

RC6-Modul: Analyse von Stahlbetonquerschnitten mit AxisVM

Text: Matthias Hauser | Bilder: InterCAD/IngWare

Die Spannungs-Dehnungs-Analyse von Stahlbetonquerschnitten stellt für konstruktive Ingenieure einen wesentlichen Bestandteil der Tragwerksbemessung dar. Für Ermüdungsnachweise oder auch für Nachweise der Stahlspannungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Begrenzung der Rissbreiten) werden die Spannungen in der Bewehrung und im Beton benötigt. Das neue AxisVM-Modul RC6 liefert diese Spannungen und Dehnungen an jedem Punkt des Querschnitts, sowohl für den Beton als auch für die Bewehrung.

Die händische Analyse von Stahlbetonquerschnitten erfordert aufgrund der nichtlinearen Aufgabenstellung (iteratives Verfahren) einen enormen Zeitaufwand. Insbesondere die Ermittlung der Spannungen und Dehnungen für mehrere Lastfälle und Lastkombinationen ist ohne entsprechende Software in einem vernünftigen Zeitraum nahezu unmöglich. Das RC6-Modul ergänzt die erfolgreiche RC-Modulreihe in AxisVM mit einem leistungsstarken und intuitiven Werkzeug zur Ermittlung sämtlicher benötigten Informationen der Querschnittsanalyse im Stahlbetonbau.

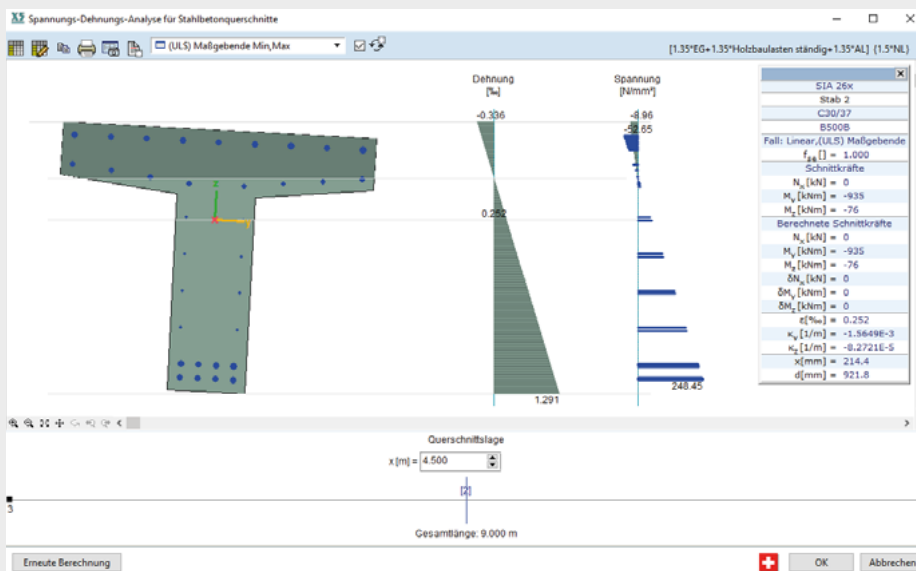
Definition der Bewehrung

Für die Definition der Bewehrung stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung; die parametrisierte Eingabe ermöglicht eine schnelle Definition der unteren und oberen Bewehrungslage für konventionelle Rechteckquerschnitte. Zur Bewehrung komplexer Querschnitte bietet die Software AxisVM eine allgemeine und für den Ingenieur intuitive Eingabemöglichkeit. Die Definition der Bewehrungsstäbe erfolgt dabei nach Angabe von

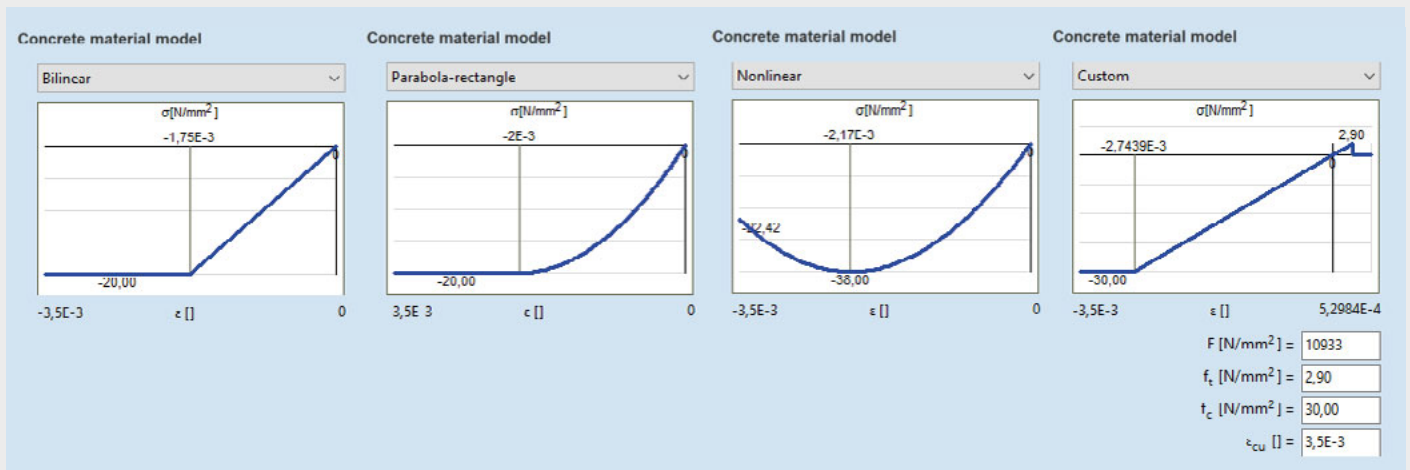
Durchmesser und Teilung entlang der Oberfläche über einen automatisch erzeugten Schnitt. Selbstverständlich können die Bewehrungsstäbe auch einzeln positioniert und beliebig angepasst werden. Die definierte Bewehrung wird gespeichert und kann bei Bedarf erneut eingefügt werden.

Berechnung und Materialmodelle

Das Modul RC6 führt eine Spannungs-Dehnungs-Analyse für die jeweiligen Schnittgrößen am Querschnitt des gewählten Elements durch. Da es sich um eine nichtlineare Berechnung handelt, kann das Gleichgewicht nur iterativ gefunden werden. Dazu wird ein genetischer heuristischer Algorithmus verwendet. Die zu berücksichtigenden Beanspruchungen können einbeziehungsweise ausgeschaltet werden. Nebst der Betrachtung des Querschnitts unter einachsiger Biegung, lassen sich die Spannungen und Dehnungen auch für zweiachsige Biegung mit zusätzlicher Normalkraft ermitteln (My-Mz-N-Interaktion). Die Querschnittsanalyse kann für sämtliche Lastfälle sowie automatische oder manuell generierte Lastkombinationen innert



RC6-Modul: Spannungs-Dehnungs-Analyse eines Stahlbetonquerschnitts. (Quelle: IngWare AG)



Verschiedene Materialmodelle für den Beton. (Quelle: InterCAD)

kürzester Zeit durchgeführt werden. Das Modul bietet aber auch die Möglichkeit, eine Querschnittsanalyse für benutzerdefinierte Schnittgrößen vorzunehmen.

Nach Eurocode und SIA-Norm stehen verschiedene Materialmodelle für den Beton zur Verfügung. Nebst den üblichen bilinearen und parabolisch-rechteckigen Spannungs-Dehnungs-Beziehungen erlaubt das RC6-Modul eine benutzerdefinierte Eingabe des Materialmodells. Dadurch kann, falls gewünscht, beispielsweise auch die Zugfestigkeit des Betons berücksichtigt werden. Für den Betonstahl wird ein bilineares Materialverhalten angenommen.

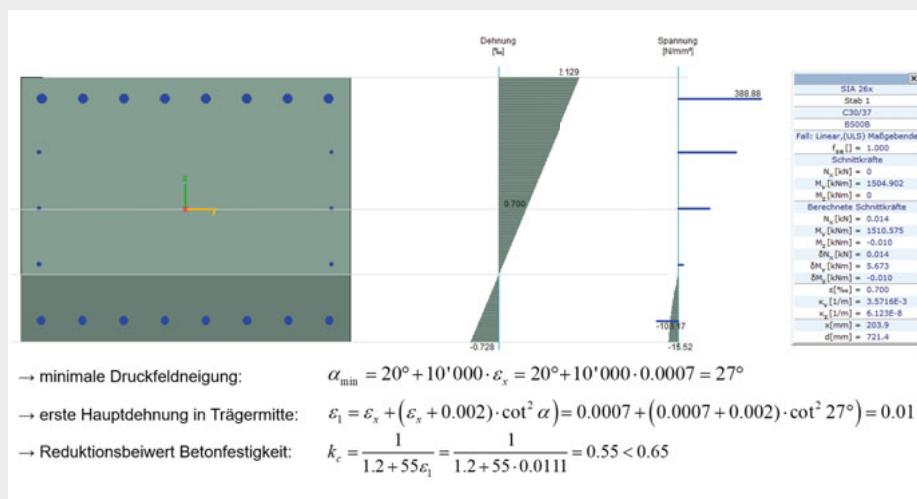
Grafische und tabellarische Ausgabe

Nach erfolgter Berechnung für die jeweiligen Schnittgrößen werden in der Hauptmaske des Moduls die Ergebnisse dargestellt. Nebst der Grafik der Spannungen und Dehnungen, verteilt über den Querschnitt, wird zusätzlich ein Infowindow mit einer Ergebnisübersicht angezeigt. Die numerischen Ergebnisse lassen sich auch in tabellarischer Form anzeigen.

Sämtliche Grafiken und Tabellen können der AxisVM-Ausgabe hinzugefügt oder direkt gedruckt werden.

Ein Modul – viele Möglichkeiten

Das RC6-Modul ist vielseitig einsetzbar. Die resultierenden Spannungen und Dehnungen können für Ermüdungs- oder Gebrauchstauglichkeitsnachweise (Rissbegrenzung), aber auch für die Ermittlung des Beiwerts der Betondruckfestigkeit verwendet werden. Innert kürzester Zeit lassen sich die benötigten Informationen sämtlicher modellierten Stahlbetonträger oder -stützen automatisch an jeder beliebigen Position ermitteln und ausgeben. Bei Bedarf kann die Querschnittsanalyse auch für benutzerdefinierte Schnittgrößen an modellunabhängigen Trägern erfolgen. Letztere lassen sich beliebig in der Modelldatei ergänzen und mit der entsprechenden Beanspruchung versehen.



- minimale Druckfeldneigung: $\alpha_{\min} = 20^\circ + 10'000 \cdot \epsilon_x = 20^\circ + 10'000 \cdot 0.0007 = 27^\circ$
- erste Hauptdehnung in Trägermitte: $\epsilon_1 = \epsilon_x + (\epsilon_x + 0.002) \cdot \cot^2 \alpha = 0.0007 + (0.0007 + 0.002) \cdot \cot^2 27^\circ = 0.011$
- Reduktionsbeiwert Betonfestigkeit: $k_x = \frac{1}{1.2 + 55\epsilon_1} = \frac{1}{1.2 + 55 \cdot 0.0111} = 0.55 < 0.65$

Anwendung des RC6-Moduls für die Ermittlung des Reduktionsbeiwertes der Betondruckfestigkeit nach SIA 262. (Quelle: IngWare AG)

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