

IDEA StatiCa Detail

Stahlbetonbemessung mittels numerischer Spannungsfelder

Text: Matthias Hauser, IngWare AG | Bilder: zvg

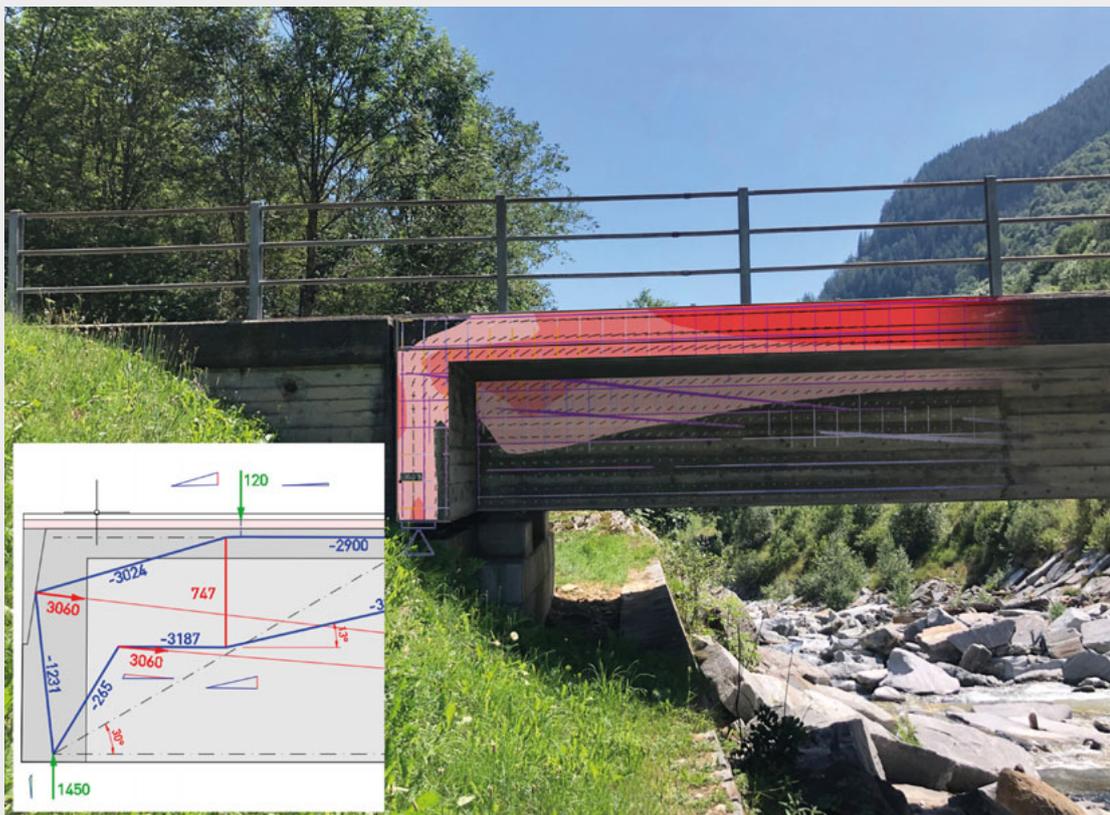
Mit der neuartigen Software IDEA StatiCa Detail lassen sich Stahlbetonbauteile und Verbindungsdetails beliebiger Geometrie mittels numerischer elastisch-plastischer Spannungsfelder bemessen und nachweisen.

Die Verbreitung von FEM-Programmen im Bereich des Bauingenieurwesens hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen. Trotz dieses rasanten Wandels erfolgt die Berechnung von Diskontinuitätsbereichen grösstenteils noch immer mittels Fachwerkmodellen und Spannungsfeldern, welche aufgrund der aufwendigen Handrechnungen viel Zeit in Anspruch nehmen und dadurch die Produktivität der Ingenieure einschränken. Die Resultate dieser konventionellen Methoden stellen einen unteren Grenzwert der Plastizitätstheorie dar und sind somit konservativ. Die Traglast bleibt im Allgemeinen unbekannt.

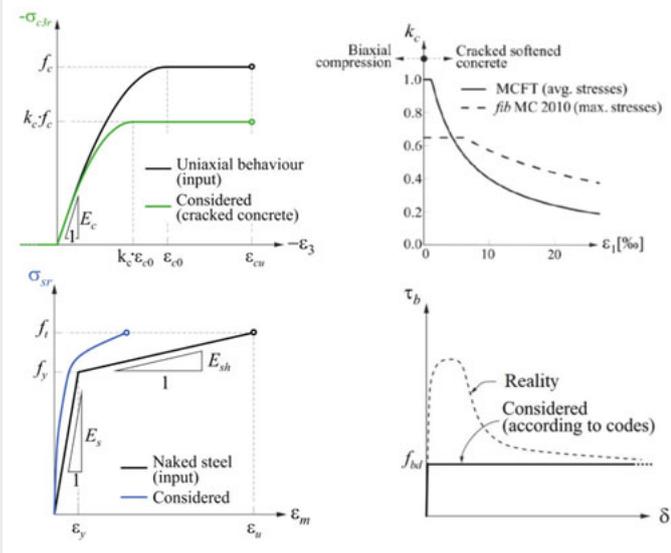
IDEA StatiCa Detail ermöglicht den Ingenieuren eine effiziente und detaillierte Bemessung von Diskontinuitätsbereichen. Die Entwicklung und Verifizierung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Walter Kaufmann am Institut für Baustatik und Konstruktion (IBK) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.

Theorie und Materialmodelle

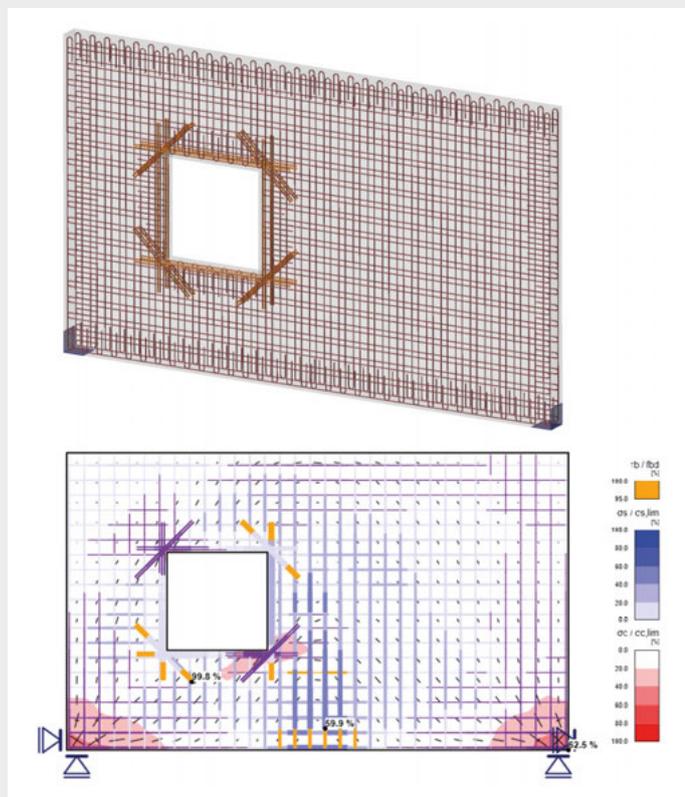
Das FE-Modell besteht aus zweidimensionalen finiten Betonelementen, die mit eindimensionalen Bewehrungselementen verbunden sind. Diese Verbindungen werden über MPC-Elemente (multiple point constraints) und spezielle Bindungselemente (bond elements) sichergestellt. Die Endverankerung der Bewehrungsstäbe im Beton wird mit elastischen Federn modelliert. Die Spannungs-Dehnungs-Beziehung des Betons kann parabolisch oder bilinear gewählt werden. Die Reduktion der Betondruckfestigkeit über den Faktor k_c in Abhängigkeit der



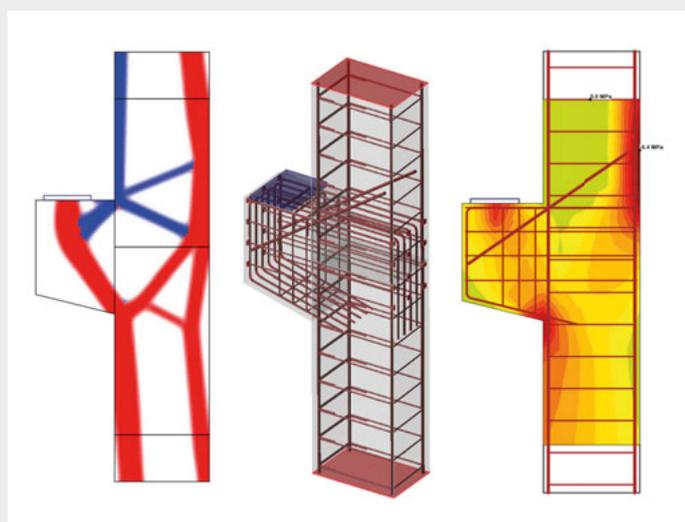
Nachweis einer vorgespannten Plattenbalkenbrücke mit IDEA StatiCa Detail.
(Quelle: Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH)



Materialmodelle: oben Spannungs-Dehnungs-Beziehung für den Beton, unten: Spannungs-Dehnungs-Beziehung für den Betonstahl / Verbundverhalten zwischen Stahl und Beton. (Quelle: IDEA StatiCa)



Resultierendes Spannungsfeld einer Stahlbetonscheibe. (Quelle: IngWare AG)



Topologie-Optimierung und resultierende Betondruckspannungen einer Stützenkonsole. (Quelle: IngWare AG)

Hauptzugspannungen (compression softening) wird vom Programm automatisch vorgenommen. Dem Effekt der Zugversteifung (tension stiffening) der eingebetteten Bewehrung durch den Beton wird Rechnung getragen. Dies führt zu einer Erhöhung der Steifigkeit bei gleichzeitiger Reduktion der Dehnungen. Dadurch lässt sich das Tragverhalten wesentlich realistischer abbilden.

Der Verbund zwischen Stahl und Beton wird ideal-plastisch modelliert. Durch die Bruch- respektive Grenzdehnungen des Betons und Bewehrungsstahls wird das plastische Verformungsvermögen berücksichtigt (Abbruchkriterium der Iteration).

Modellbildung

In IDEA StatiCa Detail steht dem Anwender eine Vielzahl an Vorlagen zur Verfügung, mit denen die zu untersuchenden Bauteile und Anschlüsse innert kürzester Zeit modelliert werden können. Es lassen sich nicht nur einzelne Tragwerksbereiche, sondern auch ganze statische Systeme eingeben und bemessen. Die parametrisierte Definition von Geometrie, Lasten und Bewehrung ermöglicht eine automatische Anpassung bei vorgegenommenen Modelländerungen.

Bemessungswerkzeuge

Verschiedene Bemessungswerkzeuge ermöglichen eine effiziente Definition bzw. Bemessung der Bewehrung. Die Topologie-Optimierung dient der Lokalisierung der meistbeanspruchten Strukturbereiche für die gegebene Belastung und gibt – wie auch die Resultate der Hauptspannungen – einen guten Überblick über das Tragverhalten der Bauteile. Mit der Bewehrungsoptimierung kann die minimal notwendige Bewehrungsmenge gefunden werden, für welche die Nachweise erfüllt sind.

Nachweisführung und Ausgabe

Die auftretenden Betondruckspannungen im Grenzzustand der Tragsicherheit werden den Bemessungswerten der Betonfestigkeit gegenübergestellt. Analog werden die Spannungen in der Bewehrung mit der Grenzzugfestigkeit des Bewehrungsstahls verglichen und die prozentuale Ausnutzung angegeben. Die Ausnutzung der Verankerung der einzelnen Bewehrungsseisen wird durch das Verhältnis der auftretenden Verbundspannungen zur Verbundfestigkeit definiert. Die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit umfassen die Spannungsbegrenzung, die Rissbreitenbeschränkung sowie die Nachweise der Verformungen. Zur Berücksichtigung der Langzeiteffekte kann der E-Modul des Betons über die Kriechzahl abgemindert werden.

Das Programm IDEA StatiCa Detail bietet einen anpassbaren Bericht in PDF- und Word-Format, in welchem alle Nachweise, Abbildungen, Tabellen und Materiallisten ausgegeben werden können.

Kontakt:
IngWare AG, 8703 Erlenbach
www.ingware.ch