

# Entwicklung einer Anwendersoftware zur Querschnittsgrößenbestimmung bei Polygonquerschnitten

Michael Jäger

## 1. Einleitung

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Erstellung des *Cross Section Calculators*, einer Anwendung zur Bestimmung von Querschnittseigenschaften und Spannungsverläufen in polygonalen Balkenquerschnitten. Wesentliche Ziele sind die Implementierung einer Benutzeroberfläche zur Eingabe der zu untersuchenden Querschnittsformen und eventueller Belastungen sowie die Berechnung und Visualisierung der resultierenden Querschnittsgrößen und Spannungen.

Im Einzelnen können Flächenträgheitsmomente und Kernflächen auch für nicht notwendigerweise zusammenhängende Balkenquerschnitte mit unterschiedlichen Elastizitätsmoduln ermittelt werden. Des Weiteren ist unter einer gegebenen äußeren Last die Spannungsverteilung sowie u. U. die Spannungsnulllinie darzustellen.

## 2. Querschnittsgrößen in Polygonen

Flächenträgheitsmomente sind Flächenintegrale. Diese werden zuerst mit dem Gausschen Integralsatz in Umfangsintegrale überführt und dann für die einzelnen Kanten mit den Eckpunkten  $I_j$  in Summen über einfache, bestimmte Integrale diskretisiert.

$$I_y = \int_A z^2 dA = \oint_{\partial A} (0|0|\frac{z^3}{3}) d\partial A = \frac{1}{3} \sum_{i,j} \int_{y_i}^{y_j} z(y)^3 dy$$

$$= \frac{1}{12} \sum_{i,j} [z_j^2 + z_i z_j + z_i^2] (z_j y_i - z_i y_j)$$

## 3. Spannungsverteilung bei unterschiedlichen E-Moduln

die Flächenträgheits- und statischen Momente der Teilflächen mit jeweils einheitlichem E-Modul sind nach diesem gewichtet zu summieren. Mit diesen Werten kann zunächst ein Vergleichswert der Spannung berechnet werden.

$$I_{y,ges} = \sum \frac{E_i}{E_{mean}} I_{y,i}$$

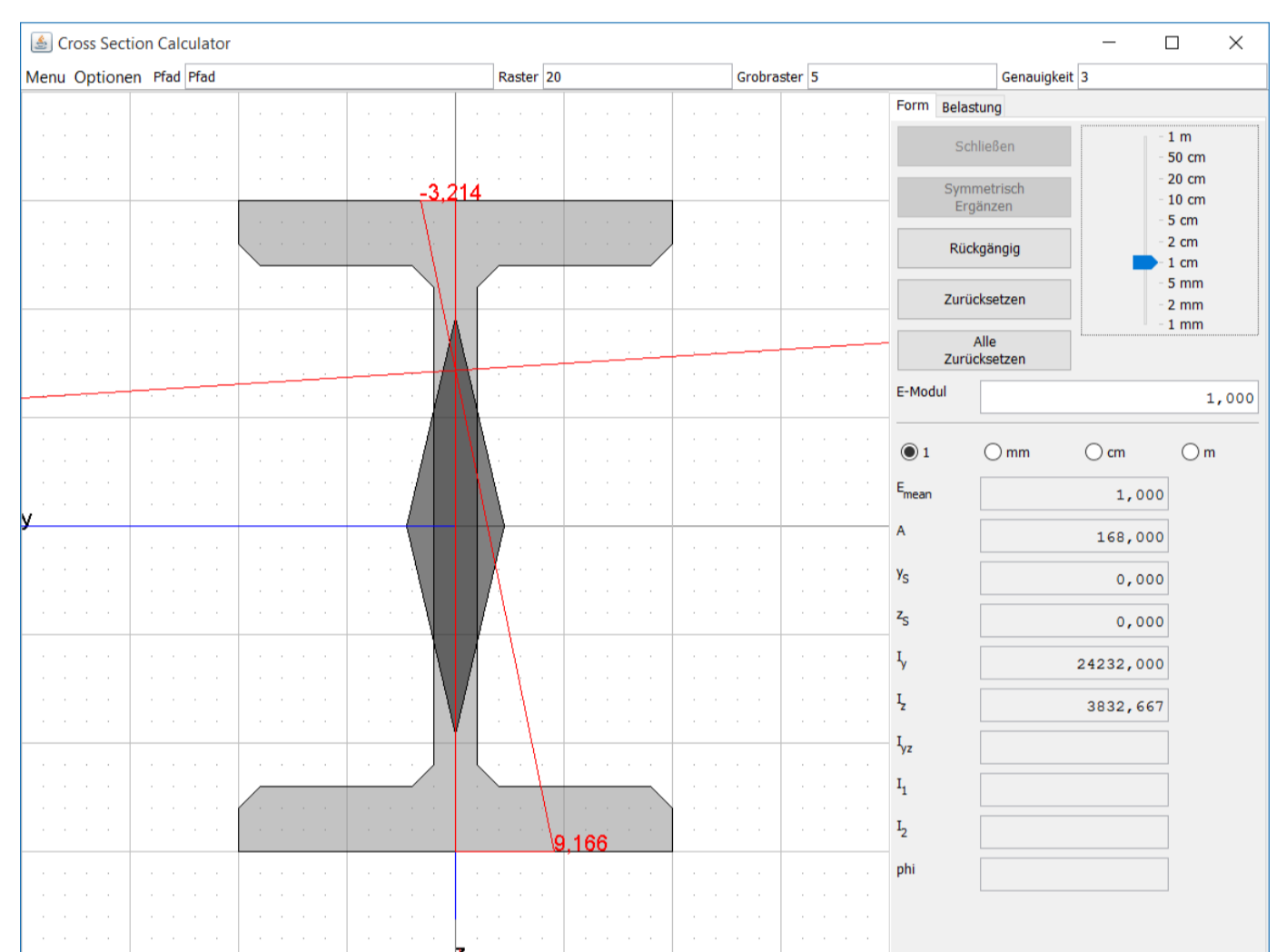
Die Spannungsverteilung bei Biegebelastung ergibt sich aus dem Momentengleichgewicht im Querschnitt, der Bernoulli-Hypothese und dem Hooke'schen Gesetz. Bei uneinheitlichem E-Modul wird die Spannung nach der herkömmlichen Berechnung dann proportional mit dem E-Modul an der Stelle bezogen auf den Mittelwert skaliert.

$$M_y = \int_A \sigma_x \cdot z dA = \int_A \varepsilon E z dA = \int_A E \kappa_y z^2 dA = E \kappa_y I_y$$

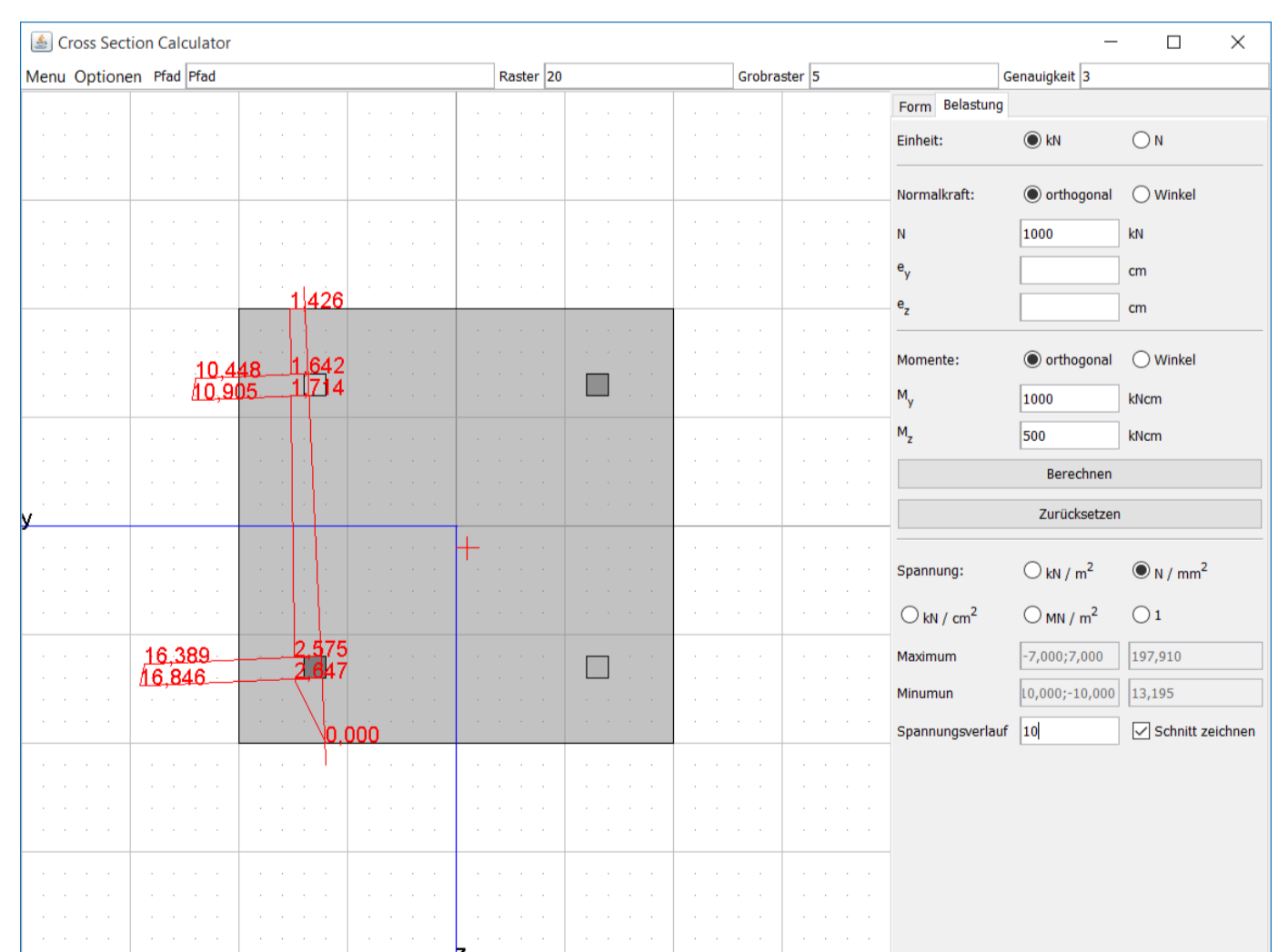
$$\sigma_x = E_i \cdot \frac{M_y}{E_{mean} I_y} \cdot z = \frac{E_i}{E_{mean}} \sigma_{x,einh.}$$

## 4. Nutzeroberfläche

Die gerasterte Nutzeroberfläche mit variabler Rastergröße ermöglicht präzise Eingabe komplexer Querschnittsformen.



Die Eingabe der Form(-en) erfolgt mit gewünschtem E-Modul im gewählten Maßstab. Bei symmetrischen Formen genügt die Eingabe von einem bzw. zwei Quadranten.



Kombinierte Biege-Normalkraft-Belastung bzw. exzentrische Normalkrafteinleitung erzeugen eine Spannungsverteilung. Hierzu wird Spannungsnulllinie sowie der Verlauf einer Schnittachse visualisiert.