

Viele Gründe für unsere Technik... Seite 4

Baugrundverstärkung – Gebäudehebung –
Fundamentstabilisierung



Seite 2

Luzern:
Stabilisierung
von Altstadt-
haus an der
Reuss



Seite 7

Wien:
Stabilisierung
von Gebäude
aus dem 18. Jh.



Seite 10

Perugia:
Stadtturm
mit Deep
Injections®-
Technik
gerettet

Case history

Luzern: Stabilisierung von Altstadthaus an der Reuss

Die Liegenschaft liegt im Herzen der weitgehend autofreien Altstadt Luzerns, direkt an der Reuss, wenige Gehminuten vom Bahnhof entfernt. Sie ist Teil einer Häuserzeile gegenüber dem Luzerner Theater und der Jesuitenkirche.

Nach einem Brand um 1833 wurde dieses Stadthaus neu aufgebaut. Zu den wenigen erhaltenen originalen Gebäudeteilen gehören die Arkaden von 1596. Ziel des Umbaus ist es, Wohnraum zu schaffen, der hohen Ansprüchen gerecht wird. Der Ausbau führt zu einer Erhöhung der Gebäudelasten; um allfälligen daraus resultierenden weiteren Setzungen vorzubeugen, wurde Uretex Schweiz AG beauftragt, den Funda-

mentuntergrund zu verfestigen. Die Arbeiten wurden im Oktober 2010 in Zusammenarbeit mit Durrer + Partner AG, Ingenieurbüro Kerns, Eberli Generalunternehmung AG Sarnen sowie Bühler Iwan Arch.büro Luzern ausgeführt.

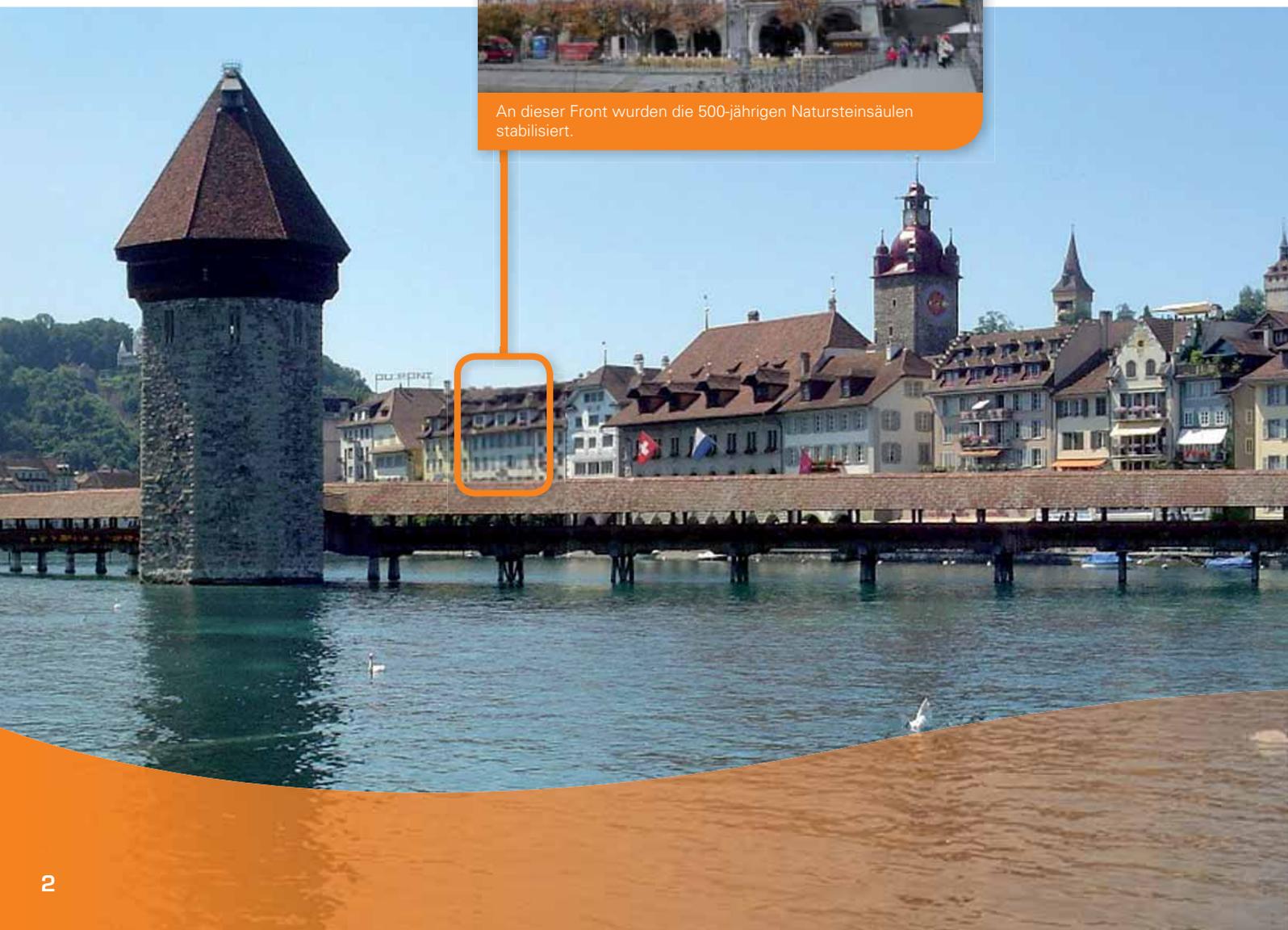
Im Erdgeschoss lastet das 7-stöckige Gebäude zur Reussseite hin auf zwei Reihen Arkaden. Diesen zugrunde liegen acht Einzelfundamente (100 cm x 200 cm).

Auf Seite Brandgässli besteht die Fundation aus Fels, welcher zur Reussseite hin abfällt. Im Bereich der Arkadenfundamente ist der Untergrund sandig und mit Steinen versetzt. Dieser Untergrund sollte verdichtet werden, denn im Laufe der Jahre hat sich das Reihenmehrfamilienhaus zur Aussen-/Reussseite hin um ca. 10 cm gesenkt. Die Fundamentsohle ab Oberkante Pflastersteine liegt bei der inneren Reihe in einer Tiefe von -2.00 m, bei der äusseren bei

-3.00 m. Auf Fels trifft man bei der inneren Reihe in einer Tiefe von -3.50 bis -4.00 m, bei der äusseren in -4.70 bis -5.20 m.



An dieser Front wurden die 500-jährigen Natursteinsäulen stabilisiert.



Expertenbericht

Aus einer ca. 20-jährigen Messreihe wurde ersichtlich, dass die Fundamentsetzungen in der Grössenordnung von 10 cm seit längerer Zeit abgeklungen waren. Bedingt durch die Sanierungsarbeiten (Schallschutz) traten unter den bestehenden Einzelfundamenten um ca. 20% höhere Bodenpressungen auf, es musste mit neuen Setzungen gerechnet werden.



Zur Stabilisierung standen zwei Varianten zur Diskussion: Einerseits das Abteufen von Mikropfählen und andererseits das Verfestigen des Baugrundes unter den Fundamenten. Vorgabe: Die mehr als 500-jährigen Natursteinsäulen durften nicht verändert werden. Und da die Fundamentsohlen mehr als 2.0 m unter der Terrainoberfläche liegen, würde die Krafteinleitung in die Mikropfähle sehr aufwändig (z. B. Unterziehen von Stahlträgern).

Wie entscheiden? In Absprache mit der Bauherrschaft wurde klar die Bodenverfestigung nach System URETEK favorisiert. Dieses hat den Vorteil, dass nebst einer geringen Arbeitshöhe eine mobile Installation zur Anwendung kam und damit die Arbeiten relativ rasch und erschütterungsfrei realisiert werden konnten. Alles wurde somit fristgerecht und zur Zufriedenheit aller Beteiligten ausgeführt.

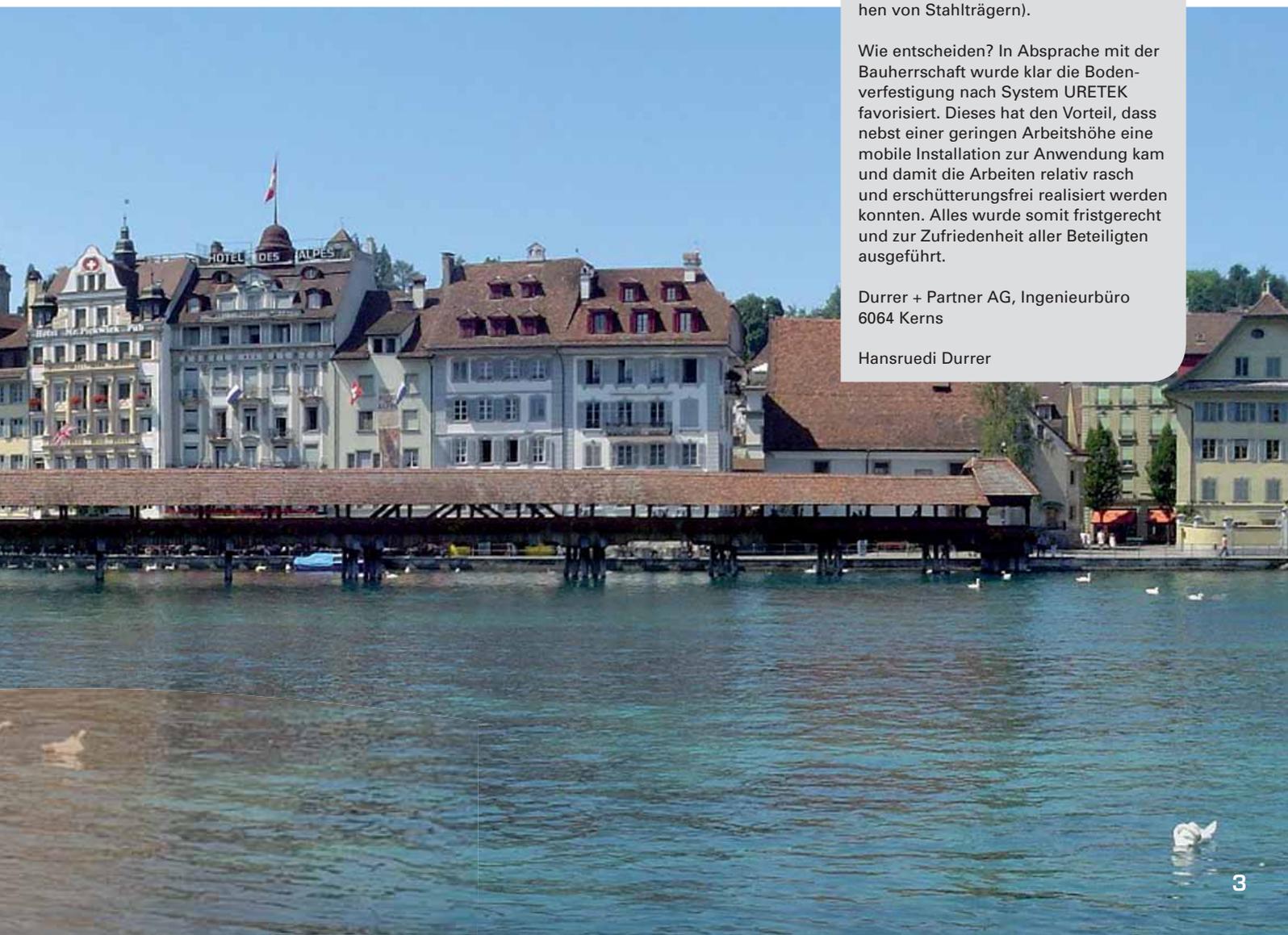
Durrer + Partner AG, Ingenieurbüro
6064 Kerns

Hansruedi Durrer



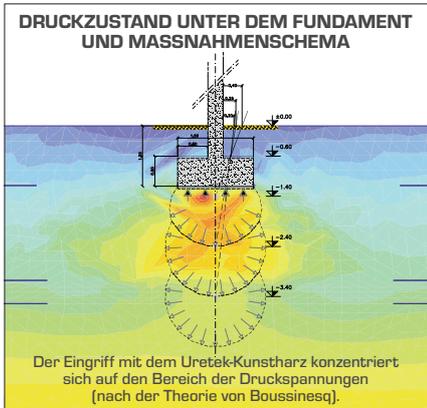
Das Uretek-Kunsthartz wurde mit kontrolliertem Druck durch Bohrlöcher von 12–25 mm unterhalb der Fundamente in drei Tiefenstufen injiziert. Hohlräume wurden verfüllt und der Untergrund (im Bereich mit den grössten Spannungen) durch die starke Expansionskraft

von 10'000 kPa (100 kg/cm²) verdichtet und verfestigt. Die Tiefen der Injektionslanzen betragen bei der inneren Reihe -2.50 m, -3.00 m, -3.50 m, bei der äusseren -3.50 m, -4.00 m, -5.00 m. Die geomechanischen Verhältnisse des Untergrundes unter den Fundamenten wurden verbessert, bis hin zu einer Hebereaktion von ca. 1 mm. Dies zeigt auf, dass die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes für den darüber liegenden Gebäudeteil neu höher ist als erforderlich.



Expansionskraft des Kunstharzes

Viele Gründe für unsere Technik



Bei URETEK Deep Injections® gelangen expandierende Kunstharze zum Einsatz, welche in Abhängigkeit der jeweiligen Last- und Untergrundverhältnisse injiziert werden. Dadurch können ungünstige Bodeneigenschaften nachhaltig verbessert und in weiterer Folge abgesenkte Bodenplatten gehoben sowie instabile Fundamente stabilisiert werden. Durch Injektionen mittels URETEK Geoplas Kunstharz werden die geotechnischen Eigenschaften des Untergrunds massgeblich verbessert.

Vorteile der URETEK Deep Injektions® Methode

- Einfache, saubere und rasche Ausführung
- Sofortige Wirkung
- Innovatives Verfahren
- Auch in schwer zugänglichen Bereichen (z.B. Keller, Innenfundamente) ausführbar
- Zeit und Kosten sparend
- Keine aufwändige Baustelle – lediglich kleine Bohrungen
- Expansionskraft bis zu 10'000kPa

Case history

Stadthaus stabilisiert

Stadthaus Georges Favon, Genf



Das 6-stöckige Geschäftshaus ist auf Beton-Streifenfundamenten fundiert. Aushub und Bau des Nachbargebäudes führten zu einer Auflockerung des Untergrundes und zu grösseren Setzungen. Umbauarbeiten des Gebäudes Georges Favon lösten weitere Setzungen aus, denn durch das Einbringen von neuen Betondecken wurden die Lasten um ca. 5–10% erhöht. Ein weiterer Grund für die Setzungen ist im unterschiedlichen Untergrund zu finden (im Setzungsbe reich liegt Schüttmaterial). Mit Deep In-

jections® wurde in eine Tiefe von -3 m von UK Fundament mit 3 Injektionstiefenstufen expandierendes Harz bis zu einer ersten leichten Hebereaktion injiziert.



Baugrundverstärkung bei Gebäudeaufstockung

Centre Patronal, Paudex/VD



Der Sitz der Wirtschaftsorganisation besteht aus mehreren 4- sowie aus 1-stöckigen Gebäudekomplexen. Darunter liegt eine gross angelegte Tiefgarage. Ein einstöckiger Gebäudekomplex wurde um zwei weitere Stockwerke aufgestockt. Die daraus resultierende Lasterhöhung erforderte eine Erhöhung der Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes im Bereich der Aufstockung. Die erforderliche Erhöhung der Tragfähigkeit wurde durch Rammsondierungen ermittelt und kontrolliert. Uretex führte

die Arbeiten in zwei Etappen durch: Vor Beginn der Umbautätigkeiten und nach Erstellung des aufgesetzten Rohbaus.



Case history

Hebung und Stabilisierung der Kranbahn

Swissterminal, Frenkendorf



Beim Container-Umschlagplatz Frenkendorf führten Ausschwemmungen von Feinmaterial (Pumping Effekt) zur Bildung von Hohlräumen im Fundamentuntergrund. Die davon betroffenen beiden Bereiche der Kran-Bahn, 15 ml und 20 ml, setzten sich um ca. 2 cm und 3 cm. Bei der Durchfahrt des Krans lief das Fahrwerk auf der Schiene auf. Mittels der Methode Deep Injections® wurden von Uretek Schweiz AG Hohlräume unter dem Fundament erfolgreich verfüllt und der Untergrund verpresst.

Dadurch gewann die Fahrbahn die ursprüngliche Stabilität zurück. Ohne Betriebsunterbruch bei der Kran-Bahn wurden die Kunstharz-Injektionen in Nacharbeit durchgeführt.



Betonplattenanhebung

Bushaltestelle Wyler, Bern



Die stete Belastung durch den Busbetrieb führte zu Stufenbildungen zwischen den einzelnen Betonplatten von bis zu 4 cm. Zusätzlich führte Eindringen von Regenwasser zum «Pumping-Effekt».

Fünf, ca. 20 cm starke armierte Betonplatten mit einer Einzelfläche von je 16 m² mussten innert einem Tag in die ursprüngliche Höhe gehoben werden. Um die Hebung präzise durchzuführen, benutzt Uretek ein Nivellier Lasergerät.

Die Haltestelle konnte nach erfolgreich beendeter Arbeit umgehend wieder befahren werden.



Haushebung um 55 cm

Chalet in Grindelwald



Das 3-stöckige Appartementhaus besteht aus 6 Wohneinheiten und entstand 1973. Es steht in einer Zone sogenannter differenzieller Bewegungen. Das Gebäude liegt auf einer Fundamentplatte, talseitig auf einer armierten, vorgelagerten Betongarage auf.

Die Setzungen an der Bergseite/Rückseite während den ersten 14 Jahren nach Erstellung betrug ca. 38 cm, in den folgenden 20 Jahren registrierte der Ingenieur zusätzlich 1 cm Setzung

pro Jahr. Die Rückhebung des Chalets erfolgte mit der Methode Deep Injections®, sie betrug mehr als 55 cm.



Case history

Baugrubenabdichtung bei neuem Liftschacht

Coop, Dielsdorf



Während der Umbauphase 2010 sollte im Einkaufszentrum eine neue Liftanlage in die bestehende Betonkonstruktion eingebaut werden.

Der frisch ausgehobene Liftschacht füllte sich gänzlich mit einflussendem Grundwasser. Durch das gezielte Injizieren entlang des Aushubs wurden Hohlräume verfüllt und der Untergrund bis in eine Tiefe von 2.50 m verdichtet. Mit relativ geringem Aufwand konnte die notwendige Abdichtung erreicht und

die Betonierungsarbeit umgehend ausgeführt werden.



Lagerhallenboden-Stabilisierung

Coca-Cola Beverages AG, Bolligen



2006 erstellte Coca-Cola eine neue Lagerhalle. Die beim Darüberfahren der Stapler erzeugten Schwingungen führten zur Bildung von Hohlräumen unterhalb der Betonplatten im Fugenbereich. Entlang der Fuge bildeten sich zudem Risse im Boden. Um grössere Schäden durch die dynamischen Belastungen durch Staplerfahrten zu vermeiden, wurde der Untergrund unterhalb der Betonplatten im Fugenbereich (47 ml) verfüllt und stabilisiert. Während den Ausführungen wurden regelmässig

Testfahrten der Stapler vorgenommen und mit einem Micrometer-Messgerät die Last-Schwankungen kontrolliert. Diese betragen nach den Injektionen nur noch ca. 0.03 mm.

Fundamentstabilisierung bei Kirche

Protestantische Kirche, Chêne-Bougeries



Trockenperioden und Wasserentzug durch Bäume führten zu Setzungen und Rissbildung bei der Kirche. Sondagen bei den Fundamenten zeigten auf, dass auch das Fundamentmauerwerk begann in sich zusammen zu fallen.

Insgesamt wurden 72 ml des Fundamentuntergrundes mit Deep Injektionen verdichtet.

Mit Wallrestoring wurde ein gering aufquellendes Harz in das Fundament-

mauerwerk eingespritzt, welches sich darin verteilte und dieses wieder festigte. Die Eigenschaften dieses Harzes ähneln denen des Mörtels.



Wien: Stabilisierung von Gebäude aus dem 18. Jh.



Eine tolle Herausforderung im Zentrum von Wien: Die Fassadenrenovation eines **Gebäudes aus dem 18. Jh.** Eine solche Fragestellung heisst für die Uretek eine Behandlung des Untergrundes. Der erwünschte Soll-Druck des Bodens musste – verglichen mit dem Ist-Druck – erhöht werden. Dieses Unterfangen wurde mit dem Uretek Deep Injections® System bewerkstelligt. Das Verfahren besteht darin, dass das Fundament mittels **Einspritzen von Expansionsharz Geoplus®** verfestigt wird. Dieses Verfahren eignet sich besonders für historische Gebäude, weil damit direkt ins Fundament eingegriffen werden kann, ohne die übrige Bausubstanz in irgendeiner Weise zu beeinträchtigen. Das Harz wird – während es sich bereits in der Ausdehnungsphase befindet – durch Löcher <3 cm in flüssiger Form eingespritzt. In kurzer Zeit steigert so Geoplus das Volumen um 10 bis 15 Mal und entwickelt einen Ausdehnungsdruck von bis zu 10'000 kPa, wobei sich der Druck dem vor Ort angetroffenen Widerstand anpasst.

Die Ausdehnung des Harzes erfolgt so lange, bis der behandelte Untergrund übersättigt ist, das überflüssige Harz nach oben austritt und das fragile Gebäude nach oben zu drücken droht.

Damit kein Schaden entsteht, wird die Einspritzung mittels Lasersonden kontrolliert, welche das Verfahren sofort stoppen, wenn eine Bodenerhebung registriert wird. Im Falle des Wiener Gebäudes wurden bandförmige Fundamente vorgefunden. Diese wiesen eine Breite zwischen 60 und 95 cm und eine Tiefe zwischen 1.30 und 1.50 m auf. Der Untergrund bestand aus Sand- über Schotterschichten. Die Behandlung umfasste ca. 259 m Fundament, wobei total 10'176 kg Harz eingespritzt wurden. Je nach Bodenbeschaffenheit resp. Schottertiefe erfolgten die Injektionen in 3, 4 oder 5 Tiefen: 0.10, 1.10, 2.10, 3.10 und 4.10 m UK Fundament. Dabei wurde eine Bodenerhebungstoleranz von <1mm eingehalten.

In der Gesamtbetrachtung wies das Gebäude verschiedene Risse auf einer Fassadenseite auf. Das beweist, dass die Bodenabsetzung nicht flächendeckend gleich war. Das Harz wurde deshalb nicht gleichmässig eingespritzt, sondern je nach Bodenbeschaffenheit, mit dem Ziel, die Druckunterschiede im ganzen Fundament auszugleichen.

Case history international

7000 m² Bodenfläche stabilisiert

Uretek löst das Problem ohne Unterbrechung der Produktionstätigkeit



Die Firma Atelier Bretagne mit Sitz in der Peripherie von Rennes (Frankreich) ist ein Zulieferbetrieb des Autoherstellers PSA.

Dieser Betrieb produziert sieben Tage pro Woche rund um die Uhr im Rhythmus der Auftragseingänge. Es zeigte sich, dass der Untergrund des Bodens im Betrieb der Atelier Bretagne den zu tragenden Lasten und dem ständigen Hin und Her von Hubstaplern nicht gewachsen war und dadurch der Plattenboden beschädigt wurde.

Die Abklärungen von Uretek ergaben, dass der von den Hubstaplern ausgeübte Druck im Bereich der Dehnungsfugen extrem hoch war.

Für die Betriebsverantwortlichen war es absolut undenkbar, die Produktionstätigkeit zu unterbrechen, um die Schäden im Boden zu reparieren.

Die Kosten eines allfälligen Betriebsunterbruchs wären weit höher gewesen als die Kosten einer vollständigen Erneuerung des Bodens.

Die von Uretek angebotene Stabilisierungslösung wurde als geeignet betrachtet, weil sie den grossen Vorteil hat, dass der Betrieb nicht unterbrochen werden muss. Während der Ausführung der Instandsetzungsarbeiten konnte der Betrieb praktisch normal weitergeführt werden.

Betroffen waren rund 7000 m² Bodenfläche, ca. 20 Tonnen Expansionsharz mussten eingebracht werden. Die Ein-

Eine Bodenplatte kann durch ständigen Hubstaplerverkehr mit der Zeit **beschädigt werden**: Der Unterboden ist dadurch den zu tragenden Lasten immer schlechter gewachsen.

Dies war der Fall bei der Firma Atelier Bretagne, einem Betrieb, der ohne Unterbruch rund um die Uhr produziert. Deshalb kam ein **Produktionsstopp aus Kostengründen nicht in Frage**.

Uretek bot die ideale Lösung an, da die Ausführung des Einsatzes mit minimalen Auswirkungen auf die Produktionstätigkeit des Betriebs geplant und programmiert wurde. Mit 20 Tonnen Expansionsharz konnte **eine Fläche von 7000 m² instand gesetzt** werden, indem der Untergrund ohne Abhebung des Bodens kompaktiert wurde.

satzleiter planten die Arbeiten genau und wiesen jeder Phase eine im Voraus bestimmte Zeitspanne zu, um einen wirkungsvollen Einsatz ohne Beeinträchtigung der Produktionstätigkeit des Unternehmens gewährleisten zu können.

Die Arbeiten dauerten 35 Tage. Dabei musste eine Reihe von Bohrlöchern mit 12 mm Durchmesser im Boden gemacht werden, durch die das Uretek-Harz in den Untergrund des Bodens injiziert werden konnte.

Das Raster sah durchschnittlich ein Bohrloch pro Quadratmeter Boden vor, rund um die Dehnungsfugen in grösserer Dichte.

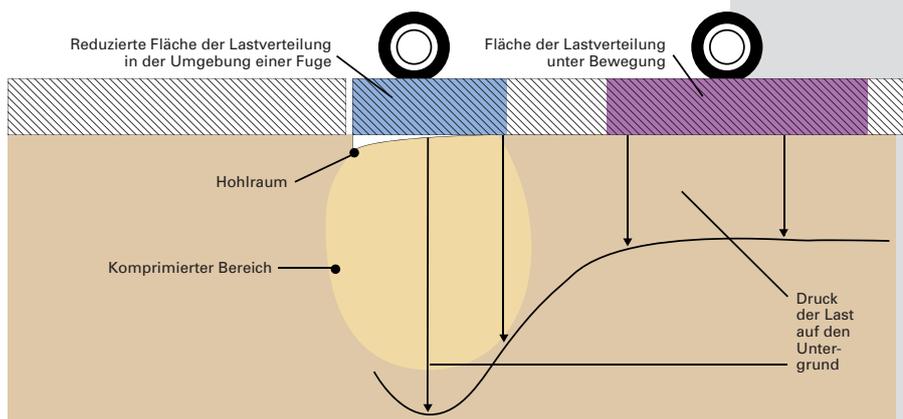
Während der Injektion des Expansionsharzes wurde unter Laserkontrolle sichergestellt, dass sich der Boden nicht anhebt.

Nach jeder Injektion wurde das Ergebnis mit einem Komparator überprüft, der Verschiebungen von 1/100 Millimeter wahrnimmt. Zur Überprüfung wurde jede behandelte Zone mit einem beladenen Hubstapler befahren.

Die Ergebnisse übertrafen die ursprünglich festgelegte Toleranz von 20/100 Millimetern deutlich.



Kontrolle der Bodenoszillationen beim Befahren mit einem Hubstapler mit Hilfe eines Komparators.



Das Harz wird durch Rohre, die in Bohrlöcher im Boden eingeführt wurden, in den Untergrund injiziert.



Perugia: Stadtturm mit Deep Injections®-Technik gerettet



Der Stadtturm von Città di Castello (PG)

Das Problem

Der **Stadtturm von Città di Castello** (Italien) ist ca. 70 cm aus dem Lot. Diese Situation ist für das Gleichgewicht des Turmes sehr nahe am höchst zulässigen Wert. Hinzu kommt, dass ein Erdbebenschwarm im März 2007 zu einer weiteren Verschlechterung des Zustands führte.

Die Lösung

Es war ein grösserer und in mancher Hinsicht heikler Eingriff notwendig.

Der mittelalterliche Stadtturm steht in der Altstadt. Das Bauwerk ist 40 Meter hoch und hat eine quadratische Grundfläche von rund 7 Metern Seitenlänge. Um das Problem mit **Expansionsharz (Deep Injections®)** zu lösen, mussten die Uretek-Techniker zur Bestimmung der optimalen Methode zunächst eine eingehende Analyse durchführen: Mit dem **Uretek-Berechnungssystem** wurden die Ausgangsdaten ermittelt, die in ein 3D-Finite-Element-Modell übertragen wurden. Anhand verschiedener Berechnungen konnte so das Verhalten des Gebäudes während der verschiedenen geplanten Injektionsphasen beurteilt werden. Das einfache Betonfundament des Turms besteht aus Zementmörtel

mit Kalkarenit-, Sandstein- und Geröllfragmenten. Das Fundament (1,4 breit und 2,8 Meter tief) ruht auf einem Baugrund mit Lehm und schlickigem Sand. Nach der Verschlimmerung der Situation durch den Erdbebenschwarm war der Turm Spannungen ausgesetzt. Durch die Eingabe der Daten ins Berechnungssystem konnte beziffert werden, inwieweit sich die Eigenschaften des Gebäudes unter Einsatz der Deep Injections®-Technik und der Injektion von Expansionsharz verbessern würden.

Das Modell erwies sich als äusserst nützlich, um die zu injizierende Harzmenge zu bestimmen und die Sequenzen der Injektion sowie die Verteilung des Materials und die Tiefe im Baugrund zu bestimmen.

Anschliessend erfolgte der Einsatz: In etwa die Hälfte der Fläche, auf die der Turm abgestützt ist, wurden bis 4,5 Meter unter die Fundamentsohle **Löcher gebohrt**, um das **Harz injizieren** zu können.

Das Ergebnis

Das injizierte Harz expandierte und **kompaktierte den Baugrund** des Stadtturms, wodurch die **Gefahr einer weiteren Setzung verringert wurde**.

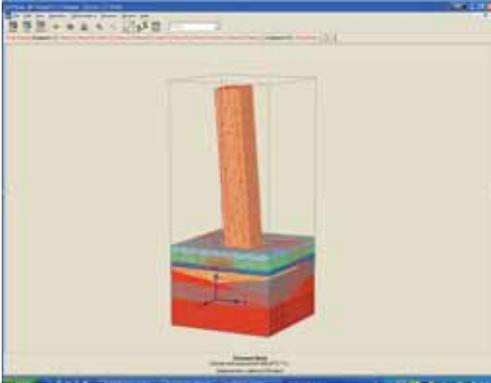
Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen und Penetrometertests bestätigen den **Erfolg des Eingriffs**. Die Sicherheit und die Widerstandsfähigkeit konnten erheblich verbessert werden.

Das Ergebnis entspricht ganz den Vorusberechnungen des Projekts.

In der Folge einige Diagramme der tridimensionalen Analysen im Rahmen der Konsolidierungseingriffe im Baugrund des Turmes.

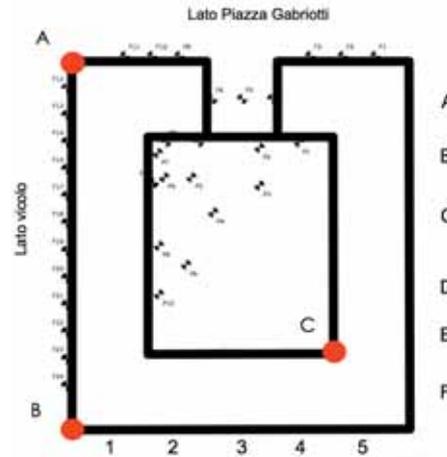
Analysen

Die Darstellung zeigt die Ausgangsdaten, die dem Modell für die hier beschriebene Injektionsbehandlung zugrunde lagen: Schichtung des Baugrundes und Neigung des Turmes.



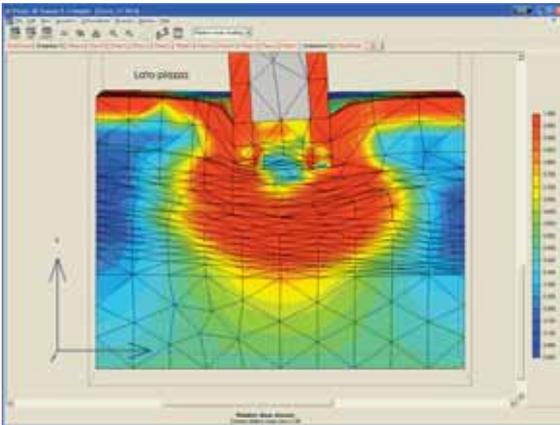
Eingriff

Verteilung der Injektionen und der Kontrollpunkte im Grundriss.



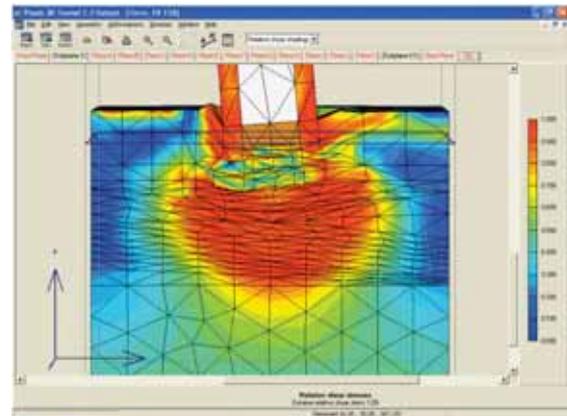
Vor dem Eingriff

Druckzwibel, Längsschnitt des Turmes vor dem Eingriff.



Nach dem Eingriff

Druckzwibel, Längsschnitt des Turmes nach dem Eingriff.

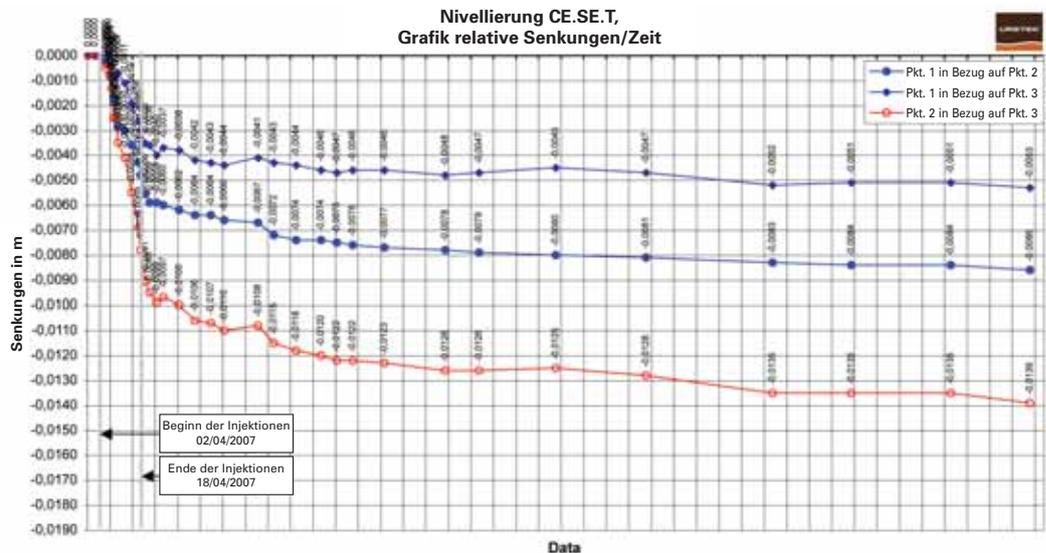


(Hier ist festzustellen, dass der Eingriff zu einer Verbesserung der Belastungsverhältnisse führte. Die Bezugsvariable relativer Schnitt hat gegenüber den Bedingungen vor dem fraglichen Eingriff eine Reduktion um ca. 40 % erfahren.)

Ergebnis

Diagramm relative Senkungen/Zeit.

Die Grafik zeigt die relativen Senkungen ab einem Datum vor der Injektion bis Mai 2008.



Warum Geo.ACTION?

Technische Neuheiten und Informationen für Profis

Geo.ACTION – eine von Uretek regelmässig erscheinende Zeitschrift, welche über technische Neuheiten und Entwicklungen berichtet und aufzeigt, wie die Uretek-Technologie aktuelle Problemstellungen löst.

Geo.ACTION ist das Gefäss, in dem technische Neuheiten publik gemacht und erklärt werden. Hier hat Kommunikation eine fundamentale Rolle. Und Kommunikation war für die Uretek schon immer wichtig. Sei es bei der Erfindung der **Deep Injections®** Methode, der Einführung neuer Expansionsharze wie **Geoplus®** oder Technologien für Baurenovationen wie **Walls Restoring®**.

Es ist kein Zufall, dass die Geburt von **Geo.ACTION** mit der Marktpräsentation der **Neuen Berechnungsmethode** zusammenfällt. Es handelt sich hier um eine exklusive Neuheit im Bereich der Bodenverfestigung mittels Expansionsharzen.

Bei den publizierten «Case Histories» handelt es sich um reale Fallbeispiele, bei der die Uretek-Technologie zur Anwendung gelangte. Der Profi findet hier genaue technische Informationen, welche die Wichtigkeit resp. Notwendigkeit einer Uretek-Massnahme aufzeigen.

Geo.ACTION ist neben einer firmeninternen Publikation vor allem auch ein Kommunikationsmittel von Profi zu Profi.



Neue Website für URETEK

Einfach surfen, sofort verstehen



Die Website von Uretek wurde neu gestaltet: Diese neue Version präsentiert sich **erdig braun** und **mit erweitertem Inhalt**.

Mit der klaren und kreativen Grafik setzt Uretek auf eine **moderne und interaktive Kommunikation**. Die Website ist logisch aufgebaut: Die Dienstleistungen sind illustriert, die technischen Abschnitte mit erklärenden Animationen versehen, so dass jeder Punkt visualisiert und damit leicht verständlich wird. Es wird

auch dem Laien deutlich, warum dieser Arbeitseinsatz erforderlich oder weshalb jene Methode am sinnvollsten ist und welche Vorteile dabei heraus schauen.

Eine Website also, welche die Themen verständlich rüber bringt, sowohl für den Technik-Profi wie auch den interessierten Laien.

WWW.URETEK.CH

