



## VERDICHTETES BAUEN Seite 6

Das neue Raumplanungsgesetz lässt Gebäude in die Höhe wachsen – URETEK erhöht die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes



**NYON:**  
Aufstockung von  
zwei Mehrfamilien-  
häusern

Seite 2



**WIEN:**  
Gebäude auf  
Lasterhöhungen  
vorbereitet

Seite 7



**PARIS:**  
Muséum National  
d'Histoire Naturelle  
stabilisiert

Seite 10

## Case history

# Nyon: Aufstockung von zwei Mehr

Erhöhung der Tragfähigkeit des Fundaments zweier Gebäude in Hinblick auf ihre Aufstockung.

Zwei zusätzliche Stockwerke sind bei zwei aneinandergebauten Wohnhäusern im Zentrum von Nyon (VD) vorgesehen.

Der Fundamentsuntergrund von zwei in den Fünfzigerjahren erbauten Gebäuden, war nicht in der Lage, die Last von der Aufstockung zweier Etagen zu übernehmen. Mit der URETEK-Methode konnten die Eigenschaften des Fundamentsuntergrundes verbessert und an die neuen Lasten angepasst werden.

Die Fundamente des zentralen Trakts dieser unterkellerten Gebäude liegen in glazial-lakustrischen Ablagerungen (wenig kompakte Feinsande und Silte des Würmrückzuges), die kompakteres Moränenmaterial des Rhône-gletschers überdecken. Die Bodenplatten der westlichen und östlichen Teile der nicht unterkellerten Gebäude liegen oberflächennah zum Teil auch in Aufschüt-

Abteufen der Injektionslanzen



Bestehendes Gebäude mit neuer Aufstockung

tungsmaterial aus der Bauzeit und Kolluvionen (Korrektur eines alten Bachlaufes). In Anbetracht des angetroffenen Untergrundes ist das Fundamentssystem auf keinen Fall in der Lage, die Last der zwei neuen Stockwerke zu übernehmen; es wurde beschlossen, die Tragfähigkeit des Untergrundes mittels Injektionen von expandierendem Kunstharz zu verbessern.

Injektionslöcher wurden in regelmäßigen Abständen entlang der Aussen- und Innenmauern auf einer Länge von

93.50 m für das Untergeschoss und 89.50 m für die seitlichen Erdgeschosse gebohrt. Das Verfahren besteht darin, URETEK-Kunstharz durch die Löcher in den Untergrund zu injizieren.

In einer ersten Phase konzentriert sich das Kunstharz in unmittelbarer Nähe der Fundamente im Untergrund und verbessert dessen geomechanische Eigenschaften und füllt allfällige Hohlräume. In einer zweiten Phase wurde der Fundamentsuntergrund mittels Injektionen in weiteren Tiefen (-3 m bis

## familienhäusern



-4 m von UK Fundament) konsolidiert, und eine starke Verdichtung des Untergrundes wurde dank dem grossen Expansionsvermögen des Harzes erreicht (Expansionsdruck bis zu 10 000 kPa = 100 kg/cm<sup>2</sup>).

Das Harz expandiert in den Fundationsuntergrund. Sobald der Terrainwiderstand grösser ist als die Lasten des überlagernden Geländes und der darüberliegenden Struktur, wirkt der Druck der Expansion des Harzes gegen oben. Der Zeitpunkt, wo der Expansions-

druck des Harzes gegen oben wirkt und die Hebung der Struktur bewirkt, wird mittels Laser festgehalten.

Der Untergrund ist dann konsolidiert und die Tragfähigkeit des Terrains gross genug, um die Last der zusätzlichen Stockwerke zu übernehmen, was durch penetrometrische Messungen vor und nach den Injektionen belegt wurde.

Ein wesentlicher Vorteil des URETEK Deep Injections<sup>®</sup>-Verfahrens gegenüber baulichen Massnahmen ist, dass sie innerhalb von Gebäuden und selbst bei engsten Platz-Verhältnissen angewendet werden kann. Die gesamte Injektions-Apparatur befindet sich in einem LKW installiert, welcher bis maximal 70 m vom Injektions-Bereich entfernt stehen kann. Für die Injektionen benötigen die Techniker für die Bohrungen, das Abteufen der Injektionsrohre und die Kunstharz-Injektionen lediglich Platz in der Breite von ca. 1 m und in der Höhe von ca. 1.5 m.

Die URETEK-Methode eignet sich nicht nur dazu, bei aufgetretenen Setzungs-Schäden den Baugrund zu verstärken und Fundamente zu stabilisieren, sondern auch wie in diesem Fall dazu, den Boden im Hinblick auf höhere Lasten in Folge von Aufstockungen optimal zu verdichten und zu konsolidieren (siehe Artikel «Verdichtetes Bauen» auf S. 6/7).

**Verfasser: Bruno-François Iseli, Geologe**



Video zum Projekt:

[www.uretek.ch](http://www.uretek.ch)



Infos zum Verfahren URETEK Deep Injections<sup>®</sup>:

[www.uretek.ch](http://www.uretek.ch)

### Experten-Bericht

Aufgrund der Informationen aus damaligen Plänen hat unser Büro ein Projekt zur Aufstockung der Gebäude mit «leichter Struktur» bestehend aus einem Mehrfach-Metalltragwerk, das die Holzböden trägt, entwickelt. Die Lasterhöhung, die von den bestehenden Fundamenten aufgenommen wird, schwankt zwischen 20 und 60 kN/m (2 bis 6 t/m<sup>2</sup>).

Die im September 2012 ausgeführten Sondierungen wurden verlangt, um die Abmessungen der Fundamente zu überprüfen. Im Gegensatz zu den Angaben auf den uns zur Verfügung stehenden Plänen stehen die Gebäude auf 35–40 cm breiten, eingegrabenen Mauern ohne Sohlen.

Angesichts der schlechten Bodenqualität, die durch geotechnische Sondierungen offengelegt wurde, und der Konstruktion ohne Sohlen, erfordert die Aufstockung der Gebäude zusätzliche Bauarbeiten an den Fundamenten, um die Standfestigkeit des Baus zu gewährleisten.

Verschiedene Optionen wurden in Erwägung gezogen:

- Stärkung der bestehenden Fundamente durch Mikropfähle
- Setzung eingepresster Säulen (Jetting) unter den tragenden Mauern
- Neubau einer Sohle zur Unterfangung
- Verstärkung des Bodens unter den Mauern durch Injektion von expandierendem Kunstharz

Die technische und finanzielle Analyse der Situation ergab, dass die von der Firma URETEK Schweiz AG vorgeschlagene Lösung der Bodenverstärkung durch Injektionen von expandierendem Kunstharz unter die tragenden Mauern gewählt wurde.

Diese Technik bringt viele Vorteile:

- geringere Gesamtkosten gegenüber den anderen vorgeschlagenen Lösungen
- schnelle Ausführung
- platzsparende Einrichtungen, geeignet für Arbeiten im Untergeschoss
- kein grosser Abriss im Untergeschoss notwendig: geringe Lärmbelastigung
- geringe Verschmutzung durch Bauarbeiten
- unmittelbare Wirksamkeit der Injektion

Die Erfahrung mit der Firma URETEK hat sich als sehr bereichernd erwiesen. Das entsandte Personal war kompetent und zuverlässig. Die Bauarbeiten wurden in den vorgesehenen Fristen ausgeführt und das festgesetzte Budget wurde nicht überschritten.

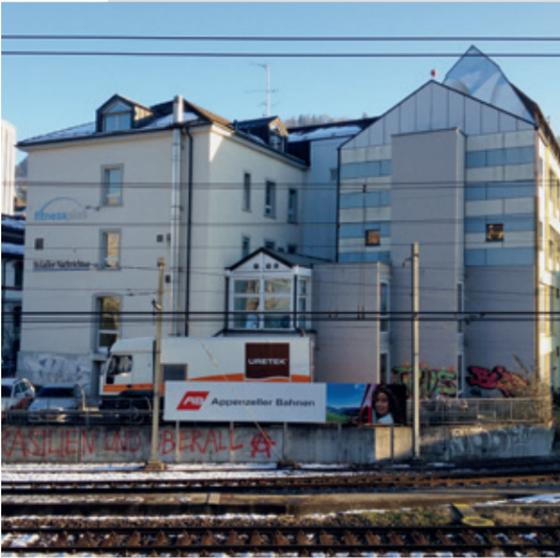
Luca Bortolotti  
Ingénieur civil HES  
Jean-Paul Cruchon et associés SA



## Case history

### Nach Erdbeben erfolgreich stabilisiert

#### Geschäftshaus Fitnessplus, St. Gallen



Das aus zwei um 1890 und 1970 erbauten, 4- und 5-stöckigen Gebäude-Teilen bestehende Geschäftshaus gründet auf Holzpfählen, welche im sehr setzungsempfindlichen Untergrund (Torf, Verlandungssedimente und verschwemmtes Moränenmaterial) in Folge einer Grundwasserspiegelsenkung bereits teilweise verrottet sind. Schon 2007/2008 wurde der Fundamentuntergrund bei den grossen, tragenden Innenwänden (ohne Holzpfählung) verdichtet und verfestigt. Das Erdbeben vom 21.07.2013 mit einer Magnitude von 3.6 führte zu Setzungen

im bisher nicht injizierten Bereich, weshalb in einem weiteren Einsatz (insgesamt 5 Arbeitstage) auf einer Länge von ca. 20 m eine Stabilisierung des Fundamentuntergrundes stattfand.



### Setzungen in Folge von Aushub-Arbeiten bei Nachbargrundstück gestoppt

#### Chalet, St. Moritz



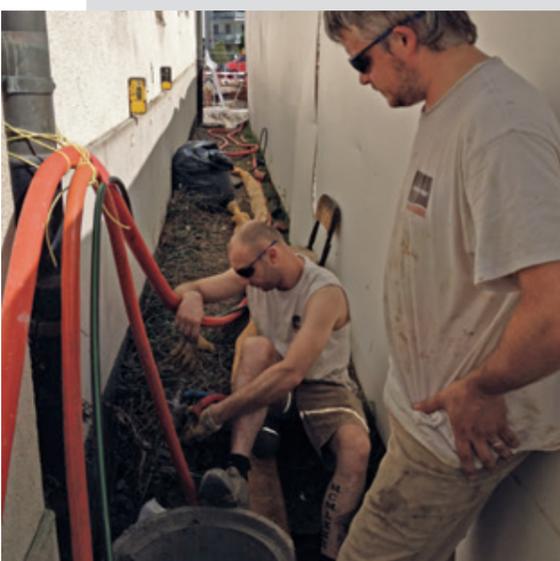
Neben und unterhalb des 1908 gebauten Chalets fanden 2012 Aushub- und Baugrubensicherungs-Arbeiten für den zu errichtenden Neubau statt. Erschütterungen in Folge der Bauarbeiten führten beim Chalet zu Setzungen. Da im Frühling 2013 weitere Aushub-Arbeiten/Fels-Abtragungen geplant waren, musste der aufgelockerte Boden (verschwemmte Moräne, siltig bis leicht toniger Kies mit viel Sand und einzelnen Steinen) beim Chalet stabilisiert werden. Das Chalet wurde mittels Injektionen bis in ca. -3 m Tiefe auf einer Gesamtlänge von ca.

25 m leicht angehoben, und die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes wurde stark erhöht (höher, als es die Gebäudelast erfordert).



### Setzungen nach Pfählungsarbeiten gestoppt

#### Überbauung, Lachen



Bei einem vor 50–80 Jahren gebauten Wohngebäude sind plötzlich Setzungen von bis zu 8 mm eingetreten. Die Ursache dieser Setzungen waren Baugrubenvorbereitungen (Einbringen von Pfählen und Spundwänden) für eine grössere Überbauung direkt neben dem Wohngebäude. Damit sich das ebenerdige Gebäude aus Backsteinmauerwerk nicht weiter setzt, waren sofortige Massnahmen zur Baugrundverbesserung unterhalb der ca. -1.50 m tiefen und ca. 0.60 m bis 1.00 m breiten Streifenfundamente notwendig. Der Fundamentuntergrund

wurde auf einer Länge von 33 m und bis in eine Tiefe von ca. -3 m bei Innen- und Aussenwänden des Wohngebäudes bis in 3 Tiefenstufen stabilisiert.



## Case history

### Historisches Gebäude stabilisiert

Kantonale Mediathek (und Arsenal), Sion



Die Mediathek Wallis (mit vier Standorten) hat ihren Hauptsitz in Sion, wo 1853 die Bibliothek gegründet wurde. Das Gebäude und die Fundation bestehen aus Steinmauerwerk. Im Westen des Gebäudes bestand lange Zeit ein Anbau; dieser wurde abgebrochen und die Baugrube wurde aufgeschüttet. Zwischen 2007 und 2009 wurde unter der südwestlichen Ecke das Kantonsarchiv gebaut. Es ist nicht bekannt, welche Bauarbeiten genau auf der gesamten Ost-Fassade zu Setzungen und einem Riss von bis zu 2 cm führten. Im Zuge

einer Gesamtrenovation der Bibliothek mit Archiv wurde der Fundamentuntergrund bei der gesetzten Gebäude-Ecke bis in Tiefen von ca. -3 m injiziert, und der grosse Riss wurde ausgebessert.



### Lastumlagerungen erforderten eine Verstärkung des Fundamentuntergrundes

Seminarhotel «Kientalerhof», Kiental



Das Hotel «Kientalerhof» wurde 1870, der Anbau vor ca. 25 Jahren gebaut. Das Seminarhotel «Kientalerhof» ist heute ein Bildungs- und Begegnungszentrum und liegt umrahmt von Bergen unterhalb der Griesalp. Auf der Südseite des Altbaus sollte im Bruchsteinmauerwerk ein grösserer Wandausbruch stattfinden, und die Lasten sollten durch einen eingezogenen, grossen Eisenträger auf 2 Lastpunkte umgelagert werden. Zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes bei den beiden Stützpunkten fanden bis in eine

Tiefe von ca. -3 m Kunstharz-Injektionen in den lehmigen, kiesigen Untergrund statt, wodurch die Lasten heute optimal abgetragen werden.



### Brücke wieder sicher

«Pont du Devin», Maracon



Ausschwemmungen im Flussbett/Untergrund der Broye führten bei der 1960 gebauten Brücke im Laufe der Zeit zu Hohlräumen im Fundamentuntergrund einer Brückenstütze (1.00 m x 5.80 m). Die Brückenstütze aus Natursteinmauerwerk verkippte im Laufe der Jahre um bis zu 5 cm, und es entstanden Spalten und Risse im Mauerwerk. Nachdem der Fluss temporär umgeleitet wurde, wurde das Stützenfundament zusätzlich betoniert und der Fundamentuntergrund mittels Kunstharz-Injektionen verdichtet und stabilisiert. Nach den

Sanierungsarbeiten wurde der Fluss zurück in sein ursprüngliches Bett umgeleitet und die Brücke konnte wieder voll belastet werden.



# Neues Raumplanungsgesetz RPG



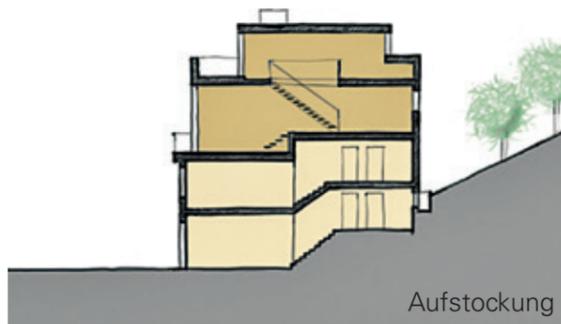
Aufstockung beim Centre Patronal, Paudex – URETEK erhöhte die Tragfähigkeit des Fundamentuntergrundes

Das revidierte Raumplanungsgesetz, welches per 01.05.2014 in Kraft trat, sieht umfassend vor, dass

- kompakter Siedlungsraum geschaffen werden soll
- Grünflächen und Kulturland nicht mehr unkontrolliert und ungebremst für Gebäude, Industrie, Strassen, Parkflächen usw. geopfert werden sollen
- die Siedlungsentwicklung unter Berücksichtigung einer angemessenen Wohnqualität nach innen gelenkt werden soll

Mit dem neuen Raumplanungsgesetz sollen Massnahmen getroffen werden zur besseren Nutzung der brachliegenden oder ungenügend genutzten Flächen in Bauzonen und zu Möglichkeiten einer Verdichtung der Siedlungsfläche.

Wohn- und Arbeitsgebiete sollen schwerge­wichtig an Orten geplant werden, die auch mit dem öffentlichen Verkehr ange­messen erschlossen sind.



Schätzungen zufolge rechnet man in der Schweiz bis ins Jahr 2030 mit einer Bevölkerungszahl von 9–10 Millionen. Experten berechnen, dass durch eine verdichtete Bauweise in Form von Aufstockung der bestehenden Gebäude um lediglich 1 oder 2 Stockwerke genügend erswinglicher Raum für ca. 1/5 der wachsenden Bevölkerung geschaffen werden könnte; gleichzeitig könnte man das Problem einer weiteren Zersiedelung lösen. Architekten sind als Raumplaner gefordert, in der bestehenden Siedlungsstruktur der Städte und Dörfer qualitativ hochwertige und dichte Bebauungen zu realisieren.

Bei der Umsetzung der neuen gesetzlichen Vorgaben stehen nicht nur die Ästhetik der Gebäude und die Wohnungsgrundrisse vermehrt im Zentrum der architektonischen Herausforderungen, sondern auch der Baugrund, welcher für die Mehrlasten über genügend Tragfähigkeit und Stabilität verfügen muss. URETEK bietet mit dem Verfahren URETEK Deep Injections® eine innovative und kostengünstige Methode an, mit welcher der Fundamentuntergrund mittels Injektionen von stark expandierendem Kunstharz verdichtet werden kann und wodurch der Baugrund exakt den erforderlichen Gebäudelasten angepasst werden kann.

Die Standsicherheit von Bauwerken ist abhängig von der Art und Grösse der wirkenden Kräfte und der physikalischen Eigenschaften des Fundamentuntergrundes.

Aufstockungen oder höhere Lasten in Folge einer verdichteten Bauweise sind Eingriffe in die Gebäude-Statik. Ist der Baugrund und die bestehende Foundation für die neuen, zusätzlichen Lasten ungenügend, ist eine Fundamentverstärkung oder eine Baugrundverbesserung erforderlich.

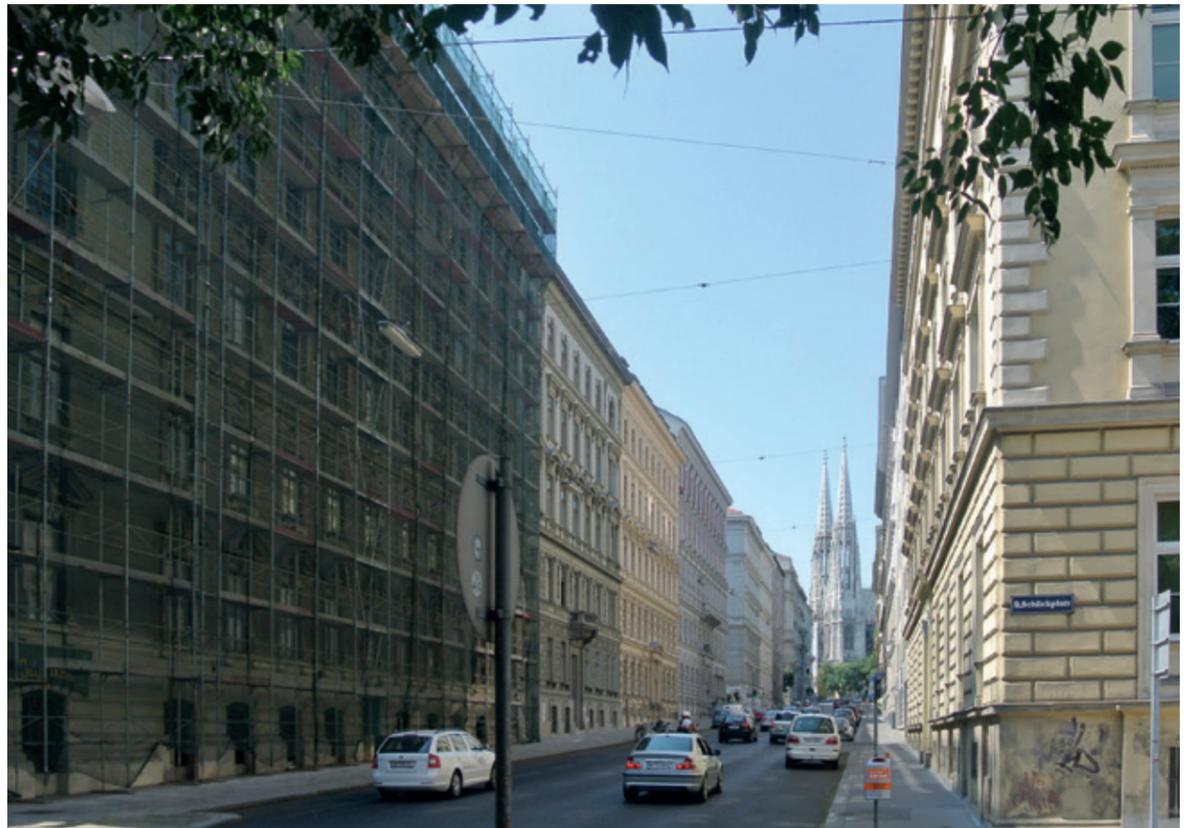
Eine Fundamentverstärkung ist meist äusserst schwierig, aufwändig und kostenintensiv. Eine Bodenverbesserung mit dem URETEK Deep Injections® Verfahren erfolgt ohne bauliche Massnahmen, erhöht die Tragfähigkeit des Baugrundes und verhindert gleichzeitig Setzungen. Durch die Injektionen mit expandierendem URETEK-Kunstharz wird das Porenvolumen reduziert, und die Bodenparameter Kohäsion, Scherfestigkeit und Elastizitätsmodul werden verbessert. Der Baugrund wird optimal verdichtet und kann den Gebäudelasten genau angepasst werden, selbst für weitere, noch zu erwartende Lasten.



Infos zum Verfahren  
URETEK Deep Injections®:  
[www.uretek.ch](http://www.uretek.ch)

Wien

## Historisches Gebäude mit URETEK auf Lasterhöhungen vorbereitet



Das um ca. 1900 erbaute Gebäude am Schlickplatz 2 in Wien besteht strassen-seitig aus einem Kellergeschoss, einem Hochparterre, drei Obergeschossen und einem Dachgeschoss. Zusammen mit einer Gesamtanierung des Gebäudes war ein Ausbau des Dachgeschosses geplant. Dieser erforderte vorbeugende Massnahmen, damit der Fundamentuntergrund über genügend Tragfähigkeit verfügt, ohne dass Setzungen und Setzungsschäden eintreten.

Die Untergrundsituation in bodenphysikalischer Hinsicht sowie die Beschaffenheit der Fundamente wurde von der Dipl.-Ing. Kurt Ströhle Ziviltechniker GmbH, Wien, wie folgt beschrieben:

«Die Fundamentunterkante der Streifenfundamente liegt bei ca. 2 m UK Kellerboden. Das Gebäude ist auf Holzpfählen gegründet; diese sind auf Grund der Senkung des Grundwasserspiegels in den letzten Jahrzehnten im oberen Bereich grösstenteils bereits verrottet, so dass es beim Gebäude am Schlickplatz 4 bereits zu Setzungen kam. Das Gebäude weist sowohl im inneren wie auch im äusseren Bereich Risse auf.»

Als Untergrund wurde ein Boden aus einer Mischung von Anschüttung, Ziegelbruch, Sand, Steinen und Schluff vorgefunden. Die im Zuge der Untergrund-Erkundung vorgefundenen gewachsenen Böden bestehen im Aushub-Bereich aus weichen bis steifen, tonigen, feinsandigen Schluffen sowie aus sandigen Kiesen.

Die Aufgabe der URETEK bestand darin, den Fundamentuntergrund auf einer Länge von 347 m zu kompaktieren und zu stabilisieren. Mit dem Verfahren



Abteufen der Injektionslanzen

URETEK Deep Injections® wurden die Kunstharz-Injektionen bis in Tiefen von ca. 5 m ausgeführt (teilweise auch in Form von sogenannten Säuleninjektionen – durch langsames Zurückziehen der Injektionslanzen während dem Injizieren).

Die Injektions-Arbeiten dauerten insgesamt 25 Tage und behinderten die Nutzbarkeit/Bewohnbarkeit des Gebäudes nicht.

## Anhebung und Nivellierung von Industriehallenböden



Garaventa AG, Goldau

Die fortschreitende Automatisierung von Produktionsvorgängen erfordert Betriebsböden, die in kleinsten Höhentoleranzen bleiben. Auch können keine Vertikalstufungen bei Plattenübergängen und Schwankungen im Fugenbereich toleriert werden. Mit Hilfe des URETEK Floor Lift® Verfahrens können solche Probleme rasch behoben werden.

Bei Logistikanlagen (Lager, Umschlagplätze usw.) können unterschiedliche Setzungen von Fundamenten oder auf dem Erdreich aufliegenden Platten die Sicherheit von Mensch und Maschine beeinträchtigen und die Störungsanfälligkeit von Betriebsanlagen negativ beeinflussen.

### Sanierungsmethode URETEK Floor Lift®

Mit der erfolgreichen Methode URETEK Floor Lift® findet eine tiefgründige Bodenverfestigung und Verfüllung von Hohlräumen mit gleichzeitiger Anhebung der abgesenkten Bauteile statt. Das Verfahren beruht darauf, dass ein Zweikomponenten-Kunstharz in flüssiger Form unter die Fundamente oder die Bodenplatten eingepresst wird. Das Kunstharz dehnt sich bis zur Aushärtung stark aus, verfüllt Hohlräume und verdichtet den Untergrund. Auf Grund der chemisch-physikalischen Eigenschaften des URETEK-Kunstharzes entstehen Hebekräfte von mindestens 20 t/m<sup>2</sup>, wodurch sich selbst schwerste Bauteile samt eingebauten Anlagen wieder auf

ein definiertes Niveau anheben lassen. Die Hebung erfolgt sehr präzise (bis 1 mm/m) und lässt sich ohne grosse Betriebseinschränkungen auf die vorgesehenen Bereiche begrenzen. Das URETEK-Kunstharz ist alterungsbeständig und auch auf Dauer verformungsstabil.

### Umnutzung alter Gebäude oder Zusatzbelastungen

Oft werden ältere Gebäude zu Logistikbetrieben umgerüstet und zum Teil mit Anlagen und Einrichtungen versehen, die bezüglich Bodentragfähigkeit und Bodengenauigkeit erhöhte Anforderungen verlangen. Mit URETEK Floor Lift® können Gebäude/Böden dafür aufbereitet werden, ohne dass Böden ersetzt

oder mit neuen, armierten Platten aufgedoppelt/verstärkt werden müssen. Einzelne Gebäudeteile (Fundamente, Riegel, Platten) können vertikal angehoben werden. Diese Methode kommt auch zum Einsatz, wenn neue, lokale Zusatzbelastungen auf den Untergrund einwirken werden.

## Vorteile von URETEK Floor Lift®

- Im Injektionsbereich müssen nur kleine Löcher von 12 mm  $\varnothing$  in die Betonböden gebohrt werden, welche wieder sauber verschlossen werden können. Dazu braucht es wenig Vorbereitung und während der kurzen Ausführungszeit bleiben die Einschränkungen des Betriebes gering.
- Die Anwendung ist ohne Erschütterungen, geräuscharm und praktisch ohne Staubeentwicklung.
- Das URETEK-Kunstharz ist umweltverträglich und alterungsbeständig. Der Kunstharz ist FCKW-frei.
- Der Boden ist kurz nach der Anwendung voll belastbar.
- Die Methode hat eine hohe Wirkungsgarantie und ist im Vergleich zu konventionellen Lösungen wirtschaftlicher; die Kosten ergeben sich aus dem Teameinsatz und dem Kunstharz-Verbrauch.
- Die URETEK verfügt aus weltweiter Erfahrung in der Sanierung von Hochbauten, Strassen, Flugpisten usw. über ein grosses Know-How und bietet nachhaltige Sanierungs-Lösungen.
- Dauerhaftigkeit und Langzeitbeständigkeit der Methoden URETEK Floor Lift® und URETEK Deep Injections® werden von der Universität Duisburg Essen bestätigt.

Weitere Informationen zur Methode URETEK Floor Lift® finden Sie auf der letzten Seite.



Müller Martini Maschinen und Anlagen AG, Hasle



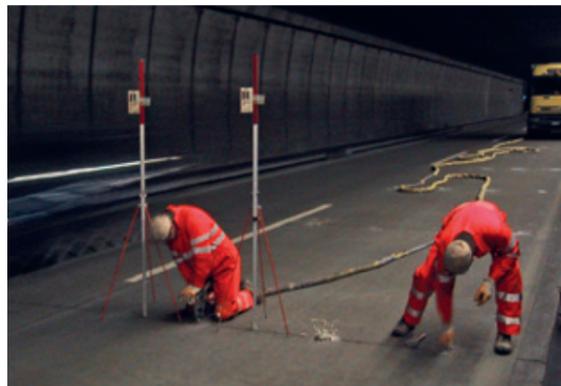
Hero AG, Lenzburg



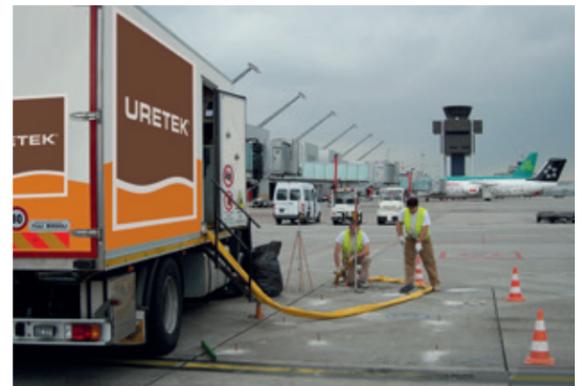
Coca-Cola HBC Schweiz AG, Bolligen



Liebherr-Werk Nenzing GmbH, Nenzing



Seelisberg-Tunnel A2

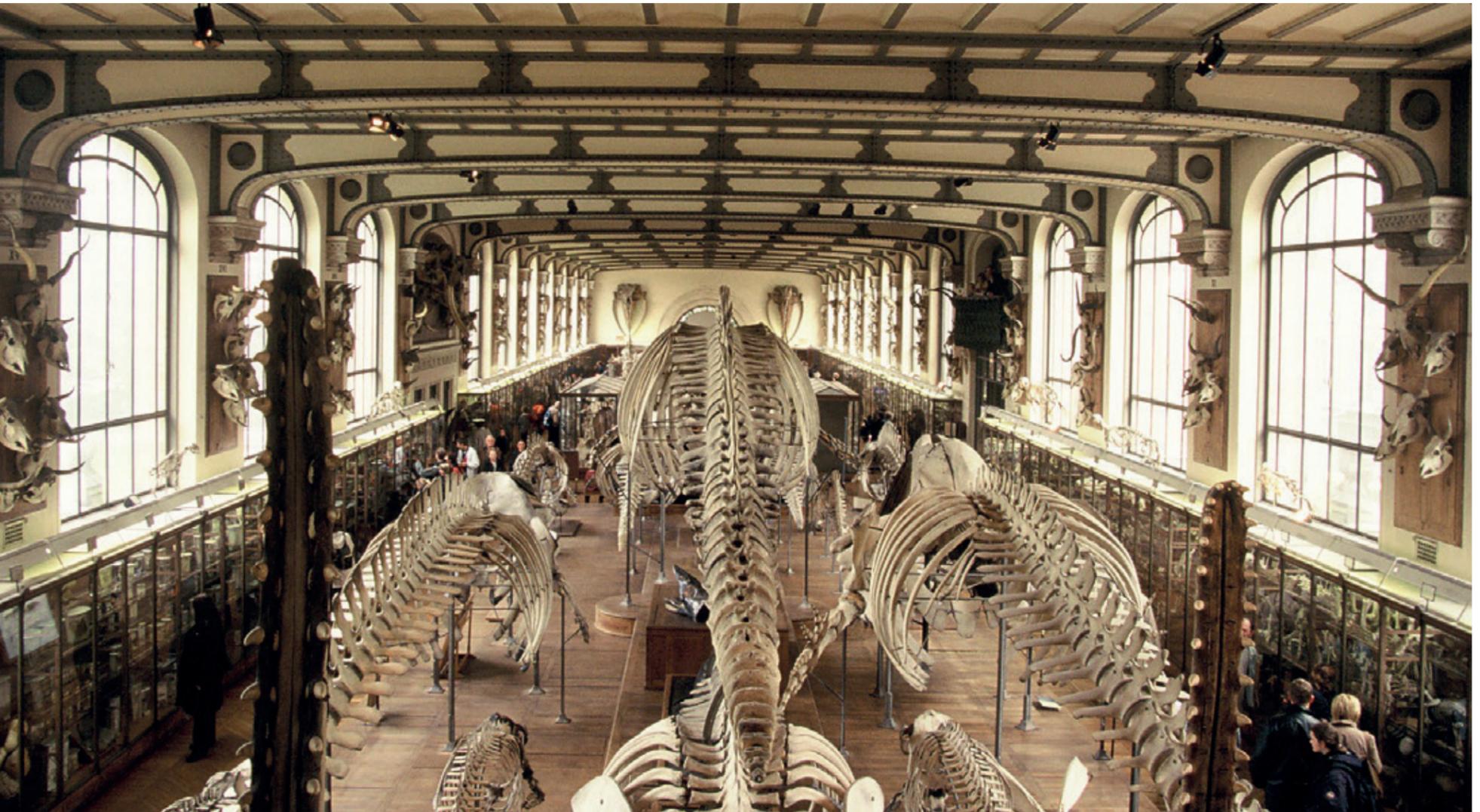


Flughafen Genf

## Argumente für die URETEK Floor Lift® Methode

WIRKUNGEN	NUTZEN
Verfestigung des Untergrundes	- Ableitung vertikaler Lasten auf eine grössere Baugrundfläche
Verfüllung von Hohlräumen	- Bodenplatten werden wieder horizontal und plan - Dilatationsfugen werden niveauegal - Schwankungen werden behoben
Hebung formstabiler Bauteile	- Risse «verschwinden» - Böden können wieder horizontal, Regale vertikal und Fahrschienen liniengenau gestellt werden
Toleranzanpassung	- Höhentoleranzen können millimetergenau erreicht werden - Hebevorgänge bis zu 30 cm sind möglich

## Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris



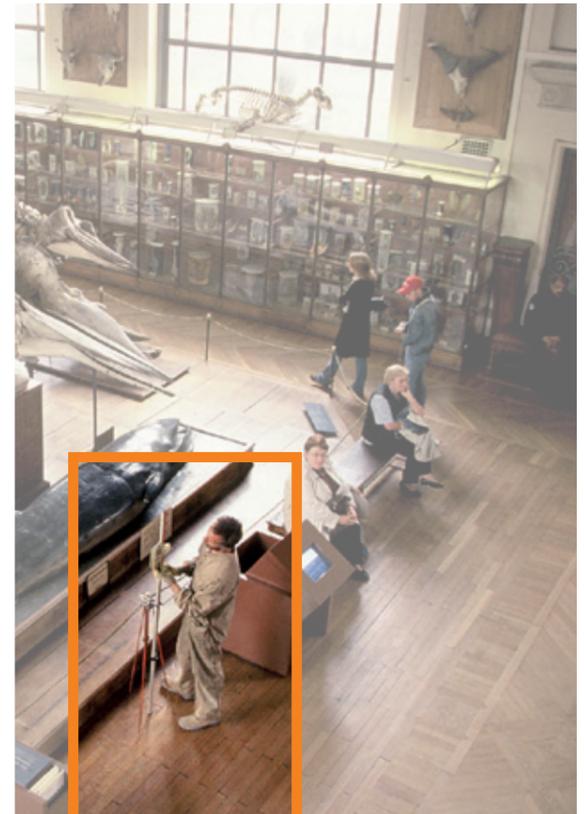
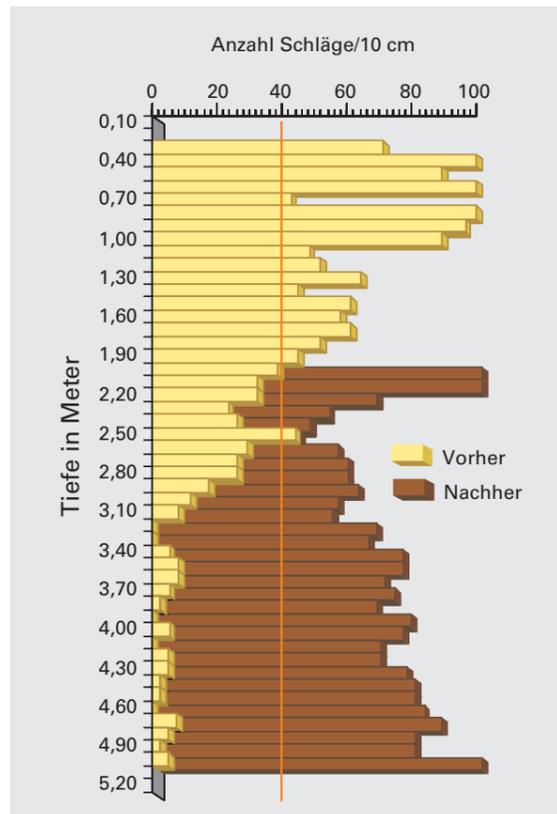
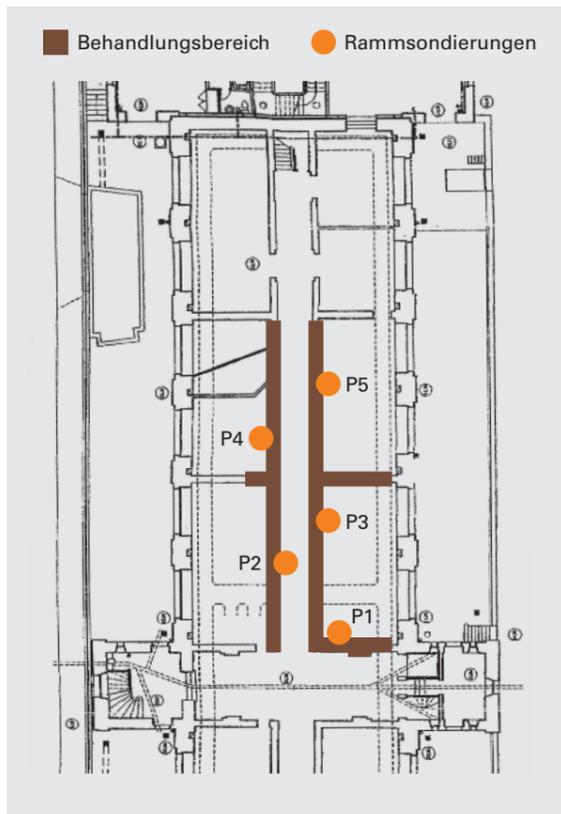
### Das Gebäude

Das Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris, das sich in einem Gebäude aus dem 18. Jahrhundert befindet, besitzt eine Sammlung von etwa 2.5 Millionen Exponaten, die über die Ausstellungsräume mit einer Gesamtfläche von 3000 m<sup>2</sup> verteilt sind.

### Das Problem

Das Gebäude, das mit der paläontologischen Galerie belegt ist und beinahe eine Länge von 100 m misst, hat bereits seit der Zeit zwischen den Kriegen erste Anzeichen von Setzungen gezeigt. Das Phänomen hat sich in den folgenden Jahrzehnten verschärft, und an den tragenden Wänden sind Risse von 10–20 mm aufgetreten.





## Die Lösung

Es wurde die URETEK Deep Injections® Technologie mit Injektionen von expandierendem Kunstharz angewendet. Der Eingriff erfolgte in zwei Phasen:

**Phase 1 – Konsolidierung direkt unter dem Fundament:** Injektionen unter das Fundament, um die geomechanischen Eigenschaften des Bodens zu verbessern und Hohlräume zwischen dem Fundament und dem Boden zu verfüllen und zu verdichten.

**Phase 2 – Die Konsolidierung in der Tiefe:** Es wurden Injektionen auf 4 Ebenen in der Tiefe unter den Fundamenten durchgeführt. Der Erfolg des Eingriffs wurde während den Injektionen durch eine Laserkontrolle und durch Rammsondierungen sowohl vor als auch nach dem Eingriff überprüft. Es wurden 55 m Fundament behandelt. Die gesamten Arbeiten einschliesslich der Kontrollen und Sondierungen dauerten 7 Arbeitstage.

## Vorgängige Untersuchungen

In einem Gebäude, das fast 100 m lang ist und ohne Dehnungsfugen gebaut wurde, bemerkte man ab 1988 eine Verschlimmerung des Phänomens der Absenkung einiger Fundamentpfeiler. Die Direktion für Kulturerbe des Museums entschied sich von Anfang an dazu, das CEBTP (Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics Paris) mit der Erforschung der Ursachen dieses Phänomens zu beauftragen. Das CEBTP führte Mitte Dezember 2004 Messungen durch, die eine Entspannung und einen allgemeinen Verlust der Spannung im Boden aufzeigten. Mitte Dezember 2004 wurden Messungen durchgeführt, die weitere Setzungen zeigten. Das Gremium empfahl im Abschlussbericht den Einsatz der URETEK-Methode, um das Gebäude zu stabilisieren.

## Der Eingriff

Man beschloss, das URETEK Deep Injections® Verfahren einzusetzen, indem entlang der Fundamente unter den Ausstellungsräumen Bohrungen bis in unterschiedliche Tiefen durchgeführt wurden. Diese Art des Eingriffs ist wenig invasiv, da nur einige Öffnungen mit einem kleinen Durchmesser von 26 mm benötigt werden (horizontal alle 80 cm).

Das Einspritzen des URETEK Kunstharzes bewirkt eine Bodenverdichtung und ermöglicht die Verbesserung der Eigenschaften des Bodens wie die Kohäsion, das Elastizitätsmodul und die Druckfestigkeit.



## Kontrollen und Überprüfungen

Die Ergebnisse der Kontrollen und der Rammsondierungen bestätigen den Erfolg des Eingriffs.

Dieser Eingriff zeigt die geringe Invasivität der URETEK-Technik, die keine provisorischen Arbeiten oder sperrigen Maschinen erfordert und die Möglichkeit, die Arbeiten in kleinen, schlecht zugänglichen Räumen ausführen zu können.

## URETEK FLOOR LIFT®

### Heben und Stabilisieren von Betonböden

URETEK Floor Lift® ist die technologische Lösung, um abgesackte und instabile Betonböden schnell und ohne grossen Aufwand wieder instand zu stellen. Das URETEK Floor Lift®-Kunstharz ist ein Zweikomponenten-Kunstharz auf Polyurethan-Basis, das sich bei der Injektion unter dem Betonboden verteilt, Hohlräume verfüllt, den Untergrund verpresst und, sobald genügend Widerstand erreicht ist, den Betonboden anhebt.

Mit der URETEK Floor Lift®-Methode können abgesackte Betonböden von

- Industrie-, Werk- und Lagerhallen
- Wohn- und Gewerbegebäuden
- Strassen, Flugpisten usw.

um bis zu ca. 30 cm präzise zurückgehoben und ausnivelliert werden.



### Arbeitsablauf

#### Bohrungen

- durch den Betonboden werden Bohrungen mit einem Durchmesser von 6–18 mm getätigt
- diese werden in einem Achsabstand von ca. 1.50 m vorgenommen
- Durchmesser und Abstand hängen vom Untergrund, der Dimension und der Qualität des Betonbodens ab
- durch die Bohrlöcher werden Injektionslanzen (Ø 6–12 mm) gesetzt

#### Injektionen

- das flüssige, expandierende Kunstharz wird mit Niedrigdruck direkt unter den Betonboden injiziert
- das Kunstharz beginnt, sich unmittelbar nach der Injektion auszudehnen, verfüllt Hohlräume und verpresst den Untergrund

#### Konsolidation und Anhebung

- vorhandene Hohlräume unter dem Betonboden werden verfüllt
- das injizierte Kunstharz dehnt sich bis zu jenem Punkt aus, an welchem der Untergrund konsolidiert und eine weitere Verdichtung nicht mehr möglich ist, das Harz kann sich danach nur noch nach oben ausdehnen (Einsetzen der Hebung)
- der Hebeprozess während den Injektionen wird durch Laser millimetergenau angezeigt
- die Hebung kann millimetergenau bis zur gewünschten Position erfolgen

### Vorteile

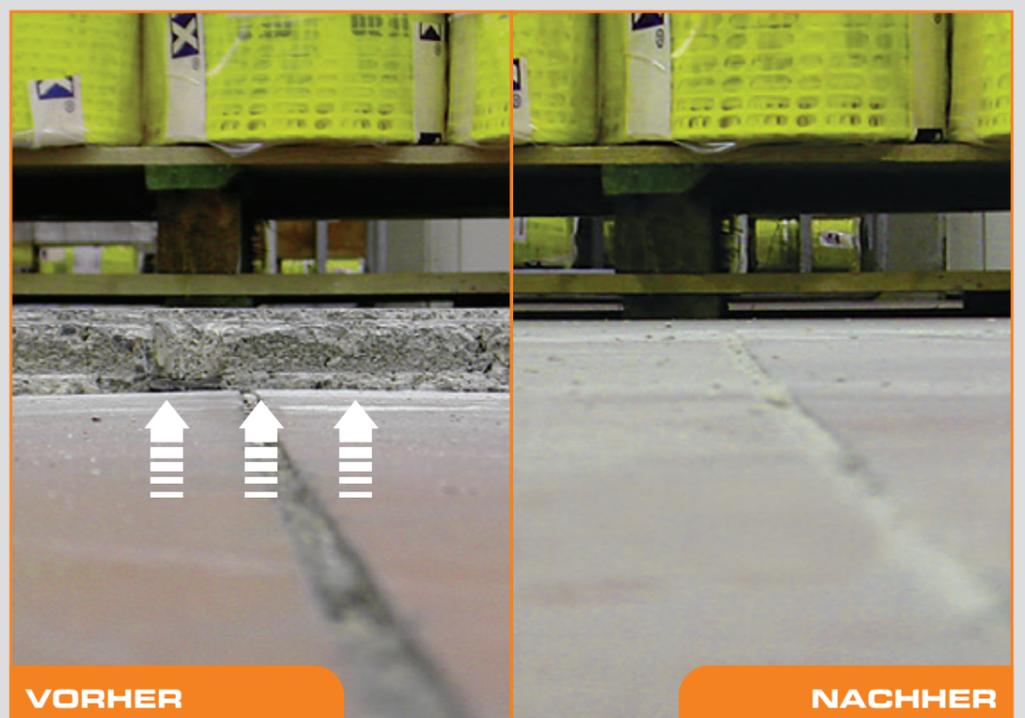
- Anhebung bis zu 30 cm, korrigiert Senkungen, Verkippungen und Mulden
- Genauigkeit wird mit Nivellierlaser überwacht
- präzise (bis 1 mm/m)
- minimale Beeinträchtigung des betrieblichen Ablaufs
- Anhebung von Betonböden mit bestehenden Lasten (Hochregale, Maschinen usw.) möglich
- sauber und schnell
- Zeit und Kosten sparend



Interessante Videos finden Sie unter:  
[www.uretek.ch](http://www.uretek.ch)



Weitere URETEK Verfahren Deep Injections®, Walls Restoring® und Cavity Filling®:  
[www.uretek.ch](http://www.uretek.ch)



VORHER

NACHHER