gemacht, ohne entlastende Gegenpressung des Untergrundes.

Text und Fotos: **Edi Wehrli**
Grafik: **Locher Ingenieure AG, Zürich**

Unter einem bewehrten Erdkörper über Pfählen versteht man einen mit Bewehrungsgeokunststoffen ein- oder mehrlagig bewehrten Verbundkörper aus Schüttmaterial und Geokunststoffen, der über sehr schlecht tragfähigem Untergrund und den Pfählen liegt. Durch die Geokunststoffbewehrung werden die einwirkenden Kräfte durch Lastumverteilung im bewehrten Erdkörper in die Pfähle geleitet. Zwischen den Pfählen überbrückt die Geokunststoffbewehrung den setzungsanfälligen und weichen Untergrund durch eine Membranwirkung (Abbildung 1) und entlastet diesen in gewissen Bereichen vollständig. Die Wirksamkeit ist unter anderem direkt abhängig vom Abstand der Pfähle, der Grösse der Aufstandsfläche (Pfahlkopf), der Dicke des bewehrten Erdkörpers und der Dehnsteifigkeit der Geokunststoffbewehrung. Zum Einsatz kommen üblicherweise sehr hoch zugfeste und dehnsteife Geogitter.

Wehntalerstrasse, Zürich Situation

Die Wehntalerstrasse wurde 1950 gebaut und führt mitten durch das Moorgebiet des Katzenses und des Hänsirieds. Die letzte umfassende Sanierung wurde vor 25 Jahren durchgeführt. Heute rollen täglich 26'500 Fahrzeuge über die Strecke, und für die Zukunft ist mit steigendem Verkehr zu rechnen. Unter der hohen Verkehrsbelastung in Verbindung mit dem gering tragfähigen Untergrund litt der Zustand der Strasse beträchtlich. Zu grosse Setzungen und Verformungen sowie der schadhafte Fahrbelag erforderten eine Totalsanierung.

Bei der Sanierung muss dem sehr weichen Untergrund besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die organischen Seeablagerungen bestehen aus einer Wechsellagerung von Torf und Seekreide und reichen lokal bis in eine Tiefe von knapp 20 Meter. Die Torfein-

lagerungen haben eine Mächtigkeit von bis zu 5 Meter. Über diesen setzungsempfindlichen Schichten liegt eine 4 bis 9 Meter mächtige künstliche Auffüllung, die zu den starken Setzungen geführt hat und eine Nutzung über Jahrhunderte widerspiegelt. Die Setzungen sind das Resultat von drei verschiedenen Mechanismen: Setzungen infolge der Auflast, Setzungen und Hebungen infolge von Grundwasserspiegelschwankungen sowie lastunabhängige Setzungen infolge organischer Zersetzungsprozesse im Torf.

Planung

Die Locher Ingenieure AG Zürich hat im Auftrag des Tiefbauamtes der Stadt Zürich und des kantonalen Tiefbauamtes in einem umfangreichen Variantenstudium verschiedene Lösungen für den setzungsgefährdeten Abschnitt (Bereich «Wanne») der Wehntalerstrasse vorgenommen. Die untersuchten ►

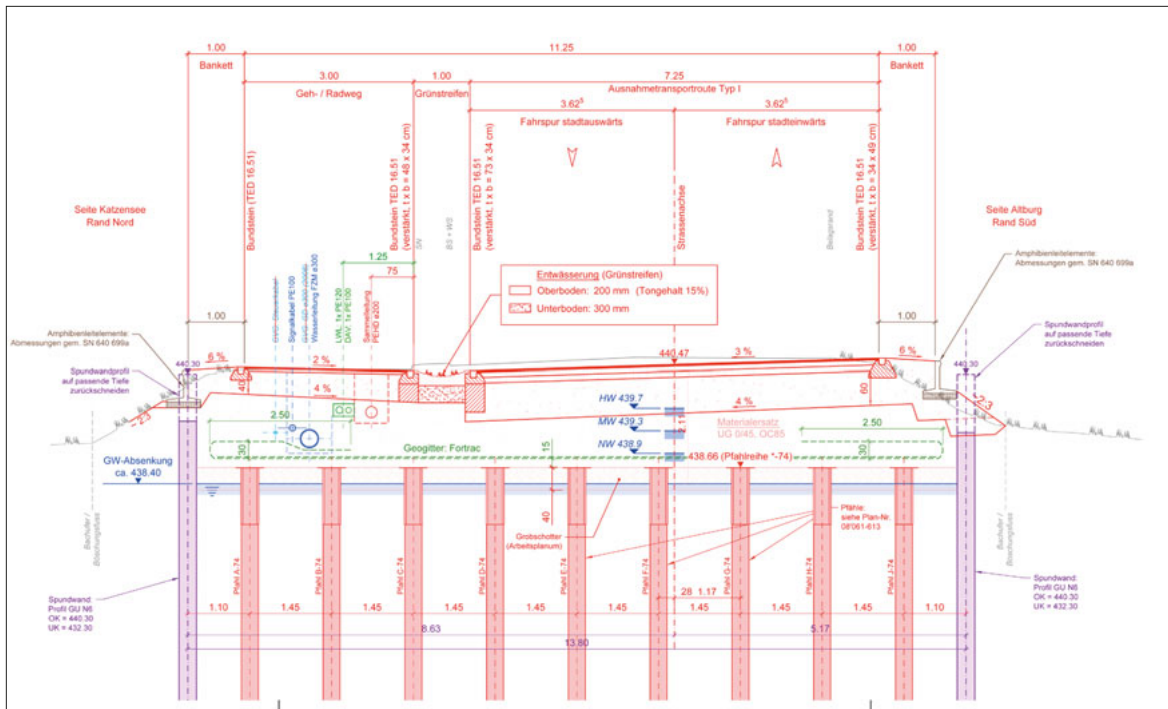


Abbildung 2: Querschnitt

Varianten reichten von keiner Massnahme/nur Unterhalt über Pfähle, Mixed-in-Place-Verfahren, Schottersäulen, Bodenvollaustausch, Überschüttung mit Tiefendrainen bis hin zur Schüttung von Leichtbaustoffen. Letztendlich wurde eine Pfahlösung mit schwimmenden Holzpählen und einem darüber liegenden, mit Geokunststoff bewehrten biegeweichen Überbau gewählt (Abbildung 2). Im Vergleich zu einem biegesteifen Überbau (Betonplatte etc.) ist die Konstruktion eines bewehrten Erdkörpers kostengünstiger. Zudem können die hohen Auflagen des Moor- und Gewässerschutzes voll und ganz erfüllt werden.

Die Bemessung wurde nach den Empfehlungen der EBGEO «Empfehlungen für den Entwurf und die Berechnung von Erdkörpern mit Bewehrungen aus Geokunststoffen (Deut-

sche Gesellschaft für Geotechnik DGGT, 2010)» durchgeführt. Daraus resultierten für Pfahlabstände von knapp 1,5 Meter Geogitter mit einer Zugfestigkeit längs von 400 kN/m. Gewählt wurden dehnsteife Fortrac®-Geogitter mit hoher Verbundflexibilität.

Ausführung

In einem ersten Schritt wird der gesamte Bereich «Wanne» mit einer bis zu 11 Meter tiefen Spundwand umschlossen und der Moorwasserspiegel innerhalb der «Wanne» um ca. 75 Zentimeter abgesenkt. Es folgt die Erstellung eines Planums aus Grobschotter für das Rammen der ca. 800 Holzpfähle mit Längen von 2,5 bis 14 Meter. Da die Geogitter nicht direkt auf die Pfahlköpfe aus Beton gelegt werden dürfen, muss zuerst eine 15–20 Zentimeter starke Zwischenschüttung einge-

bracht werden. Auf diese Schüttung können anschliessend je eine Lage Fortrac®-Geogitter in Quer- und eine in Längsrichtung verlegt werden. Die beiden Geogitterlagen liegen dabei ohne weitere Zwischenschüttung direkt übereinander (Abbildung 3). Erschwerend ist, dass die Ausführung etappiert in zwei Spuren erfolgt. Dies bedeutet, dass die Pfähle nicht über die gesamte Breite gesetzt werden können, und die Geogitter in Querrichtung aufgerollt und zum Schutz vor Beschädigung abgedeckt in die Schüttung eingebaut werden müssen. Die Fortrac®-Geogitter haben eine hohe Flexibilität und überstehen diese Bauphase ohne Beschädigung. In der 2. Bauetappe werden die Geogitter freigelegt und können dann ohne Stoss in Krafrichtung über die volle Breite ausgerollt werden. Nach dem Einbringen der ersten Schüttlage werden die Enden der in Querrichtung verlegten Geogitter zurück in die Schüttung geschlagen und eingebunden. Danach folgen strassenbauliche Routinearbeiten, wobei verborgen bleibt, was für eine interessante Tragstruktur letztendlich im Untergrund für die Tragfähigkeit und die Gebrauchstauglichkeit verantwortlich ist.

Ingenieurleistungen für ganzheitliche Lösungen

Bei der Planung und Ausführung sind Spezialisten gefragt. Die Ingenieure der Schoellkopf AG treten als Partner bei der Planung und Ausschreibung sowie als Berater bei der fachgerechten Ausführung auf und unterstützen mit ihrem Fachwissen alle am Bau beteiligten Stellen.



Abbildung 3: Verlegte Fortrac-Geogitter der 1. Baustufe. Rechts über der Spundwand hängend die Geogitter in Querrichtung für den Rückumschlag. Links unter den Abdeckplatten die aufgerollten Geogitter in Querrichtung für die 2. Baustufe.