

Innovative Bemessungsmethode optimiert Planung von Gruppenbefestigungen

Nicht-lineares Federmodell für die realitätsnahe Bemessung von Verankerungen in Beton

In einem neuen Whitepaper präsentiert der Befestigungsspezialist fischer aktuell eine innovative Bemessungsmethode: Mit dem nicht-linearen Federmodell lässt sich der Widerstand einer Dübelgruppe unter Berücksichtigung der Ankerplattengeometrien und Ankeranordnungen sowie der vorhandenen Steifigkeit der Ankerplatten und einzelnen Dübel realitätsnah berechnen.

fischerwerke GmbH & Co. KG
Unternehmenskommunikation

Klaus-Fischer-Straße 1
72178 Waldachtal

Das nicht-lineare Federmodell setzt dort an, wo aktuelle Normen und Richtlinien bei der Bemessung von zugbeanspruchten Befestigungen in Beton auf Basis des Concrete Capacity-Verfahrens (CC-Verfahren) an ihre Grenzen stoßen. Einschränkungen zur Anwendung der Konzepte liegen beispielsweise bei den Ankerplattengeometrien vor. So decken die europäische Norm EN 1992-4 und ihr amerikanisches Pendant ACI 318 nur rechteckige Dübelanordnungen für bis zu neun Dübel mit maximal 3x3-Konfiguration ab. Zudem wird in den Vorschriften eine ausreichend steife Ankerplatte gefordert. Dies ist Voraussetzung, um mit dem Ansatz einer linearen Dehnungsverteilung die interne Kraftverteilung einer Dübelgruppe zu ermitteln, wobei zusätzlich Hebelkräfte

berücksichtigt werden. Zur Bestimmung der steifen Ankerplatte fehlen jedoch Definitionen und Regelungen in den Vorschriften.

In der Baupraxis weichen die Anforderungen und jeweils passenden Befestigungslösungen oft von der Bemessung ab, welche die aktuellen Vorschriften abdecken. Ein möglicher Problemlöser ist das nicht-lineare Federmodell, mit dem sich das gesamte nicht-lineare Verhalten von Befestigungen berücksichtigen lässt. Die neue Berechnungsmethode ermöglicht, Verformungen und Spannungen in Ankerplatten unter Kraffteinfluss zu berechnen. Zugleich lässt sich die Lastverteilung beziehungsweise -umlagerung zwischen den einzelnen Ankern innerhalb einer Gruppe bestimmen. Die Überprüfung einer ausreichenden Ankerplattensteifigkeit ist nicht mehr nötig. Denn das Modell ermittelt automatisch den Widerstand der Gruppe unter Berücksichtigung der vorhandenen Ankerplatten- und Dübelsteifigkeit.

Mit dem performancebasierten (verschiebungsbasierten) Konzept werden somit zusätzlich zu den übertragbaren Kräften Verschiebungen und Verformungen bei einer Verankerung unter Kraffteinfluss in die Berechnung mit einbezogen. Bemessungsregeln in Bezug auf Dübelkonfiguration, Ankerplattendicke sowie Belastung werden bei der Methode realitätsnah berücksichtigt. Im Ergebnis wird mit dem Federmodell eine bessere Beurteilung des Gesamtsystems erzielt, als wenn sich die Berechnungen nur auf die Tragfähigkeiten beziehen.

Ausgangspunkt ist die Annahme, dass innerhalb einer Gruppenbefestigung die Zugkräfte von den Befestigungsmitteln aufgenommen werden, während die Druckkräfte direkt durch das Anbauteil in den Beton eingeleitet werden. Zur Bemessung wird der Federmodellansatz mit der FEM (Finite-Elemente-

Methode) kombiniert. Die Ankerplatte und das angeschlossene Profil werden in finite Elemente unterteilt. Zug- beziehungsweise Druckfedern dienen zur Modellierung der Befestigungspunkte und des Ankerplattenkontakts mit dem Beton. Die Berechnung erfolgt durch die Verwendung der FEM. Dabei wird die Systematik projizierter Flächen auf Einzeldübel einer Gruppe angewendet und ihr individueller Einzelwiderstand betrachtet. Berücksichtigt wird dabei auch der Einfluss des Bauteilrandes und der benachbarten Befestigungen. Um eine genaue Kraftverteilung zwischen den Ankern der Gruppe sowie Verformungen der Ankerplatte zu berücksichtigen, wird eine verschiebungskontrollierte nicht-lineare Analyse durchgeführt. Ergebnis ist der realitätsnah berechnete Widerstand der Gruppenbefestigung in Form einer Last-Verformungskurve. Der nicht-lineare Federmodellansatz wurde im Rahmen der Dissertation von Boglárka Bokor an der Universität Stuttgart entwickelt und verifiziert (erscheint 2021), die bei der Unternehmensgruppe fischer als Senior-Expertin im Kompetenzteam Technologietransfer und Gremienarbeit arbeitet.

Auf der fischer Website steht das Whitepaper „Federmodelle für die realitätsnahe Bemessung von Verankerungen in Beton“ zum Download bereit: <https://www.fischer.de/de-de/service/federmodell>. Darin erfahren Planer und Statiker Näheres zu dem neuen Ansatz. Anhand von Modellen und Beispielen wird verdeutlicht, wie sich die innovative Bemessungsmethode anwenden lässt. Betrachtet werden die Unterschiede zwischen dem linearen und nicht-linearen Federmodell sowie dem CC-Verfahren, in Hinblick auf die Möglichkeiten und Grenzen der Ansätze bei der Bemessung von zugbeanspruchten Befestigungen in Beton.

Bildunterschriften:

Bild 1

Das nicht-lineare Federmodell, das fischer in einem neuen Whitepaper vorstellt, steigert die Präzision, Sicherheit, Flexibilität und Effizienz und behebt die wesentlichen Einschränkungen der aktuellen Normen bei der Bemessung von Verankerungen in Beton.

Bild: fischer

Bild 2

Ob bei Brückenbauwerken, riesigen Fabrik- und Bürogebäuden oder in Fußballstadien – Verankerungen in Beton sorgen rund um den Globus für Sicherheit und Stabilität bei Tragwerkskonstruktionen aller Art. Umso bedeutender sind praxistaugliche Verfahren, wie das nicht-lineare Federmodell, für den realitätsnahen Nachweis von ausreichend steifen Ankerplatten.

Bild: angelword / 123 rf

Bild 3

In diesem Beispiel werden die Ankerplatte und das angeschlossene Profil in ein FE-Netz überführt, die Befestigungen sowie der Kontakt durch Federn modelliert und das Ganze innerhalb einer FE-Berechnung vereinigt.

Bild: fischer

Bild 4

Im nicht-linearen Federmodell wird die Last-Verschiebungskurve eines Einzeldübel idealisiert. Die Dübelkennlinie ist dabei in der Maximallast und der maximalen Verschiebung begrenzt.

Bild: fischer

Bild 5

Beim nicht-linearen Federmodell wird die Systematik projizierter Flächen auf Einzeldübel einer Gruppe angewendet. Die bekannten Korrekturfaktoren des CC-Verfahrens sind dabei grundsätzlich nicht erforderlich.

Bild: fischer

Bild 6

Das nicht-lineare Federmodell wurde anhand zahlreicher Ausziehversuche mit Gruppenbefestigungen in Beton im Rahmen der Dissertation von Boglárka Bokor an der Universität Stuttgart verifiziert.

Bild: fischer

Bild 7

Modellierung einer 4er-Dübelgruppe bei exzentrischer Belastung.

Bild: fischer

Bild 8

Einfluss der Ankerplattendicke auf den charakteristischen Widerstand bei einer exzentrischen Bemessungssituation nach dem nicht-linearen Federmodell-Ansatz sowie nach CC-Verfahren.

Bild: fischer

Unternehmensgruppe fischer

Die Unternehmensgruppe fischer mit Sitz in Waldachtal, Nordschwarzwald, hat 2019 mit weltweit rund 5.200 Mitarbeitern einen Umsatz von 887 Millionen Euro erzielt. Das Familienunternehmen ist mit 50 Gesellschaften in 38 Ländern vertreten und exportiert in über 100 Länder. Es umfasst die fünf Unternehmensbereiche fischer Befestigungssysteme, fischer automotive, fischertechnik, fischer Consulting und LNT Automation.

fischer Befestigungssysteme besitzt die technologische Marktführerschaft in wichtigen Feldern der Befestigungstechnik. Für ein breites Spektrum an Kunden, vom Heimwerker über den Handwerker bis zum Key-Account-Partner, bietet fischer Produkte in technischer Perfektion.

fischer automotive fertigt hochwertige Innenraumkomponenten für Fahrzeuge. Das Unternehmen besitzt eine hohe Kompetenz in der Kunststoffverarbeitung und ist ein wichtiger Partner der Automobilindustrie. Das Produktspektrum umfasst Luftausströmer, Getränkehalter, Ablagefächer und Multifunktionskomponenten.

fischertechnik ist mit seinen Konstruktionsbaukästen sowohl im Spielwarenbereich als auch im Bildungsbereich aktiv. Als einer der letzten Spielwarenanbieter entwickelt und fertigt fischertechnik ausschließlich in Deutschland.

Die fischer Consulting ist eine international tätige Unternehmensberatung. Sie betreut seit über 15 Jahren Unternehmen aus den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Industriegüter, Zulieferer und Bau. Die Aktivitäten der fischer Consulting basieren auf dem großen Erfahrungsschatz der Kunden und der Unternehmensgruppe fischer.

LNT Automation entwickelt und fertigt kundenspezifische Elektroniklösungen. Außerdem befasst sich das Unternehmen mit der Entwicklung, der Herstellung und dem Vertrieb von kundenspezifischen und kapazitiven Touchsystemen wie Multitouch-Lösungen aus Glas und dazu passenden Controllereinheiten. Die Elektronik wird in Eigenherstellung gefertigt.

Im Internet: www.fischer.group

Ansprechpartnerin

Katharina Maria Siegel

Pressereferentin Befestigungssysteme

Telefon: +49 7443 12 – 4217

E-Mail: katharinamaria.siegel@fischer.de