

Rissanalyse

SectionPro Tutorial — Rissbreite w_k und max. Rissabstand $s_{r, \max}$
im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach Eurocode 2

BridgeKernel · 2026

Einleitung

Stahlbeton reißt unter Gebrauchslasten. Risse gefährden nicht die Tragfähigkeit, doch zu große Rissbreiten lassen Wasser, Chloride und CO_2 zur Bewehrung vordringen und verursachen Korrosion. Normen begrenzen daher w_k im GZG.

SectionPro setzt das direkte Berechnungsverfahren nach Eurocode 2 um. Die Rissbreite ist das Produkt aus maximalem Rissabstand und mittlerer Differenzdehnung Stahl–Beton:

$$w_k = s_{r, \max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Der Rissabstand hängt von der Betondeckung c , dem Stabdurchmesser φ_s , dem Verbundbeiwert k_1 und dem wirksamen Bewehrungsgrad $\rho_{p, \text{eff}}$ ab:

$$s_{r, \max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\varphi_s}{\rho_{p, \text{eff}}}$$

Die mittlere Differenzdehnung berücksichtigt das Tension Stiffening (Beton zwischen Rissen trägt einen Teil der Zugkraft):

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct, \text{eff}}}{\rho_{p, \text{eff}}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p, \text{eff}})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Die Höhe der wirksamen Zugzone $h_{c, \text{eff}}$ wird automatisch berechnet: $h_{c, \text{eff}} = \min(2.5(h - d), (h - x)/3, h/2)$.

Berechnungsergebnisse

SectionPro liefert für jede Rissbreitenanalyse:

Ergebnisse je Lastfall

w_k : Rissbreite
 $s_{r, \max}$: max. Rissabstand
 σ_s : Stahlspannung

Zwischengrößen

$h_{c, \text{eff}}$, $A_{c, \text{eff}}$, $A_{s, \text{eff}}$, $\rho_{p, \text{eff}}$
 k_2 , φ_s , $\Delta\varepsilon$
 d , x , c

Export

PDF, Excel (.xlsx), Text
Maßgebende Kombinationen, Zwischenwerte

Rechteckplatte

Eingabedaten

Beton

- Rechteckquerschnitt
- Breite $b = 1.00$ m
- Höhe $h = 0.30$ m

Bewehrung

- 14 Stäbe $\varnothing 14$ ($\varphi_s = 14$ mm)
- 7 unten + 7 oben, Abstand 157 mm
- Betondeckung 30 mm, 1 Lage je Seite
- $A_s = 14 \times 1.539 = 21.55$ cm²

Materialgesetze (EC2)

- Beton C30/37: $f_{ck} = 30$ MPa
- Betonstahl B500B: $f_{yk} = 500$ MPa

Abbildung 1: Rechteckplatte.

Ergebnisse

Die Rissbreite wird für zwei Beanspruchungen ausgewertet: reine Biegung und zugdominiert. Rissparameter: $k_t = 0.6$ (Langzeit), $k_1 = 0.8$ (Stäbe mit hohem Verbund), $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$, $f_{ct,eff} = 3.2$ MPa.

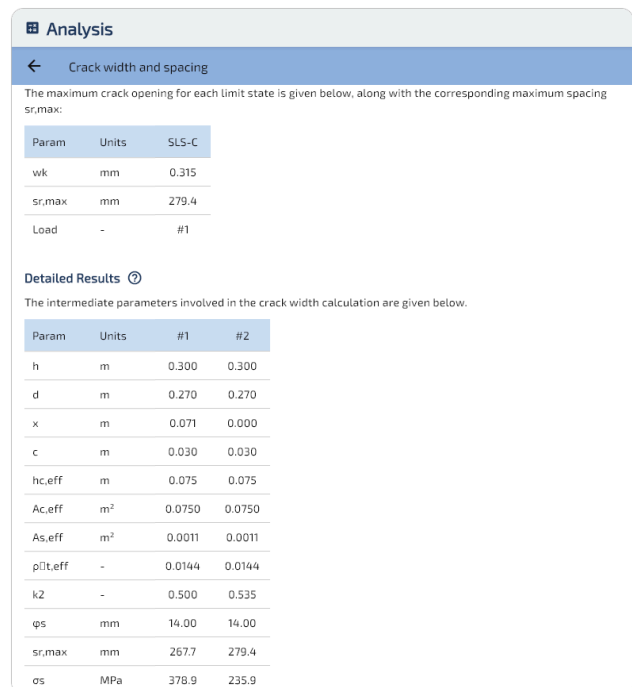
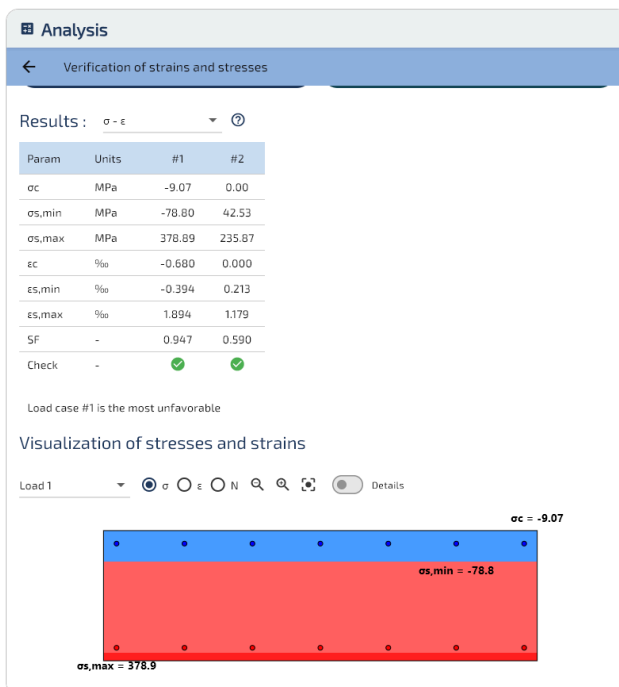


Abbildung 2: Platte: Spannungs-Dehnungs-Zustand (links) und Rissbreitenergebnisse (rechts).

Bei reiner Biegung ($M_z = 100$ kN · m) liegt die neutrale Achse bei $x = 71$ mm; damit sind $h - x = 229$ mm des Querschnitts auf Zug beansprucht. Mit $k_2 = 0.5$ ergibt die Rissabstandsformel $s_{r,max} = 267.7$ mm. Die Rissbreite $w_k = 0.315$ mm überschreitet den üblichen Grenzwert von 0,3 mm: In der Praxis wäre eine dickere Platte oder ein engerer Stababstand erforderlich.

Unter Zugbeanspruchung ($N = -300 \text{ kN}$, $M_z = 25 \text{ kN} \cdot \text{m}$) ist der gesamte Querschnitt gerissen ($x = 0$). Trotz vollständiger Rissbildung ist $w_k = 0.198 \text{ mm}$ kleiner als bei Biegung, da alle 14 Stäbe die Last abtragen und σ_s von 379 auf 236 MPa sinkt. Der Faktor $k_2 = 0.535$ spiegelt die leicht ungleichmäßige Dehnungsverteilung infolge des verbleibenden Biegemoments wider.

I-Träger: reine Biegung

Eingabedaten

Beton

- I-Querschnitt mit Vouten
- Untergurt: $b = 0.75 \text{ m}$
- Steg: $b_w = 0.25 \text{ m}$
- Obergurt: $b_f = 1.60 \text{ m}$
- Gesamthöhe $h = 1.80 \text{ m}$

Bewehrung (nur Betonstahl)

- 70 Stäbe insgesamt (HA16 + HA20)
- 6 HA20 als Untergurtbewehrung
- 64 HA16 entlang der Querschnittskontur

Materialgesetze (EC2)

- Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Betonstahl B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

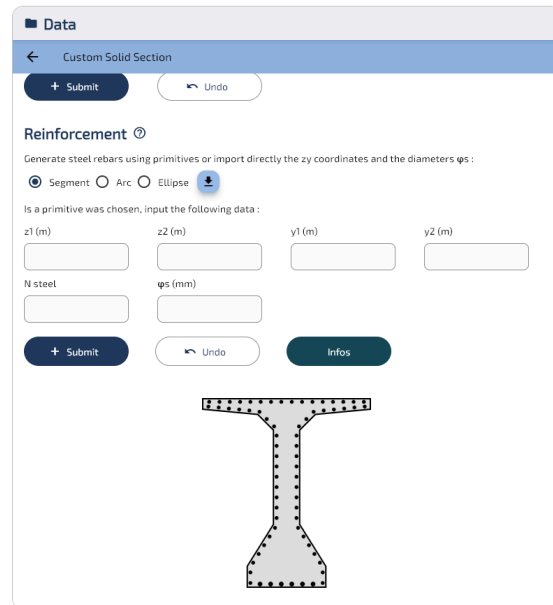


Abbildung 3: I-Träger.

Ergebnisse

Der I-Träger wird bei drei ansteigenden Momentenstufen auf reine Biegung beansprucht ($M_z = 1000, 2000$ und $2500 \text{ kN} \cdot \text{m}$). Rissparameter: $k_t = 0.6$, $k_1 = 0.8$, $k_3 = 3.4$, $k_4 = 0.425$, $f_{ct,eff} = 2.9 \text{ MPa}$.

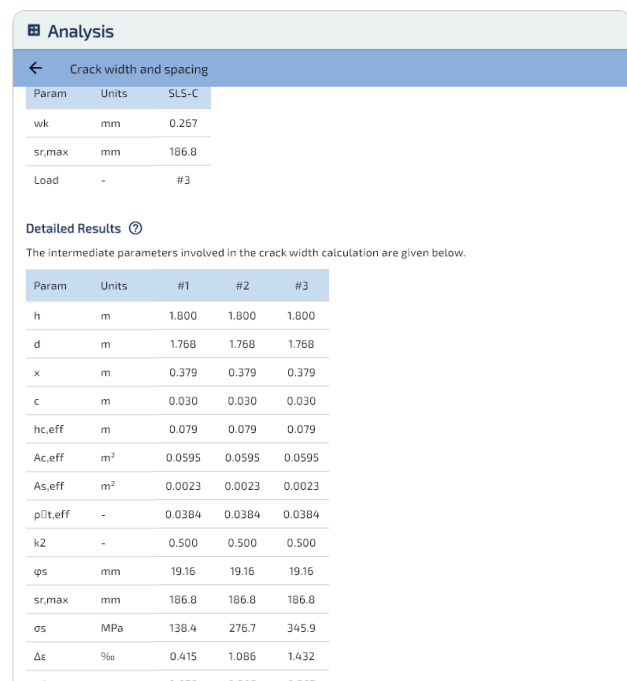
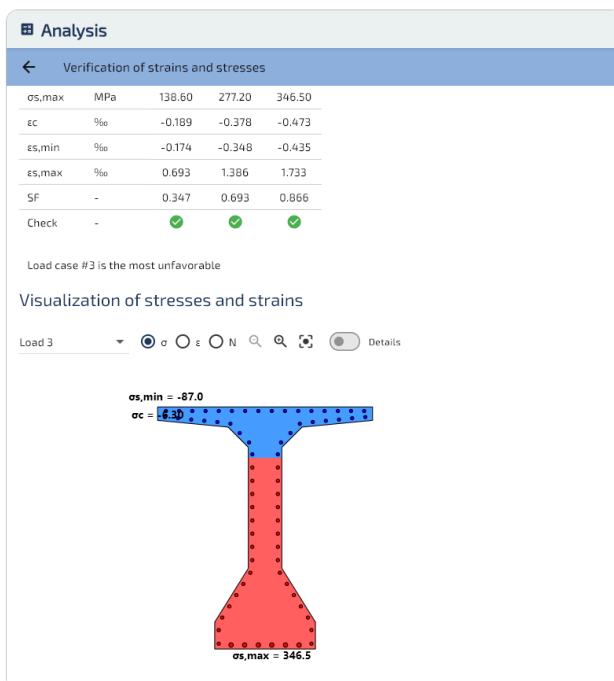


Abbildung 4: I-Träger: Spannungs-Dehnungs-Zustand (links) und Rissbreitenergebnisse (rechts).

Die Rissbreite steigt mit dem Moment: $w_k = 0.078$ mm bei $M_z = 1000$ kN · m, 0.203 mm bei 2000 kN · m und 0.267 mm bei 2500 kN · m — alle unter dem 0,3-mm-Grenzwert. Der Rissabstand $s_{r,max} = 186.8$ mm bleibt über alle Laststufen konstant, da er nur von Geometrie und Bewehrungsanordnung abhängt.

Benchmark

Die Rissbreitenberechnung erfolgt quasi instantan: unter 10 ms für typische Projekte (bis 1 000 GZG-Lastfälle) und unter einer halben Sekunde selbst bei 100 000 Fällen.

Export

SectionPro exportiert die Rissbreitenanalyse in drei Formaten: **PDF**, **Text** (Spalten fester Breite) und **Excel** (.xlsx). Die exportierten Daten umfassen alle Ergebnisse je Lastfall (w_k , $s_{r,max}$, σ_s , $h_{c,eff}$, $\rho_{p,eff}$ usw.), sortiert nach absteigender w_k .

Crack width and spacing				
GENERATED BY THE SECTIONPRO SOFTWARE ON : 2026-05-21 17:33				
Main results				
Param	Units	SLS-C		
wk	mm	0.267		
sr,max	mm	186.8		
Load	-	#3		

Below are the crack openings wk and their maximum spacing sr,max for the most unfavorable loads of each limit state. The obtained values can then be compared with the limits prescribed by the normative context.

Detailed Results				
Below are the intermediate parameters involved in the EN-1992 calculation methodology:				
Param	Units	#3	#2	#1
h	m	1.800	1.800	1.800
d	m	1.768	1.768	1.768
x	m	0.379	0.379	0.379
c	m	0.030	0.030	0.030
hc,eff	m	0.079	0.079	0.079
Ac,eff	m ²	0.0595	0.0595	0.0595
As,eff	m ²	0.0023	0.0023	0.0023
pt,eff	-	0.0384	0.0384	0.0384
k2	-	0.500	0.500	0.500
φs	mm	19.16	19.16	19.16
sr,max	mm	186.8	186.8	186.8
os	MPa	345.9	276.7	138.4
Δε	‰	1.432	1.086	0.415
wk	mm	0.267	0.203	0.078

GENERATED BY THE SECTIONPRO SOFTWARE

Abbildung 5: PDF-Export: Rissbreitenergebnisse.

Fazit

Die direkte Rissbreitenberechnung nach EC2 §7.3.4 ermöglicht eine strenge Bewertung des Risszustands im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. SectionPro automatisiert das gesamte Verfahren:

von der Spannungs-Dehnungs-Analyse über die Bestimmung der wirksamen Zugzone $h_{c,\text{eff}}$, den Rissabstand $s_{r,\text{max}}$ bis zur endgültigen Rissbreite w_k .

Die beiden Beispiele zeigen gegensätzliche Szenarien: eine Rechteckplatte unter Biegung und Zug sowie einen I-Träger unter steigenden Biegemomenten.

Die Berechnung gilt für Querschnitte beliebiger Form: Die wirksame Zugzone und die Bewehrungserkennung werden aus der allgemeinen Querschnittsgeometrie ermittelt, ohne auf Rechteckannahmen beschränkt zu sein. Das Verfahren ist auch auf andere Normen übertragbar, indem die Rissparameter $(k_t, k_1, k_3, k_4, f_{ct,\text{eff}})$ an die jeweilige Bemessungsnorm angepasst werden.