

CASE HISTORY

Baugrund: Risiken und Herausforderungen – URETEK Lösungen bei Aushubarbeiten



Aushubarbeiten sind trotz umfangreicher Planungen und Sicherungsmassnahmen mit nicht unerheblichen Risiken verbunden. Aufgrund der immer mehr zunehmenden verdichteten Bauweise und dem vermehrten Bauen im Bestand, insbesondere im innerstädtischen Bereich, erhöhen sich die Anforderungen an eine schadenfreie Ausföhrungen der Arbeiten.

Auswirkungen auf Nachbarliegenschaften können gravierende Folgen haben. Aber auch Arbeiten am Gebäude oder Bauwerk selbst können problematisch sein, sobald Lasten – z. B. durch Aufstockungen oder statisch notwendige Erthüchtigungen – erhöht werden und der Baugrund diese aber nicht aufnehmen kann. Anhand von unterschiedlichen

Beispielen wird aufgezeigt, wie Probleme und Anforderungen im Zusammenhang mit Aushubarbeiten und Lasterhöhungen gelöst werden können.

Bei allen Beispielen wurde nach der Methode **URETEK Deep Injections®** expandierendes Kunstharz Geoplas® in den Untergrund eingebracht. Ziel dieser Massnahme ist eine Erhöhung der Tragfestigkeit des Fundamentuntergrundes. Hierbei hängt es von den individuellen Anforderungen ab, wie tief, auf welcher Länge und wie das Kunstharz in den Fundamentuntergrund eingebracht wird.

Der Prozess ist prinzipiell bei allen Beispielen gleich und kann wie folgt beschrieben werden: Sobald die zu behandelnde Zone im Fundamentuntergrund erreicht wird, beginnt das Kunstharz, sich mit einem Druck von bis zu 10000 kPa (100 kg/cm²) in alle Richtungen auszubreiten.

Das Kunstharz verteilt und breitet sich dorthin aus, wo der Gründungsboden schwächer und eine Verfestigung notwendig ist. Sobald der Widerstand des Bodens grösser ist als das Gewicht des Bodens und der darüberliegenden Struktur, wird sich der Druck durch die Kunstharzexpansion nach oben ausdehnen und eine Anhebung des Bauwerkes bewirken.

Der Beginn der Anhebung zeigt an, dass der Untergrund einen Verfestigungs- bzw. Verdichtungsgrad erreicht hat, der den statischen Spannungen der darüber liegenden Lasten sowie den dynamischen Spannungen der Hebung selbst widerstehen kann. Dadurch ist in diesem Bereich die Tragfähigkeit des Untergrundes grösser als die statische Belastung.

Destabilisierung bei Nachbargebäuden/zusätzliche Lasten bei Umbauarbeiten

Stadthaus Georges-Favon, Genf

Ausgangslage: Beim Stadthaus Georges-Favon in Genf handelt es sich um ein 6-geschossiges Wohn- und Geschäftshaus im östlichen Bereich einer Blockrandbebauung. Baujahr ist ca. 1900. Die Fundierung ist ein Streifenfundament. Der Baugrund besteht zum Teil aus setzungsempfindlichem Schüttmaterial. Im südlichen und westlichen Bereich wurde ein Neubau erstellt, dessen Aushubtiefe ca. 1.5 m tiefer lag als die Fundamentsohle beim Stadthaus. Dabei sind grössere Setzungen beim Stadthaus entstanden, welche zum Teil durch Auflockerungen des Untergrunds begründet sind. Etwa ein bis zwei Jahre später sind Umbauarbeiten beim Stadt-

haus geplant gewesen. Das Einbringen von neuen Betondecken führte zu einer Lasterhöhungen von ca. 5–10% und hätte weitere Setzungen verursacht.

Problemlösung: Nach umfangreichen Abklärungen wurde nach der **URETEK Deep Injections®**-Methode expandierendes Kunstharz in drei Injektionsstufen in eine Tiefe bis 3 m ab Unterkante Fundament im angrenzenden Bereich zum Neubau injiziert. Somit konnten der Untergrund stabilisiert und die Tragfähigkeit für die Zusatz-Lasten entsprechend erhöht werden. Die Arbeiten waren in 3 Tagen abgeschlossen.

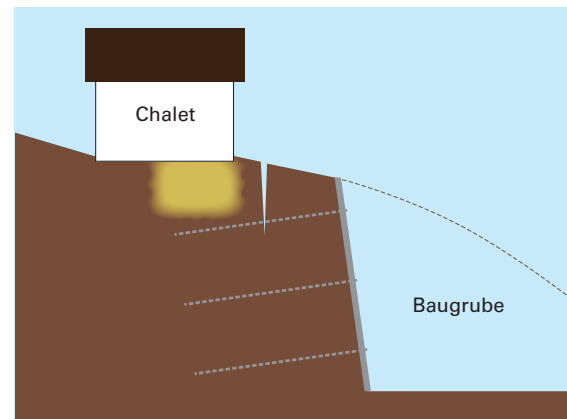


Chalet, Grindelwald

Ausgangslage: Das Chalet in Grindelwald liegt an einem Hang und besteht aus einem 60-jährigen Altbau und einem 40-jährigen Anbau. Der Untergrund besteht aus Moränenschutt. Die Fundation ist unterschiedlich und ist beim Altbau hangabwärts eine ca. 1 m tiefe Betonunterfangung und beim Anbau eine Betonplatte mit umlaufendem Frostriegel mit einer Tiefe von ca. 1 m. Bei Bauarbeiten einer Grossbaustelle bei einer Nachbarliegenschaft wurde eine Baugrube mit einer relativ hohen Nagelwand von ca. 8 m und mit Ankertechnik erstellt. Der Abstand zur Baugrube betrug ca. 5 m. Während dieser Arbeiten erfolgte eine starke Auflockerung des Baugrundes. Diese verursachten bei beiden Gebäude-

teilen des Chalets talseits Setzungen, welche aufgrund der unterschiedlichen Fundierungen beider Gebäudeteile unterschiedlich gross waren. Beim Altbau wurde eine Setzung von ca. 20 mm und eine horizontale Verschiebung von bis zu ca. 15 mm gemessen. Beim Anbau betrug die Setzung bis ca. 10 mm.

Problemlösung: Für die erforderliche Stabilisierung der Setzungen und die Hebung in die ursprüngliche Ausgangsposition wurden Injektionen in 3 Tiefenstufen mit einem Ausdehnungsbereich bis 3 m unter dem Fundamentriegel durchgeführt. Der zu injizierende Fundamentuntergrund auf der Talseite umfasste beim Altbau ca. 11 m und beim Anbau ca. 10 m. Speziell



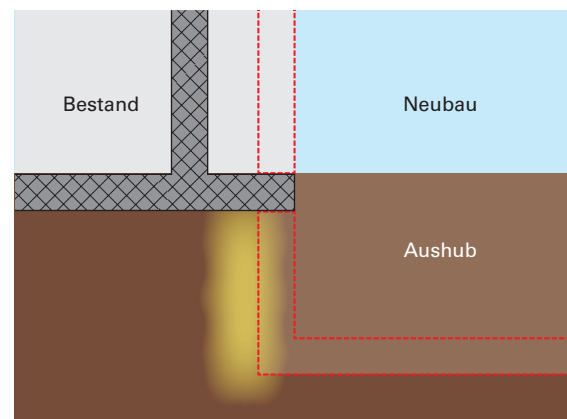
bei diesen Arbeiten war, dass für die Unterstützung der Hebearbeiten beim Altbau zusätzlich zwei Flachpressen während den Injektionsarbeiten eingesetzt wurden. Die Arbeiten waren in 3 Tagen abgeschlossen.

Anbau an bestehendes Gebäude

Mercedes Garage, Carouge

Ausgangslage: Bei der Mercedes Garage in Carouge wurde ein Neubau an ein bestehendes Industriegebäude realisiert. Die Fundation beim bestehenden Gebäude ist eine Bodenplatte, welche zum Neubau auskragt. Der Baugrund kann als lehmig tonig bezeichnet werden. Die Aushubtiefe beim Neubau lag ca. 1.5 m bis 2.0 m unterhalb der Bodenplatte vom Bestandsbau.

Problemlösung: Um eine Lockerung des Baugrunds im Anschlussbereich zum Bestandsbau zu verhindern, musste eine Stabilisierung in diesem Bereich erfolgen. Mit der **URETEK Deep Injections®**-Methode konnte präventiv die Unterfangung und Stabilisierung des Baugrundes unterhalb der Auskragung im Anschlussbereich des Anbaus an den Bestandsbau erfolgen. Direkt im Anschluss konnte die Betonwand des Neubaus erstellt werden.



Erschütterungen und Setzungen aufgrund von Felsabtragung



Chalet, St. Moritz

Ausgangslage: Das Chalet liegt an einem Hang und ist als typische Holzkonstruktion auf einer Natursteinmauerfundation erstellt worden. Baujahr ist 1908. Der Boden im Bereich des Chalets ist aufgelockert (verschwemmte Moräne, siltig bis leicht toniger Kies mit viel Sandanteil und einzelnen grösseren Steinanteilen). Für einen Neubau wurden Aushub- und Baugrubensicherungsarbeiten neben und unterhalb des Chalets durchgeführt. Für weitere Aushubarbeiten waren Felsabtragungen notwendig. Diese führten zu Setzungen beim Chalet bis zu 11 mm. Es bestand

die Gefahr von weiteren Setzungen und Schäden durch Vibrationen bei den Felsabtragungen.

Problemlösung: Um die Stabilität des aufgelockerten Bodens und damit die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes wieder herzustellen, wurden nach der Methode **URETEK Deep Injections®** Injektionen in 3 Tiefenstufen mit einem Ausdehnungsbereich bis 3 m unter dem Fundamentriegel durchgeführt. Der zu injizierende Fundamentuntergrund umfasste ca. 20 m. Die Arbeiten waren in 2 Tagen abgeschlossen.

Erschütterungen und Setzungen aufgrund von Pfählungs- und Spundwandarbeiten



Wohn-/Geschäftshaus, Lachen

Ausgangslage: Das Wohn- und Geschäftshaus befindet sich im Altstadtbereich von Lachen in der Nähe des Oberen Zürichsees. Das Gebäude ist ca. 50–80-jährig und nicht unterkellert. Die Fundation besteht aus einem Streifenfundament, welches ca. 80–150 cm tief und 60–100 cm breit ist. Gemäss geologisch-technischen Untersuchungen besteht der Untergrund aus siltigem Kies mit Sand und tonigem Silt mit Sand, Bauschutt, Verlandungssedimenten und Deltaablagerungen. Der Untergrund kann daher als setzungsempfindlich bezeichnet werden. Der Grundwasserspiegel in diesem Bereich liegt bei ca. 2.0 bis 2.5 m Tiefe. Bei Bauarbeiten für eine neue, grössere Überbauung auf dem westlich gelegenen Nachbargrundstück wurden beim Einbringen

von Pfählen und Spundwänden Setzungen von bis zu 8 mm beim Gebäude (im Bereich angrenzend zum Neubau) festgestellt.

Problemlösung: Um weitere Setzungen und Schäden zu verhindern, wurden Massnahmen zur Baugrundverbesserung unterhalb der Fundamente entschieden. Nach detaillierten Abklärungen wurde expandierendes Kunstharz in drei Injektionsstufen in eine Tiefe bis 3 m ab Fundamentsohle auf einer Länge 30 m entlang der gesamten Gebäudelänge zum Neubau und ca. 15 m im Bereich von Innenwänden injiziert. Die Setzung konnte somit stabilisiert und der Ausgangszustand wieder hergestellt werden. Die Arbeiten waren in ca. 4 Tagen abgeschlossen.



Oberirdischer Abwasserkanal, Lausanne

Ausgangslage: Bei Spundwandarbeiten im Rahmen von Kanalisations- bzw. Tiefbauarbeiten sind aufgrund von Erschütterungen Setzungen bei einem ca. 1.50 m entfernten Kanalbauwerk entstanden. Das Kanalbauwerk liegt oberirdisch und misst im Querschnitt ca. 2 m x 2 m. Der Baugrund ist lehmig, sandig, kiesig mit grösseren Steinanteilen. Die Fundation des Kanals liegt ca. 60 cm unterhalb Terrain.

Problemlösung: Um weitere Setzungen und damit Schäden am Bauwerk zu verhindern, musste eine Stabilisierung des Untergrundes unterhalb der Fundation stattfinden. Injektionen wurden in verschiedene Tiefen bei ca. 1 m, 2 m, 3 m, 4 m und 4.5 m entlang des Kanals auf einer Länge von ca. 31 m beidseitig durchgeführt. Die Arbeiten waren in 4 Tagen abgeschlossen.

Aushubarbeiten im Bestand

Industriegebäude, Prangins

Ausgangslage: Bei einem Industriegebäude wurde ein nachträglicher Pumpenschacht geplant. Die Masse der dafür vorgesehenen Baugrube lagen bei 3.45 m x 3.45 m mit einer Tiefe von 3.60 m ab Oberkante Fundamentplatte. Der Grundwasserbereich liegt nah unterhalb der Fundamentplatte. Die Konstruktion im unmittelbaren Bereich des geplanten Pumpenschachtes ist eine Stahlbetonkonstruktion mit Stützen und Wänden. Bei der Öffnung der Fundamentplatte ergab sich folgende Problematik:

1. Destabilisierung der umgebenden Stützen und Wände

2. Grundwassereintritt in die Baugrube

Problemlösung: Mit Injektionen entlang der vorgesehenen Baugrube konnte vor Öffnung der Bodenplatte und den Aushubarbeiten zum einen der Baugrund der angrenzenden Stützen und Wände ausreichend stabilisiert werden und zum Anderen bei den vorgesehenen Baugrubenwandungen und der Baugrubensohle eine Verfestigung und Verdichtung gegenüber dem Grundwasser erreicht werden. Der Aushub konnte somit unter idealen Bedingungen erfolgen.

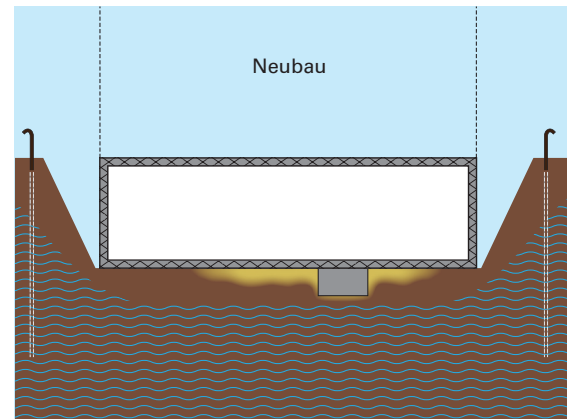


Absenkung des Grundwasserspiegels

Mehrfamilienhaus, Raum Zürichsee

Ausgangslage: Beim Neubau eines Mehrfamilienhauses in der Nähe des Zürichsees wurden für den Baugrubenabschluss Spundwände eingebracht. Eine Grundwasserabsenkung erfolgte mittels Wellpoint-Verfahren. Der Untergrund kann als sandig bezeichnet werden. Nach Erstellung des Untergeschosses wurden Hohlräume und aufgelockerter Grund unter der Bodenplatte festgestellt, welche auf eine zu lange Grundwasserabsenkung zurückzuführen waren. Feinmaterialien wurden über die Dauer der Grundwasserabsenkungen ausgespült.

Problemlösung: Um die Hohlräume des Untergrundes zu verfüllen und den aufgelockerten Grund wieder zu verdichten, wurden Injektionen in den Fundamentuntergrund auf einer Fläche von ca. 50 m² geplant. Somit konnten die Bodenwiderstände und die Tragfähigkeit des Baugrunds erhöht bzw. wieder hergestellt werden. Die exakten Injektionstiefen wurden anhand der Informationen von Rammsondierungen und durch Widerstände beim Einbringen der Injektionslanzen vor Ort ermittelt und bestimmt.



Wassereintritt beim Baugrubenabschluss

Palazzo Acqua, Paradiso

Ausgangslage: Beim Umbau und Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses in unmittelbarer Nähe zum Luganersee sind für Erweiterungen im Untergeschoss Aushubarbeiten erforderlich gewesen, da ein neues Untergeschoss erstellt werden musste. Als Baugrubenabschluss wurden in kleinen Abständen Mikropfähle gesetzt. Bei den Aushubarbeiten hat sich die Baugrube mit Hangwasser von einem oberhalb der Baustelle gelegenen kleineren Sees gefüllt. Dieses konnte durch den Untergrund zwischen den Mikropfählen in die Baugrube gelangen. Die Aushubarbeiten mussten daher unterbrochen werden.

Problemlösung: Um die Aushubarbeiten weiter wie geplant vornehmen zu können, musste der Untergrund zwischen den Mikropfählen abgedichtet werden, um ein weiteres Eindringen von Hangwasser zu verhindern. Injektionen wurden entlang der Mikropfähle auf einer Länge von ca. 60 m bis in eine Tiefe von 5 m vorgenommen. Damit konnte die Dichtigkeit der Baugrube gegenüber dem anstehenden Hangwasser gewährleistet werden. Das vorhandene Wasser konnte abgepumpt und die Aushubarbeiten konnten wieder aufgenommen werden. Die Arbeiten waren in 9 Tagen abgeschlossen.



Präventive Verfestigung/Stabilisierung vor Aushub

Autobahnverlängerung Schweiz-Frankreich, Tunnel Wasenboden unter Viadukt Luzernerring, Basel

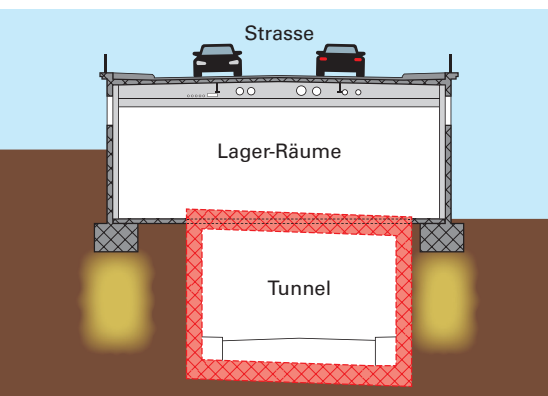
1. Verfestigung/Stabilisierung des Baugrunds bei Brückenbauwerk vor Aushubarbeiten entlang der Fundamente

Ausgangslage: Für den Neubau des Autobahnanschlusses Nordtangente/Luzernerring mussten bei einem Brückenlager umfangreiche und anspruchsvolle Stabilisierungsmassnahmen vorgenommen werden. Der Verkehr der Autobahnverlängerung sollte längsseitig unterhalb des bestehenden Viadukts (worin sich im Bereich des Brückenkopfs diverse Lager-Räume befinden) und innerhalb des Brückenlagers sowie zwischen den Viadukt-Fundamenten durch einen Tunnel geführt werden. Der Viadukt überquert die Bahngeleise, die zum Bahnhof St. Johann führen.

Die Situation des behandelten Brückenlagers stellt sich wie folgt dar: Höhe bis ca. 8.00 m, Länge ca. 77 m, bestehend aus der aufliegenden Fahrbahn, Rahmen, Stützen und Längs- und Querscheiben. Die Abstände zwischen den insgesamt 13 Rahmen/Stützen/Querscheiben betragen je ca. 6 m. Darunter befinden sich 25 Einzelfundamente in verschiedenen Grössen und Tiefen.

Der Baugrund ist siltig bis toniger Kies mit Sand, mit grossen Anteilen an Rollmaterial. Aushubarbeiten ohne Stabilisierungsmassnahmen hätten folglich zum Grundbruch führen können.

Zur Projektsituation: Die Tunnelröhre des neuen Autobahnanschlusses wurde in einer offenen Baugrube innerhalb



des Brückenlagers erstellt. Die Baugrube hat eine Dimension von ca. 90 m Länge, ca. 12 m Breite und variable Tiefen bis ca. 13 m. Unmittelbar unterhalb des Brückenlagers musste der Baugrund verbessert und für den Aushub gesichert werden.

Problemlösung: Für die Festigung des Untergrundes wurden unter allen Einzelfundamenten des Brückenlagers nach der Methode **URETEK Deep Injections®** Injektionen durchgeführt. Diese fanden in zwei Schritten statt:

1. Injektionen direkt unter den Fundamenten bewirkten, dass die geomechanischen Verhältnisse des Untergrundes unter den Fundamenten verbessert und die Scherfestigkeit und die Tragfähigkeit des Untergrunds erhöht wurden.
2. Tiefere Injektionen bis 2 m unterhalb der Unterkante der 25 Einzelfundamente bewirkten eine Verstärkung und Verdichtung des Untergrundes und erhöhten die Tragfähigkeit des Erdreiches.

Beide Arbeitsschritte wurden mittels Lasermessgerät überwacht. Injiziert wurde bis zu ersten Anzeichen einer Anhebung. Diese zeigte an, dass eine ausreichende radiale Verfestigung an jedem Injektionspunkt stattgefunden hat. Die Arbeiten waren in 15 Tagen abgeschlossen.

2. Verfestigung/Stabilisierung Untergrund für Fluchttunnel-Bauarbeiten

Ausgangslage: Bei der Erstellung eines Fluchttunnels an einen bereits bestehenden Notausstieg mit separatem Treppenhaus in unmittelbarer Nähe des Brückenlagers musste im Vorfeld eine Stabilisierung des Untergrundes im Bereich der Tunnelwände und -decke erfolgen. Aushubarbeiten ohne Stabilisierungsmassnahmen hätten auch hier aufgrund der Bodenverhältnisse zum Grundbruch geführt.

Problemlösung: Für die Festigung des Untergrundes im Bereich des Tunnels wurden nach der Methode **URETEK Deep Injections®** entlang der vorgesehenen Tunnelwände und -decke auf einer Länge von ca. 5 m Injektionen in verschiedenen Tiefen bis 10 m durchgeführt. Somit konnten die Tunnelarbeiten unter idealen Voraussetzungen vorgenommen werden.

KIB KOMPETENZZENTRUM KUNSTSTOFFE IM BAUWESEN

HSR HOCHSCHULE FÜR TECHNIK RAPPERSWIL

Alexander Foege, Geschäftsführer KIB
Dipl.-Ing. Arch. FH SIA / Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Die URETEK Schweiz AG und das Kompetenzzentrum für Kunststoffe im Bauwesen (KIB) an der HSR Hochschule für Technik Rapperswil arbeiten erfolgreich unter anderem auch in Projekten der angewandten Forschung und Entwicklung aF&E zusammen.

Weitere Informationen zum KIB sind unter www.kib.hsr.ch erhältlich.