

## Nachträgliche Verstärkung von Brücken unter laufendem Verkehr

Der überwiegende Teil der Ingenieurbauwerke in Deutschland wurde in den 1960-1990er Jahren errichtet und ist heute demnach ca. 30 – 60 Jahre alt. Diese Bauwerke werden aktuellen Bemessungsanforderungen oft nicht mehr gerecht. Eine umwelt- und ressourcenschonende Alternative zum Abriss und Ersatzneubau stellt die Ertüchtigung dar. Dies lässt die Themenbereiche Instandsetzung und nachträgliche Verstärkung zu immer wichtiger werdenden Faktoren des Bauwesens werden. Mit der innovativen Verbundankerschraube RELAST® der Firma Würth können Ingenieurbauwerke wie Brücken nachträglich schnell und einfach unter laufendem Betrieb saniert werden.

Um den gestiegenen Belastungen Rechnung zu tragen, wurden die anzusetzenden Lasten auf Brücken im Vergleich zu früheren Normen deutlich erhöht. Hierdurch soll die Auslegung von Bauwerken auch für zukünftige Belastungssituationen und Entwicklungen gegeben sein. Aufgrund der geänderten Lasten und Berechnungsmodelle, mit denen Brücken heute dimensioniert werden, haben sich starke Tragfähigkeitsdefizite bei vielen bestehenden Brücken ergeben. Dies stellt uns vor die große Aufgabe der Ertüchtigung bestehender Brücken oder der Errichtung von Ersatzneubauten.

### RELAST® erhöht die Querkraft- und Durchstantragfähigkeit bei Brücken nachträglich schnell und einfach

Die Folgen von kosten- und zeitaufwendigen Sanierungen oder Neubauten sind Dauerbaustellen, Staus, Sperrungen, frustrierte Verkehrsteilnehmer und hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen. Herkömmliche Verstärkungsmaßnahmen sind oft mit einem großen Aufwand und hohen Kosten verbunden, da das zu verstärkende Bauteil in der Regel von der Unter- und Oberseite aus zugänglich sein muss. Aus diesem Grund besteht ein bedeutender Bedarf nach Verstärkungsmaßnahmen, die unter Aufrechterhaltung der Nutzung eingebaut werden können.

Mit RELAST® kann die Querkraft- und Durchstantragfähigkeit bei Brücken nachträglich schnell und einfach unter laufendem Betrieb erhöht werden. Hierdurch werden Sperrungen, Umleitungen und CO<sub>2</sub>-Emissionen effektiv vermieden. Zu den Vorteilen des Systems zählt die sofortige Belastbarkeit, die schnelle und einfache Installation sowie die Verwendung bei statischen, quasi-statischen und ermüdungsrelevanten Beanspruchungen. Seit Oktober 2019 besitzt die Würth Verbundankerschraube RELAST® eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung des DIBt (nachträglich verankerte Querkraftbewehrung Z-15.1-344, nachträglich verankerte Durchstanzbewehrung Z-15.1-345). Mit diesen Zulassungen ist die Bemessung mit RELAST® nach den aktuellen Normen geregelt. Die Bemessung lehnt sich sehr stark an die Stahlbetontheorie und damit den EC an. Eine moderne Softwarelösung unterstützt den Tragwerksplaner zusätzlich.

### RELAST® – das innovative Verstärkungssystem

Um Defizite an vorhandener Querkraft- und Durchstanzbewehrung in bestehenden Strukturen auszugleichen, braucht es innovative Verstärkungssysteme. Diese müssen nicht nur einen hohen Verstärkungsgrad bei einer geringen Anzahl von Verstärkungselementen aufweisen, sondern auch eine möglichst

schnelle und einfache Installation ermöglichen. Der Einsatz von eingeklebten Betonschrauben als nachträgliche Querkraft- und Durchstanzverstärkung erfüllt diese Erfordernisse. Neben der schnellen Installation und der sofortigen Belastbarkeit weisen Betonschrauben einen mechanischen Verbund der Schraube mit der Betonstruktur auf.

Die ursprünglich aus der Verankerungstechnik stammenden Betonschrauben wurden für diesen Einsatz optimiert, um den abgeänderten Anforderungen zu entsprechen. Um die Tragfähigkeit der Betonschrauben weiter zu erhöhen, wurden sogenannte Verbundankerschrauben entwickelt, bei denen ein Verbundmörtel vor dem Eindrehen der Schrauben in das Bohrloch injiziert wird. Damit wird der existierende Ringspalt zwischen Schraube und Beton verfüllt, was durch die größere Auflagefläche des Gewindes und den Klebeverbund zu größeren Traglasten führt.

Die RELAST® Verbundankerschrauben sind in der Lage, direkt nach der Montage Kräfte aufzunehmen. Zur Installation der Schrauben muss das Bauwerk nur von einer Seite aus zugänglich sein. Im Falle einer Brücke kann daher unter laufendem Verkehr von unten verstärkt werden. Der bestehende Fahrbelag sowie die Fahrbahnabdichtung bleiben erhalten.

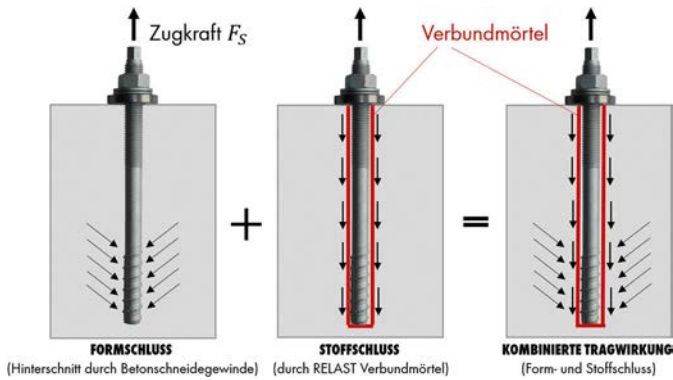
### Tragwirkung

Während Betonschrauben als Verankerungselement externe Lasten in die Struktur ableiten, werden beim Einsatz als nachträgliche Bewehrung interne Kräfte der bestehenden Struktur aufgenommen, welche schließlich abgeleitet werden müssen. Dementsprechend ist es erforderlich, dass nicht nur Kräfte an der Schraubenspitze über das Betonschneidengewinde aufgenommen werden, sondern diese am anderen Ende der Schraube auch wieder abgeleitet werden können. Hierzu wird bei RELAST® eine Druckverteilungsscheibe mit einer Keilsicherungsfederscheibe und eine Mutter am metrischen Gewinde der Schraube an der Außenseite des Tragwerks angeordnet (die sog. Rückverankerung). Über die Mutter an der Außenseite wird eine Vorspannung in der Schraube durch Anziehen mit einem definierten Anziehdrehmoment erzeugt. Der spezielle Verbundmörtel trägt hierbei signifikant zur Steigerung der Tragfähigkeit bei. Die einzelnen Bestandteile des Systems sind in Bild 1 dargestellt.

Das Tragverhalten der Verbundankerschraube beruht dabei auf den Effekten des Form- und des Stoffschlusses. Während bei Ersterem die Kräfte über den Hinterschnitt des Betonschneidengewindes vom Beton in die Schraube übertragen werden, findet die Lastübertragung beim Stoffschluss über Verbundkräfte statt, vgl. Bild 2. Die Kombination beider Tragprinzipien führt zu



Bild 1 Bestandteile von RELAST®



**Bild 2** Tragwirkung der RELAST® Verbundankerschraube

einer äußert zuverlässigen und robusten Verbindung, welche in der Lage ist, Kräfte direkt nach der Montage aufzunehmen.

### Nachträgliche Verstärkung der Brücke über den Werbellinkanal

Bei der Nachrechnung der Brücke über den Werbellinkanal in Eichhorst, Schorfheide wurden Defizite der Tragfähigkeit festgestellt, da die vorhandene Durchstanzbewehrung den erhöhten Anforderungen aktueller Normen nicht gerecht wird. Zur nachträglichen Verstärkung des Bauwerks wurden insgesamt 230 RELAST® Verbundankerschrauben der Firma Würth mit einem Durchmesser von 22 mm und einer Standardlänge von 1000 mm eingebaut. Nach dem Einbau bis zur geforderten Einbindetiefe der Schrauben wurde die Rückverankerung aufgebracht und das System mit Hilfe des Anziehdrehmoments akti-



**Bild 3** Verstärkung der Brücke über den Werbellinkanal unter laufendem Verkehr

viert. Die Montage der Schrauben wurde in kürzester Zeit mit Hilfe eines Brückeninspektionsfahrzeugs unterhalb der Brücke unter laufendem Verkehr vorgenommen. Hierdurch ließen sich umfangreiche Umfahungsstrecken effektiv vermeiden, welche sich in diesem Fall sowohl auf den Individualverkehr als auch auf den ÖPNV ausgewirkt hätten. Die nachträgliche Durchstanzverstärkung ermöglichte zusätzlich eine Redundanz im Falle eines Schiffsanpralls und die Brücke konnte als Umleitungsbauwerk für anstehende Baumaßnahmen vorbereitet werden. (Bild 3)



# RELAST – BAUWERKSVERSTÄRKUNG

Das zugelassene, nachhaltige und effiziente System zur nachträglichen Verstärkung von Brücken, Tunneln, Unterführungen, Parkhäusern und Gebäuden.



- Innovatives Verstärkungssystem mit bauaufsichtlicher Zulassung
- Schnelle Installation unter Aufrechterhaltung des Betriebs
- Erhebliche Steigerung der Querkraft- und Durchstanztragfähigkeit
- Deutliche Erweiterung der Nutzungsdauer des Bauwerks
- Verwendung für dynamisch (nicht-ruhend) belastete Tragwerke
- Sofortige Belastbarkeit
- Positiver Beitrag zur CO<sub>2</sub> Bilanz
- Minimierung wirtschaftlicher Schäden durch Vermeidung von Staus



[www.wuerth.de/relast](http://www.wuerth.de/relast)  
[relast@wuerth.com](mailto:relast@wuerth.com)



**Bild 4** Sanierung der Brücke von der Unterseite unter laufendem Verkehr

### Nachträgliche Verstärkung einer Autobahnbrücke, Lindau A96 Amerikaweg

Bei der Nachrechnung der Autobahnbrücke stellte man eine unzureichende Querkraftbewehrung fest. Damit die Brücke den aktuellen und deutlich restriktiveren Normen gerecht wird, hat man diese entsprechend bemessen und bei laufendem Verkehr mit RELAST® Verbundankerschrauben verstärkt. Hierzu wurden 160 Schrauben mit einem Durchmesser von 22 mm wiederum von unten installiert. Vier verschiedene Längen stellten sicher, dass der vom Ingenieurbüro geplante Einbauzustand exakt erzielt wurde und der Überstand der Schrauben im Licht-

raumprofil unterhalb der Brücke so gering wie möglich ausfällt. Während der Dauer der Verstärkungsarbeiten war der Verkehr der untergeordneten Straße unter der Brücke mit Hilfe einer Ampelschaltung geregelt. Der Verkehr auf der Oberseite der Brücke (Autobahn A96) konnte ohne Einschränkungen aufrechterhalten werden. Die komplette Sanierungsmaßnahme hat lediglich vier Tag in Anspruch genommen. (Bild 4)

### Fazit

Wie zahlreiche realisierte Projekte zeigen, liegt der große Vorteil der nachträglichen Verstärkung mit RELAST® Verbundankerschrauben in der schnellen, einfachen Installation, dem für den Tragwerkplaner gewohnten Bemessungsmodell und der sofortigen Belastbarkeit der Schrauben. Da die Montage der Schrauben von nur einer Seite aus erfolgen kann, kann der Betrieb des Bauwerks aufrechterhalten werden. Fahrbahnverengungen, Umfahrungen und Staus werden effektiv vermieden, CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie zusätzliche Kosten durch die Erneuerung der Abdichtung und des Fahrbahnbelags werden eingespart. Effektiv sind auch die deutlichen Traglaststeigerungen; im Bereich der Querkrafttragfähigkeit bis zu 100% und der Durchstanztragfähigkeit bis zu 40%. Das innovative Sanierungssystem RELAST® der Firma Würth ermöglicht eine schnelle, dauerhafte sowie ressourcenschonende Möglichkeit der effektiven und wirtschaftlichen Ertüchtigung von Ingenieurbauwerken.

*Fabian Strobl und Christian Keitzl, Adolf Würth GmbH & Co. KG*

[www.wuerth.de/RELAST](http://www.wuerth.de/RELAST)