B.T. innovation GmbH, 39116 Magdeburg, Deutschland

Erhöhung der Querkrafttragfähigkeit von Kopfbolzenhülsenankern im Betonbau um bis zu 60 %

Verankerungspunkte in Beton erfahren in der Regel Zug- als auch Querlasten. Bei Querlasten spielen die Randabstände eine besondere Rolle. Ziel jeder Planung ist es, möglichst hohe Kräfte über die Verankerungsstelle in den Beton einzuleiten. Bei allen Ankerlösungen wird die anliegende Querkraft über die Hülse in den Beton eingeleitet. Ausgehend von der Lasteinleitungsposition bricht der Beton bevorzugt mit einem klassischen 60°-Betonausbruchkegel. Ein neuartiger Querkraftanker, der BT Q-Anker ermöglicht über seine Geometrie eine sehr effiziente Ausnutzung des Betons mit experimentell bestimmten Laststeigerungen um bis zu 60 %.

Versagensarten und Ableitung einer neuen Ankergeometrie

In der Regel gilt es für Verankerungen, eine Interaktion aus Zug- und Querkräften zu berücksichtigen, die idealerweise über den Anker bzw. den Beton aufgenommen werden.

Bei einer Überlast sind für Hülsenanker eine Reihe von Versagensmöglichkeiten bekannt. Neben dem eher selten auftretenden Stahlversagen des Befestigungsmittels und dem Stahlversagen der Schraube mit oder ohne Hebelarm, stellt das Herausziehen des Befestigungsmittels aus dem Beton ein wichtiges Versagenskriterium dar. Die Versagensbilder spiegeln sich in kegelförmigen Betonausbruchkegeln, Spaltung des Betons oder lokalen Betonausbrüchen wider. Bei einem Betonkantenbruch ist die Größe der Schnittfläche des ausgebrochenen Betons maßgebend für die aufzuwendenden Kräfte. Der Ansatz bestand darin, eine Vergrößerung dieser Schnittfläche zu erreichen und dadurch die benötigten Versagenskräfte zu steigern.

Aus Abb. 1.a ist das Tragverhalten eines Seiles ersichtlich. Die Last, in diesem Fall das Eigengewicht der Schraube, wird durch das Seil auf Zug nach oben zurückgehängt, wobei der untere Teil des Seiles auf Druck ausfällt. Dieses grundlegende Wirkprinzip der Seilstatik wurde auf einen Kopfbolzenhülsen-

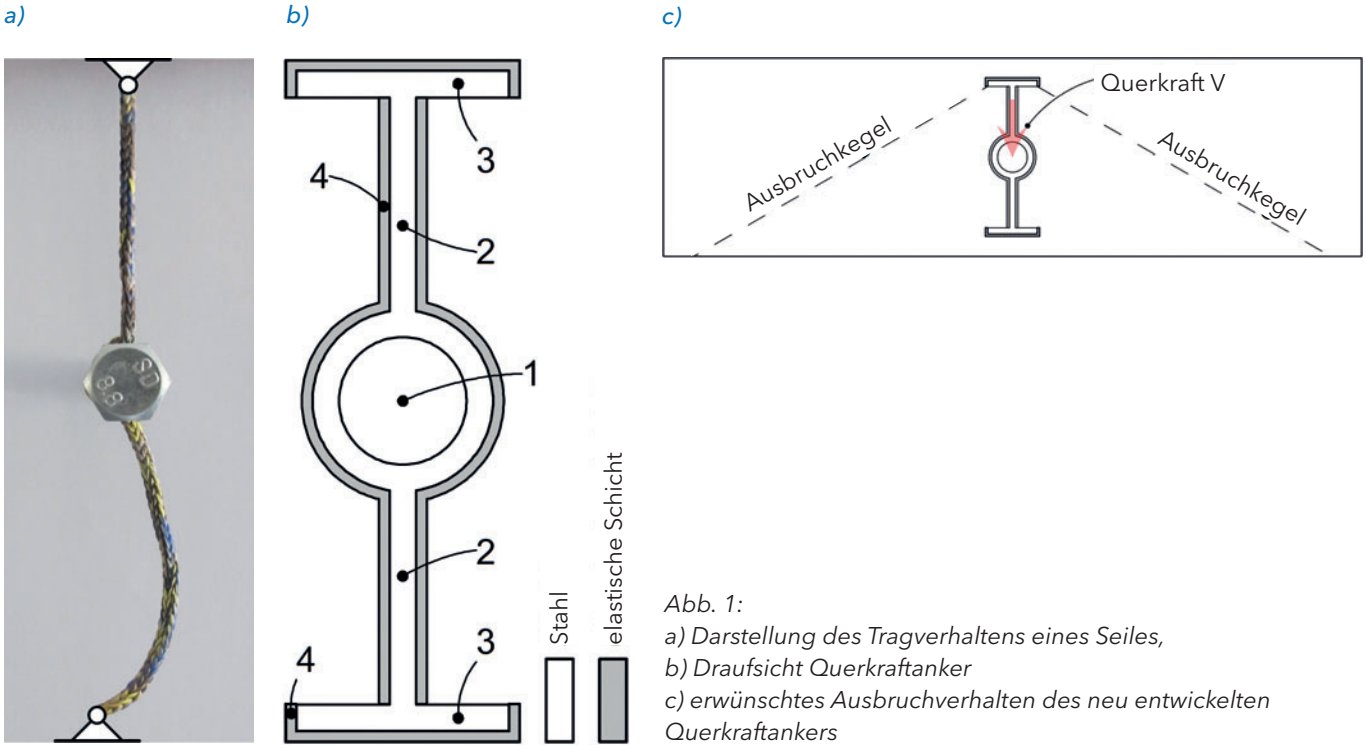


Abb. 1:
a) Darstellung des Tragverhaltens eines Seiles,
b) Draufsicht Querkraftanker
c) erwünschtes Ausbruchverhalten des neu entwickelten Querkraftankers

Abb. 2: Prototyp eines neu entwickelten, händisch gefertigten BT Q-Ankers vor der Betonage. Der Prüfkörper war 16 cm dick und der Anker mittig in Beton eingebunden. Die sichtbare Bewehrung wurde mit eingearbeitet, um ein Biegeversagen des Prüfkörpers zu vermeiden.

anker innerhalb eines Betonkörpers übertragen (Abb. 1.c). Dieser Anker besteht aus einer Einschraubhülse (1), an der Stege (2) mit Lasteinleitungselementen (3) angeordnet sind. Dabei wurden alle Bereiche, die bei einer Krafteinwirkung keine Druckkraft in den Beton übertragen sollen mit einer elastischen Schicht (4) versehen. Funktioniert dieses Wirkprinzip, ermöglicht der Anker dünnwandigeres Bauen und minimiert infolgedessen den Rohstoffeinsatz, Transportkosten usw.

Experimente und Auswertungen

Im Rahmen der Entwicklung des Ankers wurde eine Vielzahl an Prototypen händisch gefertigt. Im Folgenden werden Versuche, die mit den größten Ankern, mit M24-Gewinde, durchgeführt worden sind, beschrieben. Zur experimentellen Untersuchung der Anker wurden die Prototypen in 16 cm dicke Betonkörper mittig einbetoniert (Abb. 2). Die Prüfkörper selbst waren seitlich und unten bewehrt, um bei Lasteinleitung Biegerisse in den Prüfkörpern zu unterbinden. Der Beton in direkter Umgebung der Anker war stets unbewehrt.

Bei der beispielsweise in Abb. 3 dargestellten Prüfanordnung wird eine Querkraft V in 90° zur Bauteillängsachse über eine Zuglasche in einen Betonkörper eingeleitet. Ausgehend von dem Kopfbolzenhülsenanker bildete sich ein Ausbruchkegel aus. Dabei beträgt der Winkel der Lastausbreitung in Kraftrichtung ca. 60°. Bei den neu entwickelten Ankern konnte die Last durch die elastische Schicht und entsprechende Lasteinleitungsflächen, entgegen ihrer Wirkrichtung, zurückgehängt werden. Somit ist es geometrisch möglich, einen größeren Ausbruchkegel zu generieren und höhere Lasten in das Bauteil einzuleiten.

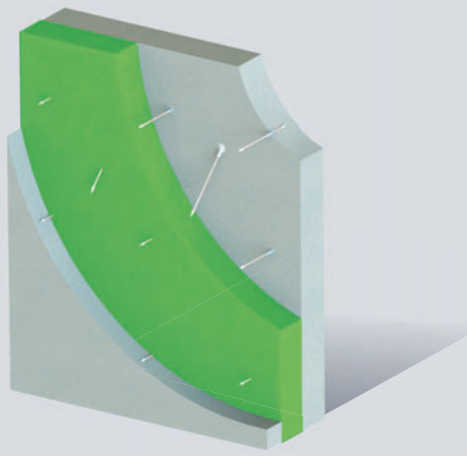
Im Folgenden werden die Versuche, die an einigen Ankertypen mit M24-Gewinde durchgeführt worden sind, beschrieben und ausgewertet. Als Referenz wurden bei jeder Prüfserie kommerziell erhältliche und als Dauerbefestigung zugelassene Anker mit einbetoniert und unter gleichen Bedingungen gelagert und geprüft, sodass stets aussagekräftige Werte innerhalb einer Prüfserie vorlagen. Die Prüfkörper wurden in eine eigens angefertigte Prüfmaschine eingespannt und die Kraft in Abhängigkeit des Wegs bestimmt. Bestimmt wurden die maximalen Versagenswerte.

für schnelleres Bauen

BT innovation

Building Information Modelling (BIM)

ThermoPin® in PLANBAR integriert



→ Automatisches Einzeichnen von ThermoPins in der **PLANBAR**-Software von *Nemetschek* - für Sandwichwände und kerngedämmte Doppelwände mit und ohne freihängender Vorsatzschale

→ Manuelles verschieben von ThermoPins

→ Inkl. Kollisionskontrolle

→ Automatische Mengenermittlung

B.T. innovation GmbH
T: +49 391 7352 0
E-Mail: info@bt-innovation.de

www.bt-innovation.de

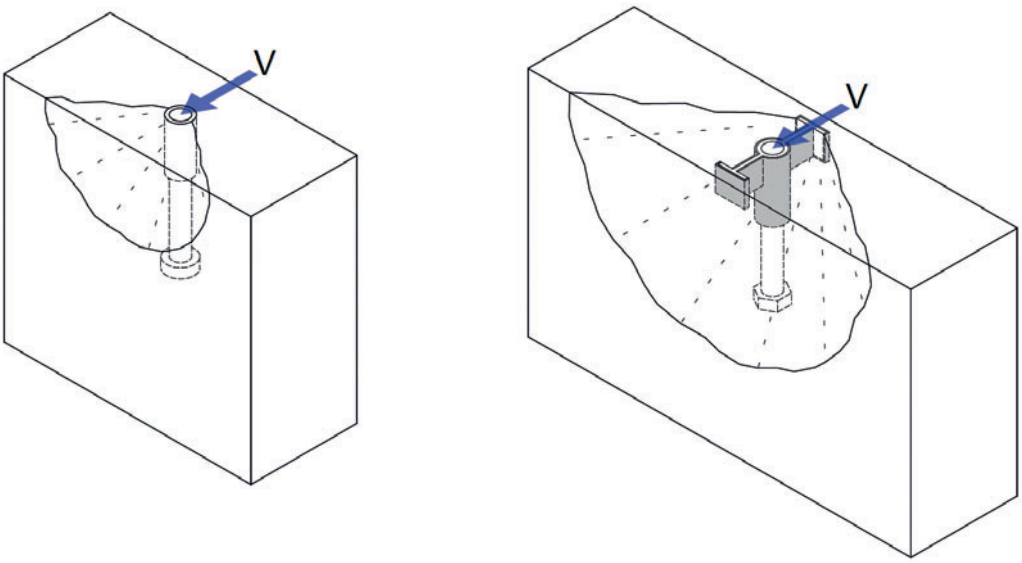


Abb. 3: Gegenüberstellung der experimentell bestimmten Ausbruchkegel von zugelassenen Kopfbolzenhülsenankern und von einem der neu entwickelten „beflügelten" Kopfbolzenhülsenanker bei einer Lasteinleitung V in 90° zur Bauteilachse. Der Betonausbruchkegel und damit die Querschnittsfläche ist bei dem neu entwickelten Anker deutlich größer.

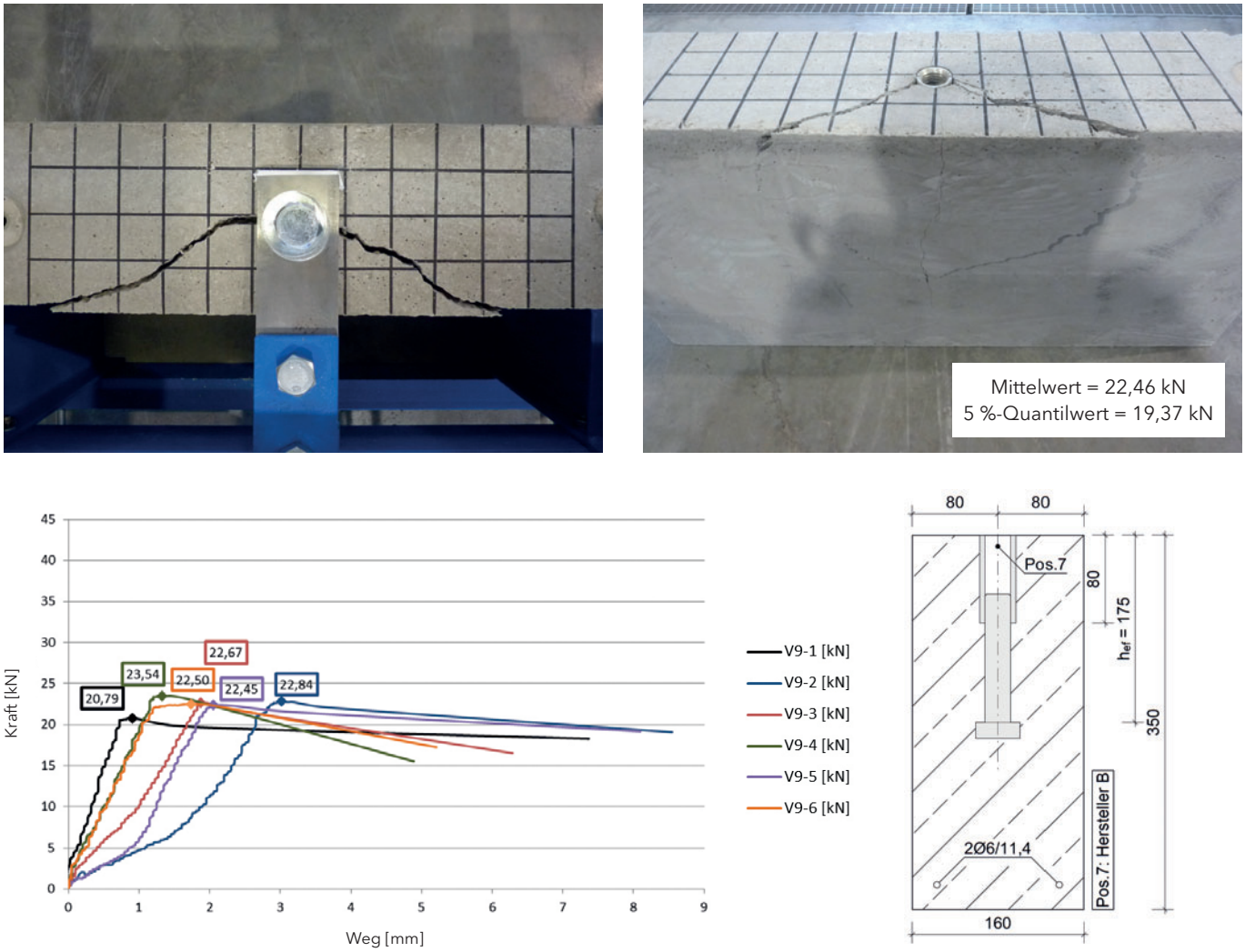
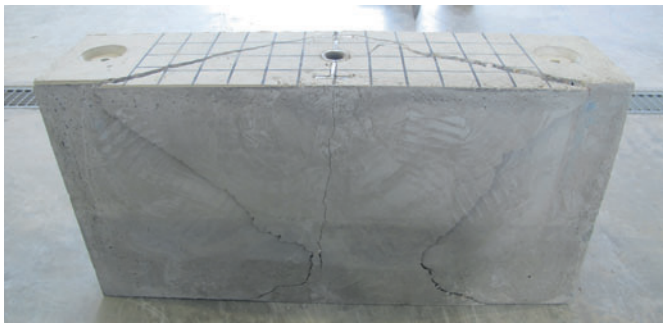
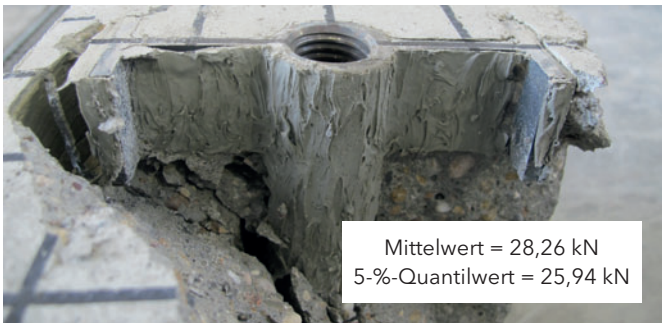
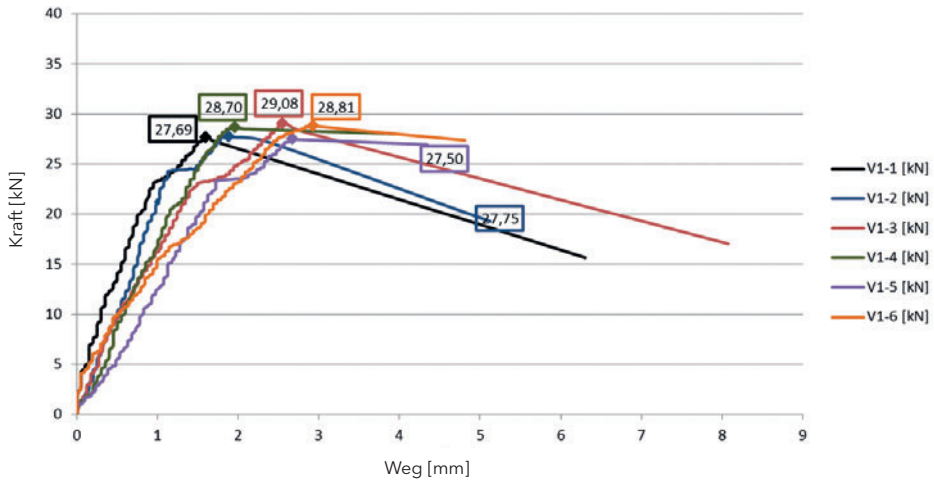


Abb. 4: Prüfung eines kommerziell erhältlichen Kopfbolzenhülsenankers. Der Mittelwert der Versagenslast der Prüfköper wurde bei der gegebenen Geometrie mit 22,46 kN und der 5-%-Quantilwert mit 19,37 kN experimentell bestimmt.







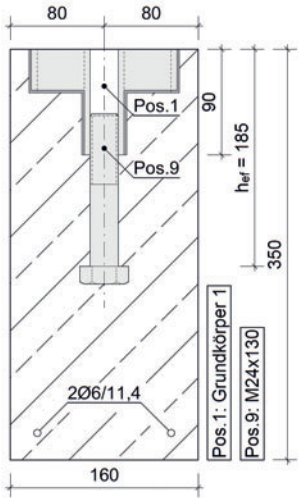


Abb. 5: Prüfung eines „beflügelten" Kopfbolzenhülsenankers mit Lasteinleitungsflächen, die oben an der zentralen Hülse angeschweißt sind. Der Mittelwert der Versagenslast der Prüfköper wurde bei der gegebenen Geometrie mit 28,26 kN und der 5-%-Quantilwert mit 25,94 kN experimentell bestimmt.

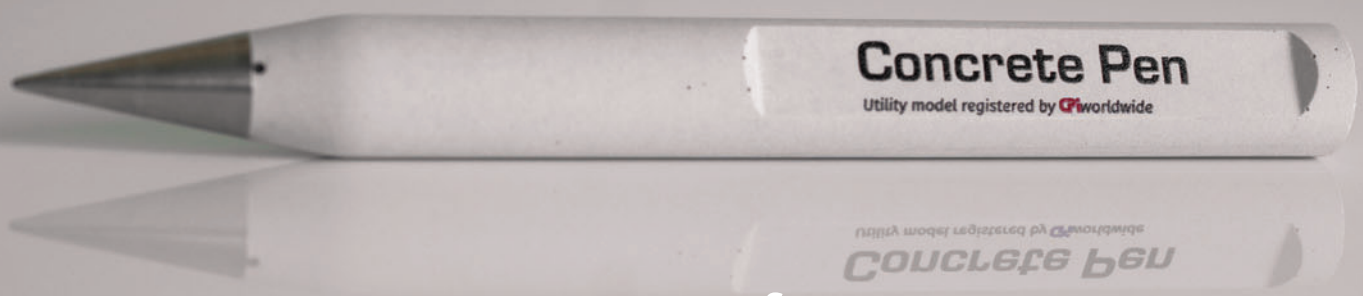
Die kommerziell erhältlichen Kopfbolzenhülsenanker zeigten stets das erwartete Versagensbild mit einem 60°-Betonausbruchkegel. Das Versagen stellte sich bei einem Mittelwert von 22,46 kN bei einer Standardabweichung von 0,91 kN ein. Die Werte liegen nah beieinander. Der 5-%-Quantilwert beträgt 19,37 kN (Abb. 4).

Eine Variante der neu entwickelten Kopfbolzenhülsenanker weist oben an der Hülse zwei Stege auf, an die rechteckige Platten, insgesamt als „Flügel" bezeichnet, aufgeschweißt sind (Abb 5). Auch diese Anker wurden auf Querkraft belastet und zeigten das erhoffte Ergebnis mit einem deutlich vergößerten Betonausbruchkegel. Das Betonversagen stellte sich bei

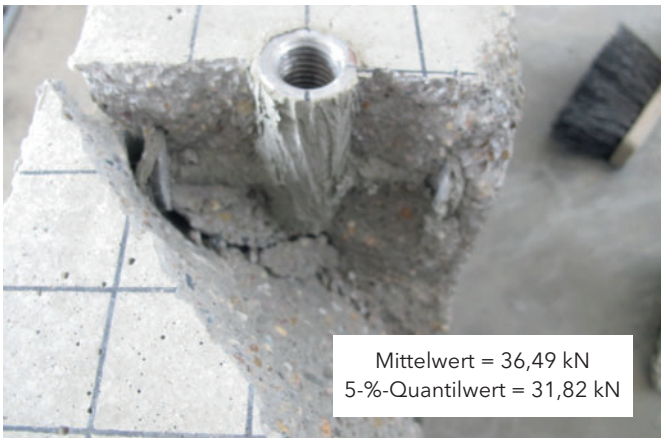
Entdecke den neuen Concrete Pen!

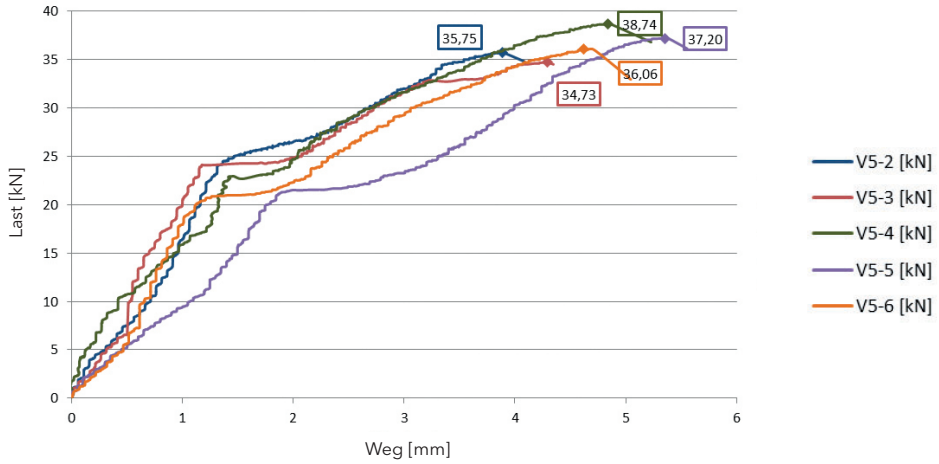
Concrete Pen
Utility model registered by CPi worldwide

» Neues Design
» Neue Oberflächenqualität
» Personalisierung jetzt im präzisen Farbdruck möglich



www.concretepenfactory.com





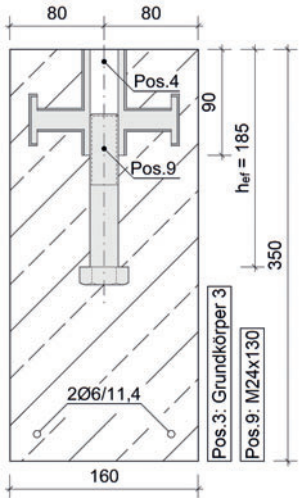


Abb. 6: Prüfung eines „beflügelten" Kopfbolzenhülsenankers mit Lasteinleitungsflächen, die unten an der zentralen Hülse angeschweißt sind. Der Mittelwert der Versagenslast der Prüfköper wurde bei der gegebenen Geometrie mit 36,49 kN und der 5-%-Quantilwert mit 31,82 kN experimentell bestimmt.

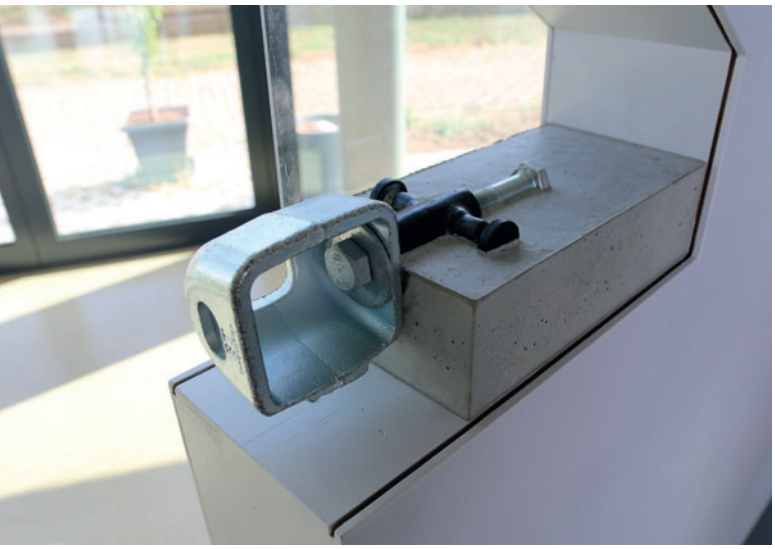


Abb. 7: Der neue BT Q-Anker passt sehr gut zum BT-Spannschloss®.

Abb. 8: Ausführungsgrößen des BT Q-Ankers – M12, M16, M20, M24

einem Mittelwert von 28,94 kN bei einer geringen Standardabweichung von 0,70 kN ein. Die Werte streuen geringfügig und liegen nah beieinander. Der 5-%-Quantilwert beträgt 25,94 kN. Im Vergleich der 5-%-Quantilwerte zeigt dieser Ankertyp bereits eine beachtliche Laststeigerung von etwa 30 %.

In weiteren Versuchen wurden Anker mit tief an der Hülse angeschweißten Rückverankerungspunkten einbetoniert und getestet (Abb. 6). Auch diese Anker wurden auf Querkraft belastet und zeigten ein Schadensbild mit noch weiter vergrößertem Betonausbruchkegel. Das Betonversagen stellte sich bei einem Mittelwert von 36,49 kN bei einer Standardabweichung von 1,53 kN ein. Die Werte streuen mehr als die Werte der zuvor beschriebenen Kopfbolzenhülsenanker, liegen aber immer noch recht nah beieinander. Der 5-%-Quantilwert beträgt 31,28 kN. Im Vergleich der 5-%-Quantilwerte zeigt dieser Ankertyp bereits eine enorme Laststeigerung von über 60 % im Vergleich zu den kommerziell erhältlichen Dauerbefestigungsmitteln.

Ausblick

Das Produkt wurde im Rahmen eines koopertaiven Forschungsprojekts der B.T. innovation GmbH mit dem IAB Weimar entwickelt. Nach dem Abschluss der Produktentwicklung wird der BT Q-Anker derzeit in ein Serienprodukt überführt und befindet sich im Zulassunsgprozess, sodass die Firma B.T. innovation GmbH im Jahr 2020 mit einem fertigen Produkt auf den Markt kommen möchte.

WEITERE INFORMATIONEN

B.T. innovation GmbH
Sudenburger Wuhne 60, 39116 Magdeburg, Deutschland
T +49 391 73520, F +49 391 735252
info@bt-innovation.de, www.bt-innovation.de

IAB Weimar gGmbH
Über der Nonnenwiese 1
99428 Weimar, Deutschland
kontakt@iab-weimar.de
www.iab-weimar.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

MADE IN JAPAN
Fertigteilschalungen & Zubehör
- 53 Jahre Erfahrung
- Export in 20 Länder
- auf Knopfdruck schrumpfender innerer Schalungskern
- Individuelle Sonderanfertigungen
- Wasserdicht

TOYOTA FORMS
Molds for Precast Concrete

Vertretung in Deutschland und Österreich:
ROBUSTA-GAUKEL GMBH&CO.KG
Brunnenstr. 36 | 71263 Weil der Stadt
Tel.: +49 (0)7033 5371 10 | Fax: +49 (0)7033 5371 31
info@robusta-gaukel.com | www.robusta-gaukel.de

TOYOTA KOHKI CO., LTD. | Tel.: +81 42(366)6011 | info@toyotaforms.com | www.toyotaforms.com