

Systeme für Instandsetzung und Verstärkung



Systeme und Anwendungen für Instandsetzung und Verstärkung von Brücken und anderen Bauwerken

Beton ist ein dauerhafter und relativ wartungsfreier Baustoff. Trotzdem können Instandsetzung bzw. Verstärkung bestehender Bauwerke aus verschiedenen Gründen erforderlich werden:

- Natürliche Alterung, mangelhafte Planung, schlechte Qualität der Baustoffe, Ausführungsmängel
- ungünstige Umwelteinflüsse und Unfälle (z.B. Überbeanspruchung, Aufprall, Erdbeben, Sturm, Brand)
- Änderungen im Gebrauch (z.B. höhere Nutzlasten als ursprünglich berücksichtigt)
- strengere Sicherheitsanforderungen.



DSI unterstützt Sie in allen Phasen eines Instandsetzungs- bzw. Verstärkungsprojektes:

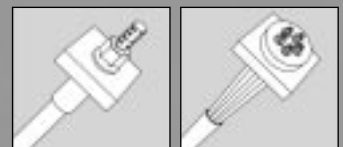
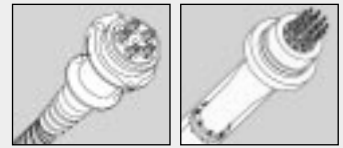
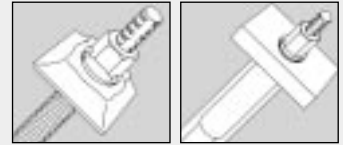
- Untersuchung von Bauwerken, Schadenserkennung und Auswertung des Ist-Zustandes
- Vorbereitung/Überprüfung des Instandsetzungs-/ Verstärkungskonzeptes
- Planung und Bemessung der Verstärkungsmaßnahmen
- Lieferung und Einbau der DYWIDAG-Qualitätsprodukte
- Ausführung der Verstärkungsarbeiten
- Baustellenaufsicht mit Qualitätssicherung
- Bauwerksüberwachung.



DYWIDAG-Systems International GmbH hat mehr als 30 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Instandsetzungs- und Verstärkungsarbeiten. Neben der Anwendung herkömmlicher Methoden und Systeme sind spezielle Instandsetzungs- und Verstärkungsverfahren entwickelt und erfolgreich angewendet worden.

Für Ihr Instandsetzungs- oder Verstärkungsprojekt stehen Ihnen die folgenden bewährten DYWIDAG-Systeme zur Verfügung:

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes bei Spannstahl	Vakuum-Verpressen	Seite 5
Wiederherstellung des Korrosionsschutzes bei Bewehrungsstahl	Kathodischer Korrosionsschutz	Seite 5
Verbesserung des Zusammenwirkens zwischen altem und neuem Beton	kurze Stabspannglieder, Litzenspannglieder	Seiten 6-7, 11-13
Verstärkung von Brücken	Externe Stab- und Litzenspannglieder, Verpreßanker	Seiten 7-9
Verstärkung von historischen Bauwerken	Stabspannglieder, GEWI®-Pfähle	Seite 9
Ertüchtigung/Erweiterung bestehender Bauwerke	GEWI®-Stäbe, Stabspannglieder, Schrägseile	Seite 10
Ertüchtigung von Brücken gegen Erdbeben	Stab- und Litzenspannglieder	Seiten 11, 12
Ertüchtigung von Gebäuden gegen Erdbeben	Stabspannglieder, GEWI®-Pfähle	Seite 12
Stabilisierung von Staudämmen	Felsanker	Seite 13
Ertüchtigung von Fundamenten gegen Erdbeben	Verpreßanker, GEWI®-Pfähle	Seite 14
Heben/Verschieben von Bauwerken	Hebesysteme unter Einsatz von Spannstäben	Seite 15



Untersuchung und Beurteilung des Ist-Zustandes von Bauwerken

Die Wirksamkeit von Instandsetzungs- und Verstärkungsmaßnahmen hängt wesentlich von der richtigen Erfassung und Beurteilung des Ist-Zustandes des Bauteils ab. Die Planung der Untersuchungsmethoden sollte nach dem Prinzip der kleinen Schritte konzipiert werden: Art und Ausmaß der weiteren Untersuchungen werden nach dem Auffinden der Schäden festgelegt. Zwar werden im allgemeinen zerstörungsfreie Prüfverfahren eingesetzt, sie müssen jedoch durch die Anwendung von zerstörenden Prüfverfahren ergänzt werden, um die Art, die Ursachen und den Umfang des Schadens eindeutig festzustellen.

+++ DSI Leistungen +++
Untersuchung, Prüfungen,
Sachstandsbericht.

Point Beach Kernkraftwerk, Two Rivers, Wisconsin, USA

Die Überprüfung der Spannglieder an zwei Druckbehältern wurde entsprechend den Sicherheitsvorschriften der US Nuclear Regulatory Commission durchgeführt. Sowohl visuelle als auch physikalische Untersuchungen (Abhebetests, Entlastungstests, Zugversuche an entnommenen Litzenproben und Untersuchungen an Fett-

proben) wurden an ausgewählten Spanngliedern aller Spanngliedarten (vertikale Spannglieder, Ring- und Kuppelspannglieder) vorgenommen.



+++ DSI Leistungen +++
Ausarbeitung des Untersuchungsprogrammes und des Bewertungssystems, Untersuchung, ausführlicher Sachstandsbericht über die Qualität und den Zustand der Hauptbauteile.

Schrägseilbrücken an der „Autopista del Sol“, Mexiko

An vier Schrägseilbrücken zwischen Cuernavaca und Acapulco wurden Untersuchungen vorgenommen. Zuerst wurde ein detailliertes Untersuchungsprogramm mit einem numerischen und einem qualitativen Bewertungssystem ausgearbeitet.

Ein ausführlicher Bericht über die Qualität und den Zustand der Hauptbauteile jeder Brücke, insbesondere der Fahrbahn, Pylone und Schrägseile, ergänzt durch Empfehlungen zur Behebung der Schäden, wurde dem Bauherrn übergeben.

Vakuum-Verpressen

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes bei Spannstahl

Wo die Spannkanäle nicht vollständig mit Zementmörtel gefüllt sind, muß nachträglich injiziert werden. Hier kann das Vakuum-Verpreßverfahren eingesetzt werden. Der Vorteil dieser Methode ist, daß für das Nachverpressen des Spannkanals nur ein Bohrloch für jeden Hohlraum gebohrt werden muß.



DSI hat spezielle Vorrichtungen und Methoden entwickelt, um zu vermeiden, daß bei den Bohrarbeiten an den Hüllrohren der Spannstahl beschädigt wird. Ein Vergleich zwischen der abgepumpten Luft- und der eingepreßten Mörtelmenge ermöglicht eine Kontrolle der durchgeführten Maßnahme.

Brenner Autobahnbrücken, Österreich

Einige Spannkanäle wurden auf ihren Injizierzustand hin untersucht. Die entdeckten Hohlräume wurden vakuum-injiziert.

**+++ DSI Leistungen +++
Untersuchung, Lieferung
der Geräte und Durch-
führung des Vakuum-
Injizierens.**

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes

Eine der wichtigsten Aufgaben ist es, die Stahlelemente von Bauwerken vor Korrosion zu schützen und dadurch ihre Dauerhaftigkeit sicherzustellen. DSI bietet moderne wirksame Methoden zur Wiederherstellung des Korrosionsschutzes für Spannstahl und Bewehrungsstahl an.

Kathodischer Korrosionsschutz

Wiederherstellung des Korrosionsschutzes bei Bewehrungsstahl

Neben den traditionellen Korrosionsschutzmethoden, bei denen der karbonatisierte oder Chlorid-belastete Beton mechanisch entfernt und durch neuen alkalischen Beton ersetzt wird, verwendet DSI schon seit einiger Zeit eine äußerst zuverlässige elektrochemische Korrosionsschutzmethode: den kathodischen Korrosionsschutz (KKS).

Ein Gleichstrom von geringer Stärke ($5-20 \text{ mA/m}^2$) läuft kontinuierlich zwischen der Bewehrung (als Kathode) und einer dauerhaften Anode (z.B. aus Titan), die in einer zementhaltigen Schicht (z.B. Spritzbeton) eingebettet auf der alten Betonoberfläche liegt. Die Wirksamkeit des KKS wird durch Potentialmessungen an eingebauten Referenzelektroden kontrolliert. Diese Schutzmaßnahme ist kostengünstiger als die traditionellen Methoden, da nur der mechanisch beschädigte Beton entfernt werden muß, während der Chlorid-belastete Beton belassen werden kann.

**+++ DSI Leistungen +++
Beratung während der
Bewertung des Ist-Zustands
der Pfeiler, Auswahl der
geeigneten Instandsetzungs-
maßnahme, Dimensionierung
des KKS-Schutzsystems,
Lieferung, Einbau,
Inbetriebnahme und Über-
wachung des KKS-Systems.**

Äußere Nösslachbrücke, Brenner Autobahn, Österreich

Der Beton der 50 m hohen Kämpferpfeiler an den Enden der 180 m langen Bögen war, aufgrund der Wintersalz-Streuung seit über 20 Jahren, bis zu einer Tiefe von 60 mm stark Chlorid-belastet. Der KKS wurde auf 1.500 m^2 Betonfläche der südlichen Kämpferpfeiler angewendet, da nur dieses Verfahren die Tragfähigkeit und die Standsicherheit der Brücke nicht beeinträchtigte und auch die wirtschaftlichste Lösung für diese Bauaufgabe darstellte. Die Wirksamkeit und die Leistung des KKS-Verfahrens kann jederzeit durch Potentialmessungen überwacht werden.



(Foto: Heraeus, Titanode®)

Verstärkung von tragenden Bauteilen

Die Verstärkung von Bauteilen kann wie folgt ausgeführt werden:

- Material, das beschädigt oder von schlechter Qualität ist, wird ausgetauscht
- tragende Elemente werden hinzugefügt (z.B. Bewehrung, hochwertiger Beton, dünne Stahl- oder faserverstärkte Kunststoffstreifen, Spannglieder oder entsprechende Kombinationen dieser Methoden)
- Neuverteilung der Beanspruchungen durch aufgezogene Deformationen.

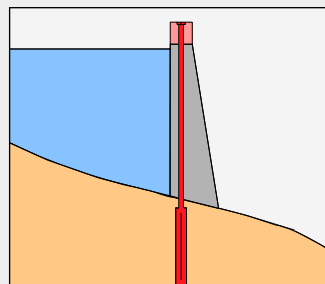
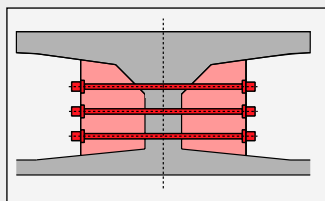
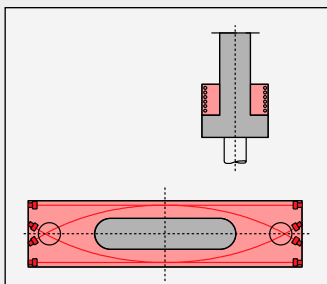
Zusammenwirken zwischen altem und neuem Beton

Eines der Hauptprobleme bei der Verstärkung von Bauwerken ist es, zwischen den bestehenden Bauteilen und den Verstärkungselementen Kompatibilität und Zusammenwirken zu erzielen.

Die Kraftübertragung über die Fuge zwischen dem alten und dem neuen Beton kann unterschiedlich erreicht werden:

- einfache Reibung der Oberflächen des alten Betons und des neuen Betonfertigteils (trockene Fuge)
- einfacher Verbund zwischen der alten Betonoberfläche und dem neuen in situ betonierten Bauteil (nasse Fuge)
- die Wirksamkeit beider Verbindungsarten kann beträchtlich erhöht werden, indem die senkrecht zur Fuge wirkende

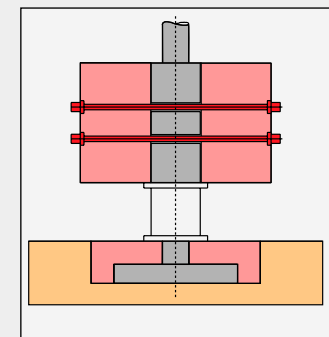
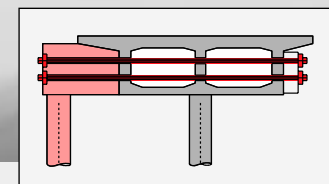
Kraft vergrößert wird. Mit Vorspannung ist dies leicht zu bewerkstelligen. Dazu können DYWIDAG-Spannglieder verwendet werden. Bei sehr kurzen Spanngliedern wird durch das feine Gewinde an beiden Enden des DYWIDAG-Glattenstabes eine Verankerung mit sehr kleinem Schlupf gewährleistet. Weiterhin können bei Spanngliedern, wo Verbund verlangt wird, DYWIDAG-Gewindestäbe verwendet werden. Für längere und gebogene Spannglieder bietet der Einsatz von Litzen eine gute Lösung.



+++ DSI Leistungen +++
Planung der Instandsetzungsmaßnahmen, Lieferung von Stahlkonstruktionen und DYWIDAG-Stabspanngliedern, Ausführung der Verstärkungsarbeiten.

MRT Schnellbahn, Muza-Strecke, Taipeh, Taiwan

1994 wurden Risse im Beton der Pfeilerköpfe einer Stahlbrücke an der Muza-Schnellbahnstrecke entdeckt. Als schnelle und wirksame Reparaturmaßnahme wurden externe DYWIDAG-Stabspannglieder $\varnothing 36$ mm mit doppeltem Korrosionsschutz auf beiden Seiten des Pfeilerkopfes eingebaut. Sie wurden in Stahlkonstruktionen an jedem Ende des Pfeilerkopfes verankert. Alle exponierten Teile der Stahlkonstruktion wurden mit einem dreifachen Anstrich gegen Korrosion geschützt. An bestimmten Spanngliedern wurden Kraftmeßdosen angebracht, um die Spannkraften überwachen zu können.



Externe Stab- und Litzenspannglieder

Verstärkung von Brücken

Brücken jeglichen Materials können durch zusätzliche externe Spannglieder verstärkt werden. Der Einfluß der Vorspannung auf Gebrauchs- und Bruchzustand kann unterschiedlich groß gehalten werden, da verschiedene Methoden der Spannkraftübertragung gewählt und auch unterschiedliche Spanngliedführungen verwendet werden können.

Won Hyo-Brücke, Seoul, Südkorea

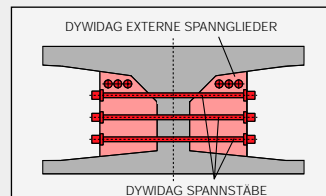
Die 1.120 m lange Brücke über den Han-Fluß wurde 1981 fertiggestellt. Aufgrund ungenauer Berechnungen von Spannkraftverlusten und Durchbiegung, hervorgerufen durch Kriechen und Schwinden, traten Durchbiegungen von bis zu 30 cm auf. Dies ergab einen Höhenunterschied von 5 cm bis 20 cm bei den Gelenken in Feldmitte. Das DSI-Instandsetzungskonzept sah externe Spannglieder vor, die einerseits die Durchbiegungen verringerten und andererseits das Bauwerk verstärkten. Der restliche Durchhang konnte mit einer zusätzlichen Asphaltdecke ausgeglichen werden. In jedem Kragarm wurden 12 DYWIDAG-Litzenspannglieder 19 x 0,6" eingebaut, die in neuen Ankerblöcken, die in den Hohlkästen betoniert wurden, verankert wurden. Durch kurze glatte DYWIDAG-Spannstäbe \varnothing 36 mm wurden die Ankerblöcke mit dem Beton der alten Stege verbunden.



Rio Lima Brücke, Viana do Castelo, Portugal

Dieses Wahrzeichen der nordportugiesischen Küstenstadt Viana do Castelo wurde 1878 dem Verkehr übergeben. Entworfen und erbaut wurde diese Brücke von A. G. Eiffel. Um ihre Tragfähigkeit an den modernen Straßen- und Zugverkehr anzupassen, wurden Verstärkungsmaßnahmen an dieser 562 m langen Stahlbrücke mit 10 Feldern und zwei Hauptfachwerkbalken von 7,5 m Höhe erforderlich. Die baulichen Eingriffe sollten jedoch die charakteristische Architektur so wenig wie möglich beeinträchtigen. Das Ingenieurbüro entschloß sich zum Einbau von Zugbändern in jedem Feld. Diese verlaufen parallel zu den Untergeruten und werden in der Nähe der Pfeiler diagonal zu den Obergeruten durchgeführt. Die Kräfte werden durch glatte DYWIDAG-Spannstäbe \varnothing 32 mm in das Bauwerk eingeleitet. Die Umlenkstellen und die Muffenverbindungen der Stäbe ließen sich dabei sehr einfach und kostensparend montieren.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Stäben, Zubehör und
Korrosionsschutz.**



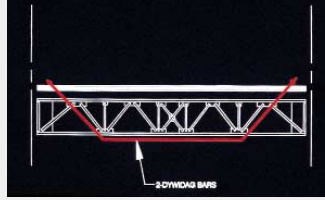
**+++ DSI Leistungen +++
Untersuchung der Schaden-
ursachen, Vorbereitung
des Instandsetzungskon-
zeptes, Bemessung des
Verstärkungssystems,
Lieferung und Einbau
des Systems, Abschluß-
kontrolle, Abnahmetest.**



Burlington Skyway, Ontario, Kanada

Die in den 50er Jahren erbaute 2.650 m lange Stahlbrücke mußte instandgesetzt werden, um sie dem größeren Verkehrsaufkommen anzupassen. Dabei wurde die Zahl der Fahrbahnsuren von vier auf fünf erhöht und das Tragsystem den neuen vorgeschriebenen Verkehrslasten entsprechend verstärkt.

Die drei Hauptspannweiten (84-151-84 m) werden durch einen Durchlaufträger aus Fachwerkbögen überbrückt. Die Stahlbeton-fahrbahnplatte wird durch Querschwerkträger und Längsträger getragen. Die Querschwerkträger bestehen aus Walzprofilen, die durch Bolzen und Nieten miteinander verbunden sind. Die erhöhte Verkehrslast hatte einen bedeutenden Spannungszuwachs in den Stäben des Querschwerkes zur Folge. Das Fachwerk wurde mit externer Vorspannung, DYWIDAG-Spannstäben \varnothing 36 mm, und zusätzlichen neuen Walzprofilen verstärkt. Mit dieser Methode wurde erreicht, daß nur ein Minimum an Stäben des Querschwerkträgers freigelegt werden mußte. Auch die strengen Baul-toleranzen, die beim Auswechseln bzw. Hinzufügen von neuen Fachwerkstäben erforderlich gewesen wären, konnten umgangen werden. Die entlang einer Trapezlinie geführten Stabspannglieder wurden in der Fahrbahnplatte verankert, um ihre Wirksamkeit zu vergrößern. Eine einfache Stahlplattenkonstruktion wurde auf den Fachwerksknoten am Umlenkpunkt des Spannstabes ange-bracht, um die Verankerung sicherzustellen und die Spannkraften aus dem Stab in das Fachwerk zu leiten. Die Stäbe wurden mit einer dreifachen Zink/Vinylfarbschicht gegen Korrosion geschützt.



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Spannstäben, Sonderveran-
kerungen und Spanngerät,
Einbau und Vorspannen.**



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Spannstäben und
Spanngerät.**

Cripple Creek-Brücke, Autobahn 101, Ontario, Kanada

Aufgrund von Witterungsein-flüssen mußte der ganze Über-bau dieser Brücke aus Stahl und Holz instandgesetzt wer-den. Die drei Einzelfelder mit 7-18-7 m Spannweiten beste-hen aus Standard-Walzträgern in 1,2 m Abständen.

Die alte Fahrbahnplatte, aus vernagelten, in Querrichtung verlaufenden Holzbohlen, wurde durch eine Holz-fahrbahn er-setzt, die aus in Längsrichtung verlaufenden aufgekanteten Holzbohlen besteht und in Querrichtung vorgespannt ist. Die Brücke wurde in zwei Pha-sen instandgesetzt, so daß stets eine Fahrbahn dem Ver-kehr zur Verfügung stand. Quer vorgespannte Holzplatten sind steifer und dauerhafter als vernagelte Holzplatten. Das Vor-spannen verhindert Bewegun-gen zwischen den benachbar-ten Holzbohlen und verbessert die Verteilung der Radlasten.

Die Quervorspannung wird mit-tels verzinkter DYWIDAG-Stäbe \varnothing 26 mm, die in 300 mm Abstand verlegt sind, aufge-bracht. Das Spannen wurde 1 Woche nach der Durch-führung der ersten Vorspann-arbeiten, und dann 5 Wochen später wiederholt, um die großen Spannungsverluste, die durch das Kriechen der Holzplatte verursacht wurden, auszugleichen. Die DYWIDAG-Spannstäbe ermöglichen dieses wiederholte Spannen, sowohl im Bauzustand als auch später, falls dies erforder-lich wird. Die Verbindung der Spannstäbe aus der 1. und der 2. Bauphase wurde mit Standard-Muffen durchgeführt.

Verpreßanker

Verstärkung von Brücken

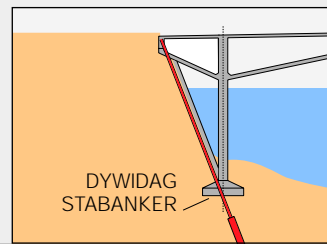
Stützen, Pfeiler und Zugglieder können mit Verpreßankern verstärkt werden.

In diesem Fall wirken die Erdanker als externe Spannglieder, indem sie eine zusätzliche Kapazität gegen Abheben liefern oder die Verbindung zwischen den verschiedenen Teilen der Konstruktion verstärken.

Gänstor-Brücke Ulm, Deutschland

Die Rahmenstiele dieser zweigelenkigen Brücke bestehen aus vertikalen Stützen und vorge-spannten geneigten Zuggliedern. Nach 30 Jahren Betrieb entstanden Risse im Überbau. Eine Untersuchung ergab, daß einige Spannkanäle nicht mit Injiziermörtel gefüllt waren und der Spannstahl Korrosion aufwies. Neben den Reparaturmaßnahmen (Vakuum-Verpressen, Injizieren der Risse, Instandsetzung der Betonoberfläche und der Fahrbahnabdichtung) wurden drei Verstärkungsmaßnahmen in Erwägung gezogen:

- Verstärkung mit externen Spanngliedern, hier Verpreßankern
- Verstärkung mit zusätzlichen Stahlbeton- und Spannbeton-Bauteilen



- Verstärkung des Überbaus mit externen Spanngliedern. Die Kosten- und Effizienzanalyse der Alternativen sowie ästhetische Überlegungen führten dazu, daß die Anwendung von Ankern als Lösung gewählt wurde.

+++ DSI Leistungen +++
Untersuchung der Schäden, Bestimmung des Ist-Zustandes der Tragfähigkeit, Vorbereitung des Instandsetzungs- und Verstärkungsprogrammes, Kostenanalyse, Lieferung von DYWIDAG-Verpreßankern \varnothing 26 mm, Durchführung der Instandsetzungs- und Verstärkungsmaßnahmen, Kontrollen bei der Verkehrsübergabe.

Stabspannglieder

Verstärkung von historischen Bauwerken

Die Verwitterung des Baumaterials von alten Gebäuden, der langdauernde Umwelteinfluß und ungleiche Bodensetzungen machen die Verstärkung von historischen Bauwerken unvermeidbar.

Es muß auch in Betracht gezogen werden, daß viele historische Bauwerke im Vergleich zu modernen Bauten mit einem erheblich niedrigeren Sicherheitsgrad erbaut wurden. Maßnahmen zur Verstärkung müssen in das Gebäude integriert werden, ohne daß der Bauwerkscharakter und das Erscheinungsbild verändert werden.



San Lorenzo-Kathedrale, Perugia, Italien

Die San Lorenzo-Kathedrale wurde im 14./15. Jahrhundert erbaut. Schon 1633-1641 wurden bedeutende Konsolidierungsarbeiten durchgeführt, da sich die oberen Enden der Säulen und der Wände aufgrund des Dachschubs nach außen bewegten. 1983 verursachte ein Erdbeben weitere Schäden und gefährdete die Stabilität des Baudenkmals. Nach gründlicher Untersuchung des originalen und nachfolgenden Tragverhaltens des Gebäudes wurde ein neues Instandsetzungs- und Restaurierungsprojekt beschlossen. Die 23 hölzernen Dachsparren wurden an ihren Verbindungsstellen mit Stahlplatten und -

Bolzen verstärkt. Der untere Zugbalken und die zentrale Hängesäule wurden mit jeweils zwei DYWIDAG-Spannstäben \varnothing 36 mm vorgespannt. Die Kapitäle der Säulen waren bis zu 26 cm verschoben. Ein neues System von Quer- und Längszuggliedern aus Spannstäben wurde zwischen den Säulen und in die Wände verlegt, um weitere seitliche Verschiebungen zu verhindern. Die in Querrichtung verlaufenden Zugglieder wurden vorgespannt und in den Seitenwänden rückverankert, so daß das ganze Gebäude mit einem Kräftesystem versehen war, das den Gewölbeschub am Auflager aufnehmen konnte.

+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-Spannstäben, Vermietung von Geräten, technische Unterstützung.

(Foto: CO.RE. Ingegneria s.r.l.)



**GEWI®-Stäbe,
Stabspannglieder,
Schrägseile mit Stäben**

**Ertüchtigung/ Erweiterung
bestehender Bauwerke**

Neue Anforderungen an Bauwerke, wie zusätzliche Fahrbahnen über oder unter einer Brücke oder zusätzliche Sitzplätze in einem Stadion, können eine Veränderung bzw. eine Verstärkung des Tragsystems erforderlich machen.

GEWI®-Stäbe und DYWIDAG-Stabspannglieder mit ihren ausgezeichneten Verbund- und Ermüdungsfestigkeitseigenschaften werden oft für diese Anwendungen eingesetzt.



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von GEWI®-Stäben
und -Pfählen.**

(Foto: Sächsische Landesbibliothek, Dresden)

**Grandhotel
Taschenbergpalais
Kempinski, Dresden,
Deutschland**

Zwischen 1707 und 1711 erbaut und 1945 vollständig ausgebrannt, ist dieser Barockbau heute ein Hotel. Zum Bau einer viergeschossigen Tiefgarage mußte die bestehende Südfassade mit einem Gesamtgewicht von ca. 1.000 t in einer Höhe von 16 m oberhalb der Gründungsebene abgefangen werden. Für das dazu erforderliche Verspannen und Sichern kamen GEWI®-Stäbe in verschiedenen Durchmessern zum Einsatz. Für die Tiefgründung des Westflügels wurden ca. 100 GEWI®-Pfähle durch die alten Keller gebohrt. Die Einbindetiefen der Pfähle liegen zwischen 7 m und 12 m.



Santiago Bernabéu Fußballstadion, Madrid, Spanien

Um das Sitzplatzangebot im Fußballstadion zu vergrößern, mußte die Dachkonstruktion nach oben versetzt werden. Die vorhandenen Stahlbetonstützen wurden dabei verstärkt und verlängert. 12,5 m hohe Stahlstützen mit 32 m auskragenden Dachbindern wurden aufgesetzt und mit GEWI®-Stäben \varnothing 40 mm verankert. Sechs GEWI®-Stäbe wurden in jedes Fundament verankert - davon vier in der Zugzone des Querschnitts und zwei im vorderen Teil. Dadurch werden mögliche Auftriebskräfte, die aus der Windbelastung über dem Dach entstehen, aufgenommen. Schließlich erfolgte die Wiederverlegung der alten Dachhaut.

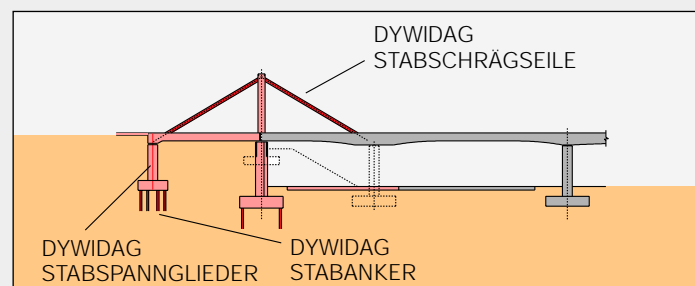


**16th Street-Brücke über
I-465, Indianapolis, USA**

Die Autobahn unter der vorhandenen Brücke mußte um zwei neue Fahrbahnen erweitert werden. Da die Brücke erst 10 Jahre alt war und sich in ausgezeichnetem Zustand befand, wurde beschlossen, das Tragsystem zu modifizieren. Dabei wurde der Endpfeiler bei den Fahrbahnen Richtung Süden mit einer Schrägseil-Tragkonstruktion ersetzt. Für dieses komplexe Projekt kamen verschiedene DYWIDAG-Systeme zum Einsatz. Der neue 2 m breite Querträger wurde mittels DYWIDAG-Stabspannglieder \varnothing 32 mm vorgespannt.

**+++ DSI Leistungen +++
Konzept, Vorschlag für Bauverfahren
und Ausführungsablauf, Lieferung von Stabspanngliedern
und Stabschrägseilen, Baustellenaufsicht.**

Die vertikale Vorspannung der Endabstützungen erfolgte mit DYWIDAG-Stabspanngliedern \varnothing 36 mm, die in einem Hohlraum verlegt wurden, um Verschiebungen in der Brückenlängsrichtung zu erlauben. Um die Fundamente der Endabstützungen gegen Abheben durch die Schrägseile zu sichern, wurden doppelt korrosionsgeschützte DYWIDAG-Verpreßanker \varnothing 36 mm verwendet. Die Schrägseile bestehen aus acht DYWIDAG-Stäben \varnothing 36 mm innerhalb einzelner Blechhüllrohre, die nach dem Vorspannen verpreßt wurden.



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung und Einbau von
GEWI®-Stäben.**

Stabspannglieder, Litzenspannglieder

Ertüchtigung von Brücken

Eine wesentliche Verstärkungsmaßnahme gegen Erdbeben bei Brücken besteht darin, den Verlust von Unterstützung bei Tragelementen zu vermeiden, der als Folge von großen relativen Verschiebungen zwischen Über- und Unterbau auftritt. Die Verstärkungsmaßnahmen dürfen allerdings die freie Bewegung des Bauwerks aus Temperaturschwankungen oder anderen Ursachen nicht behindern. Oft müssen die vorhandenen Auflagerbalken erweitert und verstärkt werden und der Überbau muß zum Unterbau abgespannt werden. Um die Standfestigkeit der Konstruktion zu optimieren, wurden Verstärkungsmaßnahmen mittels Spannglieder durchgeführt.



Elisian-Viadukt, Los Angeles, Kalifornien, USA

Die Brücke aus Stahlträgern gestützt von Beton-Auflagerbalken entsprach einem alten Konstruktionskonzept. Das neue Verstärkungsschema spezifizierte die umfangreiche Anwendung von Stabspanngliedern im ganzen Bauwerk. Die Breite der Auflagerbalken wurde durch zusätzlichen Beton an beiden Seiten vergrößert. DYWIDAG-Stäbe \varnothing 32 mm stellten den Verbund zwischen neuem und altem Beton her. Die Stabilität des Stahlträgers wurde durch spezielle Verteilungsträger erhöht, die an den Stegen der vorhandenen Stahlträgern an mehreren Stellen angeschraubt wurden. Die Verteilungsträger wurden in Paar angeordnet und mit einem externen aus DYWIDAG-Stäben \varnothing 32 mm bestehenden Zugglied verbunden.

Ertüchtigung gegen Erdbeben

Bauwerke müssen hohe horizontale und vertikale Beschleunigungen sowie dynamische Kräfte während Erdbeben aushalten. Hieraus ergeben sich spezielle Anforderungen an die Steifigkeit und Tragfähigkeit der Bauelemente sowie ihrer Verbindungen. Viele bestehende Bauwerke müssen verstärkt werden, um zukünftigen Erdbeben widerstehen zu können. Nach den Loma Prieta (1989) und Northridge (1994) Erdbeben waren allein in Kalifornien bei ca. 1.300 Beton- und Stahlbauten Verstärkungsmaßnahmen gegen Erdbebenkräfte erforderlich.

Altamount Sidehill-Viadukt, Nordkalifornien, USA

Dreizehn Auflagerbalken dieser 440 m langen Brücke wurden mit Zuggliedpaaren stabilisiert, die jede Seite der am Ende jedes Auflagerbalkens neu aufgesetzten Stahlkonstruktion mit einem neuen Ankerblock verbinden. Die Zugglieder bestehen aus DYWIDAG-Stäben \varnothing 36 mm in verzinkten Blechhüllrohren. Nachdem eine kleine Vorspannkraft an der Verankerung eingeleitet wurde, erfolgte das Verpressen der Zugglieder mit Zementmörtel.



+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-Stäben, Zubehör und Spanngerät.

Kreuzungsbauwerk der Autobahnen 10, 57, 210, Los Angeles County, Kalifornien, USA

Dieser sehr große aufgeständerte Brückenkomplex erforderte eine erhöhte Tragfähigkeit der Auflagerbalken, um den Anforderungen hinsichtlich Biegebeanspruchungen aus Erdbebenbelastungen gerecht zu werden. Neue vorgespannte Auflagerbalken wurden an jeder Seite der bestehenden Konstruktion angebracht und liefen bis über die Brückenenden hinaus. Sechzehn Spannglieder $15 \times 0,6''$ mit DYWIDAG-Mehrflächenverankerungen (MA) wurden eingebaut. Die oberen Spannglieder wurden paarweise durch Aussparungen, die in die Stege der vorhandenen Brückenträger gebohrt wurden, geführt. Große Kräfte und beschränkte Raumbedingungen bei einigen Auflagerbalken machten erstmalig den Einsatz von DYWIDAG-Litzenspanngliedern $37 \times 0,62''$ in Kalifornien erforderlich.



+++ DSI Leistungen +++
Lieferung, Einbau,
Spannen und Verpressen
von DYWIDAG
Litzenspanngliedern.

Cahuenga Boulevard-Unterführung, Los Angeles County, Kalifornien

Um seine Biegefestigkeit zu erhöhen, wurde am Ende des vorhandenen Auflagerbalkens ein auf einer neuen Stütze gelagerter $3,6$ m langer Betonblock errichtet. Vorgespannte Litzenspanngliedpaare, an jeder Seite des Auflagerbalkens angeordnet, stellten die Verbindung zwischen neuem Beton und den vorhandenen Hohlkastenträgern her. Ein großer Stahlverteilerbalken, der am Steg im Bereich der passiven Verankerung angebracht war, ermöglichte die gleichmäßige Verteilung der Vorspannkraft in das ganze Bauwerk.



+++ DSI Leistungen +++
Lieferung, Einbau,
Spannen und Verpressen
von DYWIDAG-
Litzenspanngliedern.

Stabspannglieder GEWI®-Pfähle

Ertüchtigung von Gebäuden

Mangelhafte Tragsysteme oder -elemente erfordern Verstärkungsmaßnahmen, um zukünftigen Erdbeben zu widerstehen. DYWIDAG-Stabspannglieder, mit ihren einfachen und zuverlässigen Verankerungs- und Kopplungssystemen, können zur Verstärkung solcher Bauwerke eingesetzt werden.



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Stäben, Zubehör und
Geräten.**

Rathaus der Stadt Oakland, Kalifornien, USA

Das historische Wahrzeichen in der Nähe der San Francisco-Bai wurde 1914 errichtet. Nach Beschädigungen infolge des Loma Prieta (1989) Erdbebens wurde das Gebäude, bestehend aus Stahlrahmen mit aussteifender Ausmauerung, vollständig instandgesetzt. Aufgrund der geringen Festigkeit der Konstruktion wurde das Konzept der seismischen Isolierung angewendet. Zu jener Zeit handelte es sich um das weltweit höchste Gebäude mit seismischer Isolierung.

Spezielle Erdbeben-Isolatoren wurden unter jede Stütze angeordnet. Die Fundamentoberfläche über den Isolatoren wurde durch Zusatz von neuem Beton um den Umfang eines jeden Fundamentes erzielt. Das Zusammenwirken zwischen altem und neuem Beton wurde mittels DYWIDAG-Stabspannglieder \varnothing 32 mm verbessert, die in der Querrichtung durch gebohrte Aussparungen geführt wurden.



Postamt, Glendale, Kalifornien, USA

Dieses historische, als Postamt benutzte Ziegelsteingebäude wurde 1995 vollständig instandgesetzt. Neue Beton-Wandscheiben wurden eingefügt, um die während eines Erdbebens auftretenden Kräfte zu übertragen. Zum Abstützen der Betonwände wurden doppelt korrosionsgeschützte GEWI®-Pfähle \varnothing 57 mm eingesetzt, die sowohl Druck- als auch Zugbelastungen aufnehmen können. Begrenzte räumliche Bedingungen während des Einbaus erforderten den Einsatz von kurzen, allen drei Meter gemufften Stäben.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von GEWI®-
Pfählen und Spanngerät.**



Parkhaus der Staatlichen Universität Kaliforniens, Kalifornien, USA

Das mit vorgespannten Fertigteilträgern geplante Parkhaus war noch im Bau, als sich das Northridge Erdbeben ereignete. Ein ähnlich konstruiertes Gebäude, das infolge desselben Erdbebens eingestürzt war, zeigte einen Mangel an Bewehrung in den Wandscheiben. Um die mangelhafte Stahlbewehrung auszugleichen, beschlossen die Konstrukteure, kurze DYWIDAG-Spannstäbe zu verwenden, die entlang der vorhandenen Wandscheiben in gebohrten Hohlräumen eingebaut wurden.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung, Einbau, Spannen
und Verpressen von
DYWIDAG-Spannstäben.**



Felsanker

Verstärkung von Staudämmen

Die Widerstandsfähigkeit von Staudämmen während Erdbeben kann wirtschaftlich durch den Einsatz von Felsankern verbessert werden. Eine große Zahl von Staudämmen ist bereits mit DYWIDAG-Litzenankern verstärkt worden.

Stewart Mountain-Staudamm, Arizona, USA

Die doppelt gekrümmte, dünnwandige, ca. 64m hohe Betonstaumauer wurde in den 20er Jahren gebaut. Verstärkungsmaßnahmen wurden erforderlich, um ein mögliches Einstürzen der Staudammmauer infolge eines starken Erdbebens zu vermeiden. Aufgrund der beim Bau des Staudammes nicht erkannten Bedeutung der Oberflächenbeschaffenheit für die Verbindung von erhärtetem und Frischbeton hatten sich aufgelockerte, horizontale Arbeitsfugen gebildet, die Verformungen und Oberflächenrisse zur Folge hatten. Das Problem wurde gelöst, indem zweiundsechzig DYWIDAG-Felsanker 22 x 0,62" zur Verstärkung der Staumauer eingesetzt wurden. Zusätzliche 22 Anker wurden im linken Widerlagerblock als Sicherung gegen das Abgleiten dieses Bereiches eingebaut. Da die Spezifikation verlangte, daß sich die voll vorgespannten Anker während eines Beobachtungszeitraumes von 100 Tagen im nicht injizierten Zustand befinden mußten, kam dem Korrosionsschutz der freien Länge extreme Bedeutung zu.

Der außergewöhnlich gute Korrosionsschutz sowie die guten Verbundqualitäten der epoxi-beschichteten FLO-BOND-Litze waren die ideale Lösung für die vorgegebenen Anforderungen.



**+++ DSI Leistungen +++
Planungsberatung,
Qualitätsmanagement,
Lieferung, Einbau und
Abnahmeprüfung der
DYWIDAG-Litzenanker.**



**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Felsankern, Abwickel-
käfigen und Spanngerät.**

Railroad Canyon-Staudamm, Canyon Lake, Kalifornien, USA

Der Staudamm besteht aus einer dünnwandigen, 32 m hohen Betonstaumauer, gestützt von Betonwiderlagerblöcken und Beton-Schergewichtsfügelmauern. Erdbebenspezialisten stellten fest, daß bei einem Erdbeben maximaler Stärke das Wasser möglicherweise über die Dammkrone laufen würde, was zum Einstürzen der Staumauer führen würde. Aus diesem Grunde wurden alle Widerlagerblöcke und Flügelmauern mit zusätzlichem Beton erhöht. Die Verbindung zwischen neuem und altem Beton wurde durch Felsanker verbessert, was auch zu einer erhöhten Stabilität des Bauwerks führte. Das Verstärkungsschema beinhaltete sechs DYWIDAG-Felsanker 27 x 0,6" und neun Felsanker 48 x 0,6" mit Längen bis zu 48 m. Epoxi-beschichtete FLO-FIL / FLO-BOND Litzen wurden wegen ihres guten Korrosionswiderstandes verwendet. Um nachträgliches Spannen und eine langfristige Bauwerksüberwachung zu ermöglichen, kamen spezielle Verankerungsplatten mit Außengewinde sowie Kraftmeßdosen zum Einsatz.

Verpreßanker, GEWI®-Pfähle

Ertüchtigung von Fundamenten

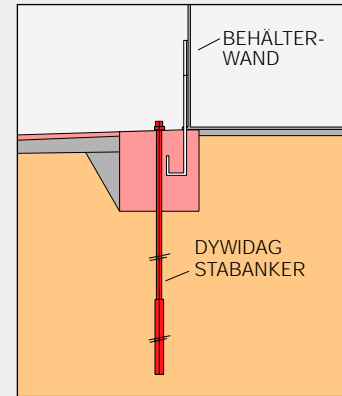
Verstärkungsmaßnahmen sind oft bei Bauwerken erforderlich, um die während starker Erdbeben auftretenden Belastungen aufzunehmen.

Zu diesem Zweck eignen sich DYWIDAG-Verpreßanker sowie GEWI®-Pfähle besonders, um die Standfestigkeit zu erhöhen und Verformungen im Fundamentbereich zu minimieren.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Stabankern.**

Stahl-Wasserbehälter, Contra Costa County, Kalifornien, USA

Der Inhalt des Behälters würde sich während eines Erdbebens hin und her bewegen, was zu dynamischem Abheben im Bereich der Fundamente führen würde. Um Schäden der Fundamente auszuschließen, wurden doppelt korrosionsgeschützte DYWIDAG-Stäbe $\varnothing 26,5$ mm und $\varnothing 32$ mm als Zuganker um den ganzen Behälterumfang eingebaut.



Turm für die Telekommunikation, Diepenbeek, Belgien

Das Ingenieurbüro wählte DYWIDAG-Stäbe $\varnothing 32$ mm zur Verstärkung der bestehenden Anker am Schafffuß des Stahlturmes. Da die Fundamentplatte des Turms auf Pfählen gegründet ist, war es möglich, die Ankerplatten der unteren Verankerung auf der Unterseite der Fundamentplatte zu montieren.



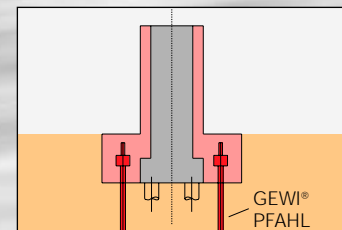
**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung, Einbau,
Spannen und Injizieren
der DYWIDAG-
Stabspannglieder.**



Britannia Secondary School, Vancouver, Britisch Columbia, Kanada

Das 70 Jahre alte Gebäude erforderte eine verbesserte, deutlich erhöhte Standfestigkeit, um den modernen Anforderungen für Erdbebensicherung gerecht zu werden. Zu diesem Zweck wählten die Ingenieure leistungsstarke doppelt korrosionsgeschützte GEWI®-Pfähle $\varnothing 57$ mm. Begrenzt durch die niedrigen Räume im Gebäude wurden die 15 m tiefen Bohrungen $\varnothing 140$ mm mit Hilfe einer hydraulischen Minibohrmaschine auf Raupen gebohrt. Die Anker waren in Abschnitten von 2,7 m bis 4 m gekoppelt. Trotz einer lichten Höhe von nur 2,7 m, Pfahlraster am Pfahlkopf von 0,6 m und Pfahlniegungen bis zu 40 Grad gegen die Vertikale traten bei dieser sehr flexiblen Einbaumethode keine Hindernisse auf.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung und Einbau von
GEWI®-Pfählen.**



Los Angeles River-Brücken, Long Beach, Kalifornien, USA

Um Schäden an den Fundamenten während eines Erdbebens zu vermeiden, wurde die Stützendicke und die Fundamentbreite erhöht. GEWI®-Pfähle $\varnothing 57$ mm wurden installiert, um die Tragfähigkeit der Konstruktion zu erhöhen.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung und Einbau von
GEWI®-Pfählen.**

Gewindestäbe

Verschieben mit hydraulischen Pressen

Einige Instandsetzungsprojekte erfordern den Abbruch und den Wiederaufbau von Bauwerksteilen. Eine sehr wirksame Methode, um das zu realisieren, besteht darin, das betroffene Bauwerksteil zu verschieben und es in seiner neuen Lage abzubauen. Das verursacht eine kurze Unterbrechung in dem Gebrauch der noch bestehenden Konstruktion und ermöglicht den zügigen Beginn der Bauarbeiten.

Ein weiteres wirtschaftliches Instandsetzungsverfahren sieht vor, die neue Konstruktion direkt neben derjenigen aufzubauen, die zerstört werden muß. Nach Abschluß der Abbruchoperationen, kann die neue Konstruktion in kurzer Zeit an ihre endgültige Position verschoben werden.

**+++ DSI Leistungen +++
Erarbeitung der Lösung,
Lieferung und Einbau der
Schiebeeinrichtung,
Ausführung.**

Schwimmhalle-Überdachung, Marseille, Frankreich

Bevor eine neue Überdachung der Schwimmhalle errichtet werden konnte, mußte das alte Dach entfernt werden. Das traditionelle in-situ Abbruchverfahren hätte sehr hohe Rüstungskosten sowie lange Aufbauzeiten verursacht. Die DSI-Alternative dazu war, das alte Dach von seinen Stützen zu trennen und es in 7m langen Abschnitten seitlich zu verschieben. Nachdem ein Dachsegment das Gebäudeende passiert hatte, wurde es abgebrochen. Das erwies sich als die schnellste und wirtschaftlichste Lösung.



(Foto: Studio Detaille, Marseille)

Marsh Mills-Viadukt, Plymouth, England

Aufgrund von ernstesten Betonschäden aus Alkali-Silikareaktion, mußte das ganze Bauwerk ersetzt werden. Die neue Konstruktion, eine neunfeldrige 410 m lange und 5.500 t schwere Fahrbahnplatte mit getrennten Fahrbahnen wurde mit DYWIDAG-Gewindestäben $\varnothing 36$ mm um 12,2 m seitlich verschoben. Das Verschiebungsverfahren wurde gewählt, weil es die Verkehrsbeeinträchtigung minimiert und bedeutend kostengünstiger als herkömmliche Methoden ist. Die neue Fahrbahn trug zuerst auf temporären Stützen ruhend den Verkehr. Nach dem Abbruch des alten Viadukts wurden acht



neue Betonpfeiler und zwei Widerlager gebaut, um die neue Fahrbahn abzustützen. Die Sperrung der Straße war auf ein Wochenende beschränkt - acht Stunden für das Verschieben, 24 Stunden für die Aushärtung des Mörtels an den Auflagern und die restliche Zeit zum Asphaltieren. Der Gleitweg wies eine Neigung von 2,85 % auf. Der Ausgleich zwischen Schiebe- und Ziehkräfte ergab eine kontrollierte Ziehkraft von bis 5.700 kN. Das Ziehen erfolgte schrittweise und ergab sich aus dem 600 mm Hub der Presse. Das ermöglichte eine Bewegungsgeschwindigkeit bis zu 1,8 m pro Stunde.

Heben/Verschieben von Bauwerken

Das Heben und Verschieben von Bauwerken kann innerhalb eines Instandsetzungsprojektes vorteilhaft angewendet werden:

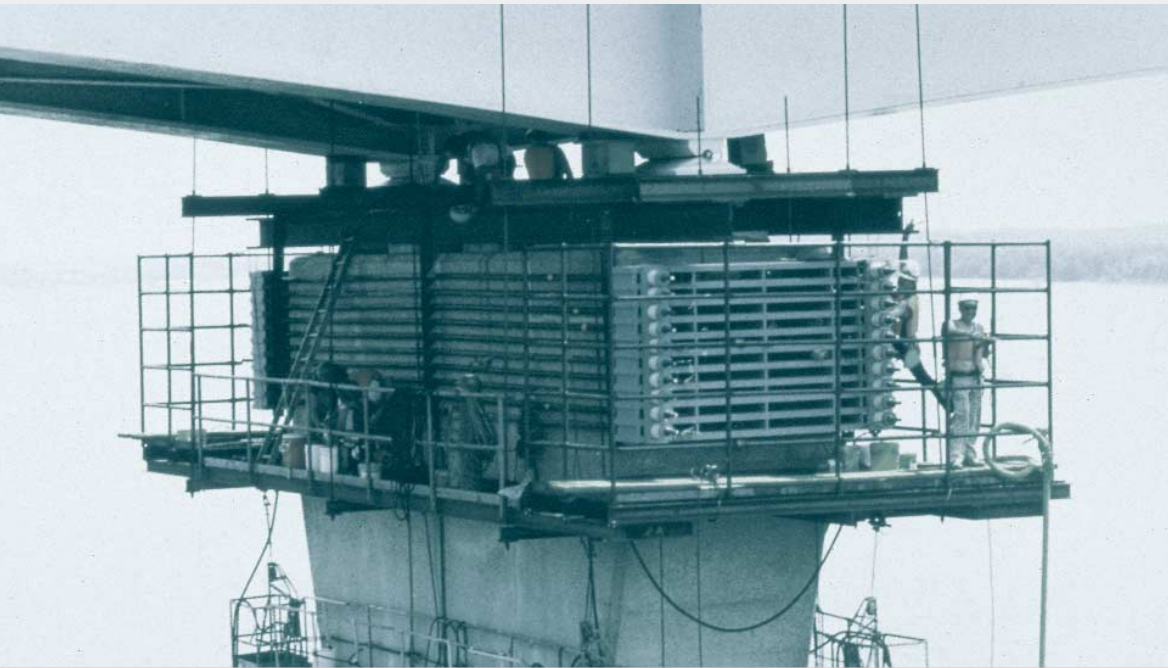
- Heben von Bauwerken als einfache Verstärkungsmaßnahme: die Umverteilung der Beanspruchungen in einem statisch unbestimmten Tragsystem wird durch aufgezwungene Deformationen (z.B. durch Heben eines Durchlaufträgers an einigen ihrer Auflagern) erreicht.
- Verschieben von Bauwerken oder von Bauwerksteilen mit Hilfe hydraulischer Pressen.

Die DYWIDAG-Gewindestäbe, mit ihren einfachen Verankerungs- und Kopplungssystemen, werden als Zuglieder zum Heben oder Verschieben von schweren und komplexen Konstruktionen eingesetzt. Auf Wunsch des Kunden kann die DSI sowohl die Lieferung des speziellen Gerätes als auch die technische Beratung anbieten.

**+++ DSI Leistungen +++
Lieferung von DYWIDAG-
Gewindestäben.**

DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL

Thomas Johnson-Brücke über den Fluß Patuxant, Maryland, USA.
Die gerissenen Pfeilerköpfe wurden mittels externer Vorspannung,
bestehend aus doppelt korrosionsgeschützten DYWIDAG-Stab-
spanngliedern, repariert.



QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEM



DGS-zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001 Reg.-Nr.1370

Gruppe und Hauptzentrale Europa:

**DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL GmbH**
Postfach 810268 · D-81902 München
Deutschland
Tel. + 49-89-9267-0
Fax + 49-89-9267-252
E-mail: dsihv@dywidag-systems.com

Deutschland
DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL GMBH

Niederlassung München
Benzstraße 7
82178 Puchheim
Tel. + 49-89-8095-0
Fax + 49-89-8095-160
E-Mail: dsimuennen@dywidag-systems.com

Niederlassung Berlin
Schützenstraße 45a
14641 Nauen
Tel. + 49-3321-4418-0
Fax + 49-3321-4418-18
E-Mail: dsiberlin@dywidag-systems.com

Niederlassung Dresden
Strehleener Straße 22
01069 Dresden
Tel. + 49-351-80714-0
Fax + 49-351-80714-15
E-Mail: dsidresden@dywidag-systems.com

Niederlassung Düsseldorf
Siemensring 88
47877 Willich
Tel. + 49-2154-94535-0
Fax + 49-2154-94535-3
E-Mail: dsiduesseldorf@dywidag-systems.com

Niederlassung Hannover
Hoher Holzweg 15
30966 Hemmingen
Tel. + 49-5101-9278-0
Fax + 49-5101-9278-78
E-Mail: dsihannover@dywidag-systems.com

Niederlassung Südwest
Allmandstraße 3
72622 Nürtingen
Tel. + 49-7022-95331-0
Fax + 49-7022-95331-31
E-Mail: dsisuedwest@dywidag-systems.com

Niederlassung Salzburg
Christophorusstraße 12
A-5061 Elisabethen, Salzburg
Tel. + 43-662-6257970
Fax + 43-662-628672
E-mail: dsi-a@dywidag.co.at

www.dywidag-systems.com