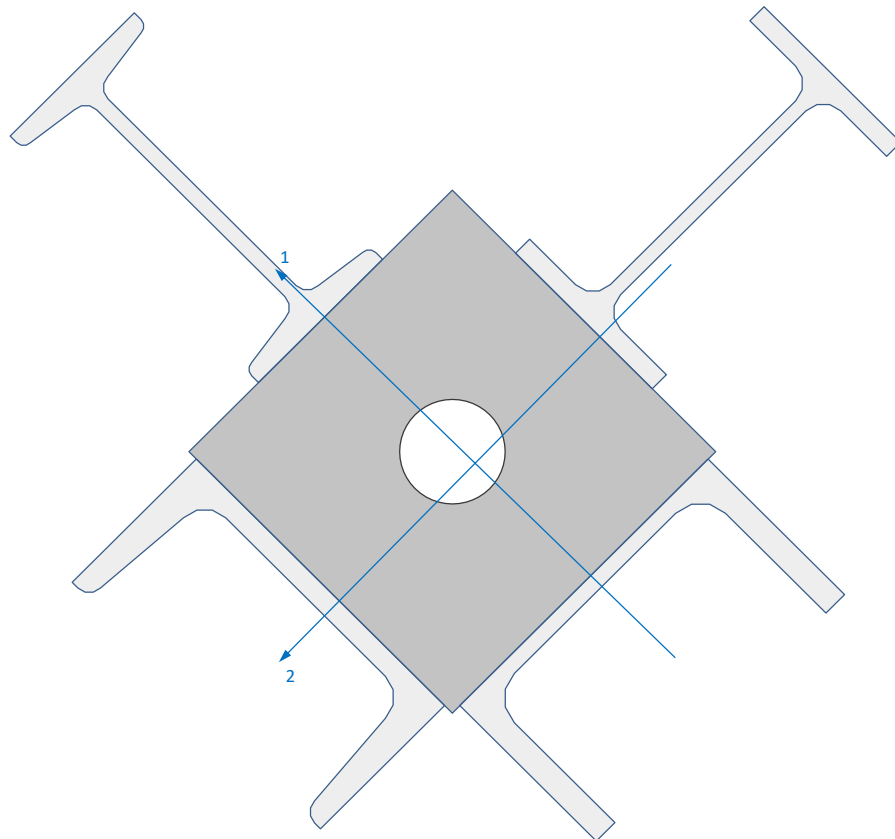


Querschnittswerte

berechnen mit

Querschnittswerte_polygonal_allgemein_yz.xlsm



Inhaltsverzeichnis

Übersicht	2
Koordinatensystem und Vorzeichen	2
Polygone	2
Formen	3
Profile	3
Beispiele	4
Brückenquerschnitt mit Kreislöchern	4
Eingabe	4
Verbundquerschnitt	6
Eingabe	6
Ungleichschenkliger Winkel	8
Eingabe	8
Menüband (Ribbon)	10
Literatur	11

Übersicht

Mit dem Excel-Programm Querschnittswerte_polygonal-allgemein_yz.xlsm können Querschnittswerte und Normalspannungen von Querschnitten bestimmt werden, die sich aus polygonal begrenzten Flächen [1], Formen und Profilen zusammensetzen. Dabei können unterschiedliche Elastizitätsmodule verwendet werden. Deshalb ist ein Bezugs-Elastizitätsmodul einzugeben. Dieser muss auch bei den Querschnittsdaten in einem Stabwerksprogramm verwendet werden.

Es werden folgende Annahmen getroffen:

- Linear elastisches Material
- Ebenbleiben der Querschnitte (Bernoulli)
- Die Querschnittsform ändert sich unter Belastung nicht (kleine Verformungen und Dehnungen)
- Die Querdehnung wird vernachlässigt

Der Querschnitt kann aus mehreren polygonal begrenzten Flächen zusammengesetzt sein, die unterschiedliche Elastizitätsmodule haben. Auch Löcher sind zulässig.

Zur Vereinfachung der Eingabe gibt es einige Formen (Kreis, Bewehrung, Viertelkreis und Viertelkreis als Ausrundung). Die Bewehrung unterscheidet sich vom Kreis dadurch, dass das Eigenträgheitsmoment vernachlässigt wird.

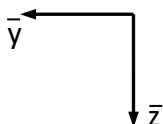
Für die Untersuchung von Verbund- und zusammengesetzten Stahlquerschnitten gibt es mehrere Stahlbauprofile, die in dem Tabellenblatt „Profiltabelle“ abgelegt sind. Zurzeit stehen folgende Profile zur Verfügung:

IPE, IPEa, IPEo, IPEv, IPN, HEA, HEB, HEM, HEAA, UPN, UPE.

Bei Formen hat der Anwender die Möglichkeit, eine hinter der Form liegende Fläche automatisch abzuziehen, um ideale Querschnittswerte korrekt zu berechnen.

Wahlweise kann auch der Kernquerschnitt bestimmt werden. Dazu wird automatisch ein „gespanntes Gummiband“ um den Querschnitt berechnet, das auch dargestellt werden kann.

Koordinatensystem und Vorzeichen

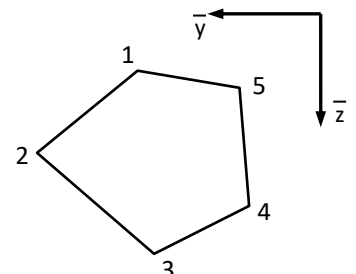


Die Querschnittspunkte werden durch ein beliebig platzierbares Hilfskoordinatensystem eingegeben.

In Excel werden die Richtungen des Hilfskoordinatensystems mit y und z bezeichnet.

Polygone

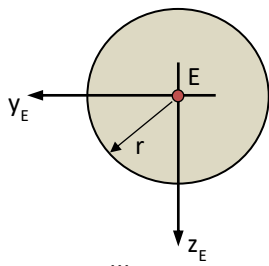
Der Querschnitt kann durch einen oder mehrere Polygone beschrieben werden [1]. Wenn die Punkte im Gegenuhrzeigersinn eingegeben werden, ergibt sich eine positive Fläche. Löcher sind im Uhrzeigersinn einzugeben. Alternativ kann auch ein negativer Elastizitätsmodul eingegeben werden



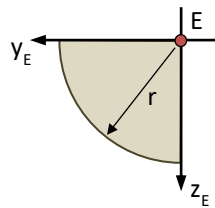
(bei Eingabe im Gegenuhrzeigersinn). Das Polygon wird durch den ersten und letzten Punkt automatisch geschlossen.

Formen

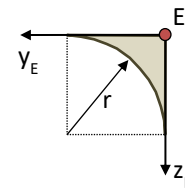
Zurzeit stehen 4 Formen zur Verfügung. Die Formen werden mithilfe des Bezugspunktes E im Querschnitt platziert und können um diesen im Gegenuhrzeigersinn gedreht werden.



1=Vollkreis



3=Viertelkreis



4=Ausrundung, Viertelkreis hohl

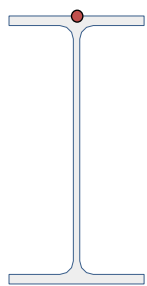
2=Bewehrungsstab

Profile

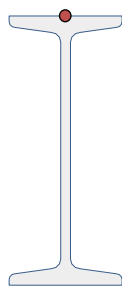
Zurzeit stehen folgende Profile zur Verfügung:

IPE, IPEa, IPEo, IPEv, IPN, HEA, HEB, HEM, HEAA, UPN, UPE.

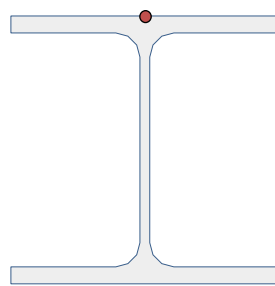
Der Bezugspunkt E zum Platzieren des Profils im Gesamtquerschnitt ist durch den roten Punkt gekennzeichnet und liegt immer auf der Symmetrieachse. Das Profil kann um den Bezugspunkt E gedreht werden.



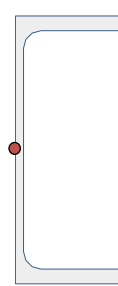
IPE



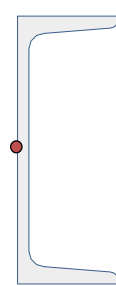
IPN



HEA, HEB, HEM



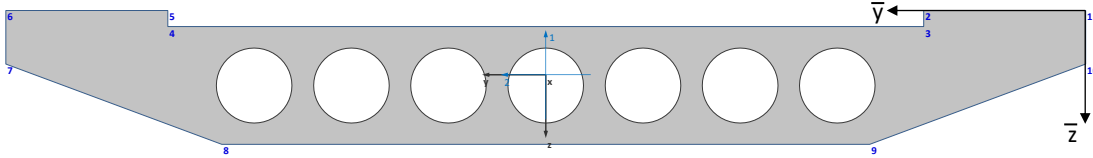
UPE



UPN

Beispiele

Brückenquerschnitt mit Kreislöchern



Eingabe

allgemeine Querschnittswerte berechnen

Anzahl der Polygone = Bezugs-E-Modul = N/mm²

Anzahl der Formen = Einheit der Längen =

Anzahl der Profile = Einheit der Spannungen =

Anzahl der Lastfälle =

h_da
HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCI

fb
FACHBEREICH
BAUINGENIEURWESEN

Lastfall	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	A =	72560,843	cm ²	A =	7,2560843	m ²
1		2000		A _y =	72560,843	cm ²	A _y =	7,2560843	m ²
				y _s =	500,0000	cm	y _s =	5	m
				z _s =	59,9223	cm	z _s =	0,599222505	m
				I _y =	94.772.195,5	cm ⁴	I _y =	0,947721955	m ⁴
				I _z =	6.256.837.862,9	cm ⁴	I _z =	62,56837863	m ⁴
				I _{yz} =	,0	cm ⁴	I _{yz} =	1,32683E-15	m ⁴
				φ ₀ =	-90,0000	°	φ ₀ =	-90,0000	°

Tabellenblatt „Eingabe“ mit berechneten Querschnittswerte

Eingabe der Polygone

Polygon 1

Anzahl Eckpunkte = E-Modul = N/mm²

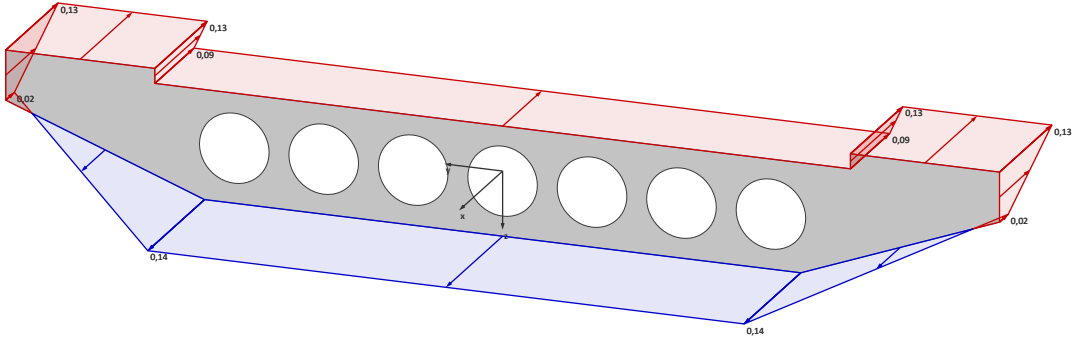
i	y	z	sigma
1	0	0	-0,12645534
2	1,5	0	-0,12645534
3	1,5	0,15	-0,09480048
4	8,5	0,15	-0,09480048
5	8,5	0	-0,12645534
6	10	0	-0,12645534
7	10	0,5	-0,02093916
8	8	1,25	0,13733511
9	2	1,25	0,13733511
10	0	0,5	-0,02093916

Tabellenblatt „Polygone“

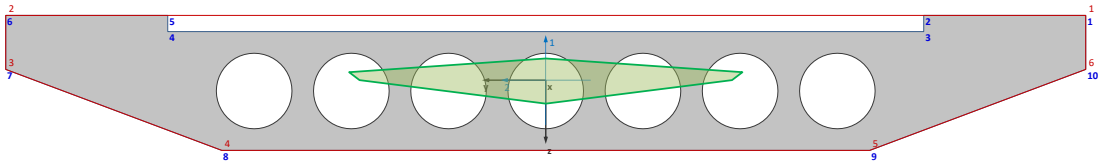
Eingabe der Formen

i	Typ	Art	E-Modul	y _E	z _E	D, r	alpha [°]
1	1	0	0	2,3	0,7	0,7	0
2	1	0	0	3,2	0,7	0,7	0
3	1	0	0	4,1	0,7	0,7	0
4	1	0	0	5,	0,7	0,7	0
5	1	0	0	5,9	0,7	0,7	0
6	1	0	0,	6,8	0,7	0,7	0
7	1	0	0,	7,7	0,7	0,7	0

Tabellenblatt „Formen“



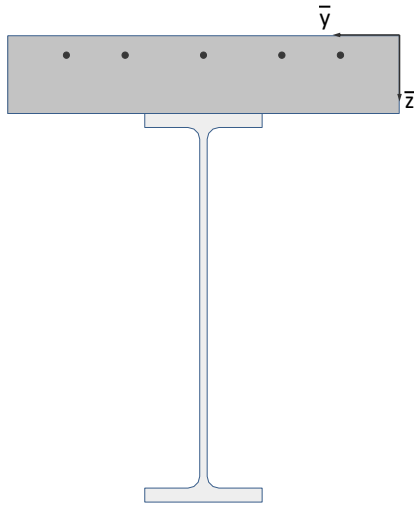
Normalspannungen in kN/cm^2



Kernfläche mit zugehörigem Gummiband (rubberband) zur Berechnung der Kernfläche

Verbundquerschnitt

Es handelt sich um ein Rechteck aus Beton mit Bewehrung und ein Stahlbauprofil HE-B 1000



Eingabe

allgemeine Querschnittswerte berechnen				h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCI fbf FACHBEREICH BAUINGENIEURWESEN					
Anzahl der Polygone =	1	Bezugs-EModul =	30.000,0 N/mm ²						
Anzahl der Formen =	5	Einheit der Längen =	cm						
Anzahl der Profile =	1	Einheit der Spannungen =	kN/cm ²						
Anzahl der Lastfälle =	2								
Lastfall	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	A =	2410,053096	cm ²	A =	0,24100531	m ²
1		200		A ₁ =	4856,967547	cm ²	A ₁ =	0,485696755	m ²
2			300	y _s =	50,0000	cm	y _s =	0,5	m
				z _s =	44,5308	cm	z _s =	0,445308386	m
				I _y =	8.869.654,8	cm ⁴	I _y =	0,088696548	m ⁴
				I _z =	1.817.664,7	cm ⁴	I _z =	0,018176647	m ⁴
				I _{yz} =	,0	cm ⁴	I _{yz} =	-2,38298E-20	m ⁴
				φ ₀ =	0,0000	°	φ ₀ =	0,0000	°

Tabellenblatt „Eingabe“ mit berechneten Querschnittswerte

Eingabe der Polygone			
Polygon 1			
Anzahl Eckpunkte =	4		
E-Modul =	30.000,0	N/mm ²	
i	y	z	sigma
1	0	0	0,82523472
2	100	0	-0,82523472
3	100	20	-0,82523472
4	0	20	0,82523472

Tabellenblatt „Polygone“

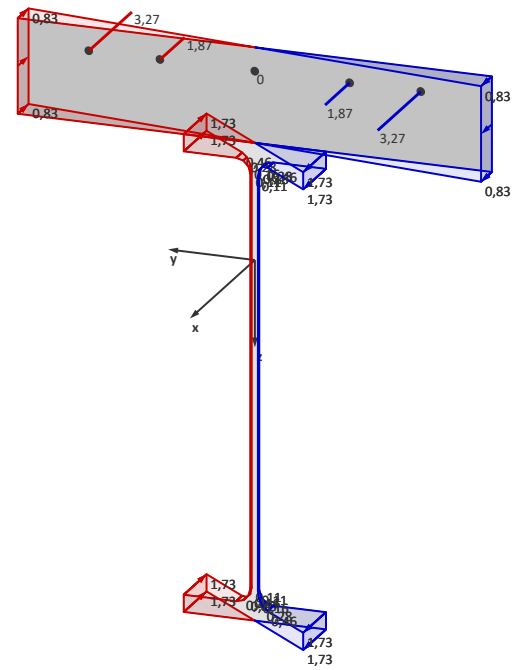
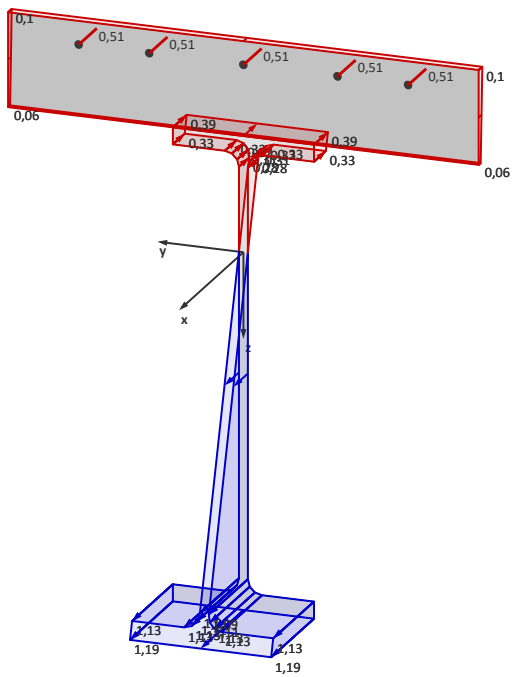
Eingabe der Formen							
i	Typ	Art	E-Modul	y _E	z _E	D _r	alpha [°]
1	1		200000	15,	5	1,6	
2	1		200000	30,	5	1,6	
3	1		200000	50,	5	1,6	
4	1		200000	70,	5	1,6	
5	1		200000	85,	5	1,6	

Tabellenblatt „Formen“

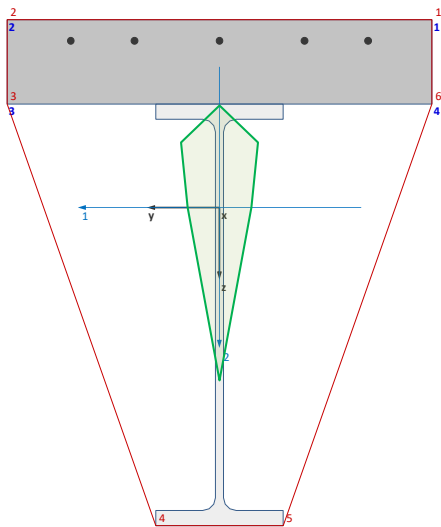
Eingabe der Stahlbauprofile

i	Name	E-Modul	y_E	z_E	alpha [°]
1	heb1000	210.000,	50	20	0

Tabellenblatt „Profile“



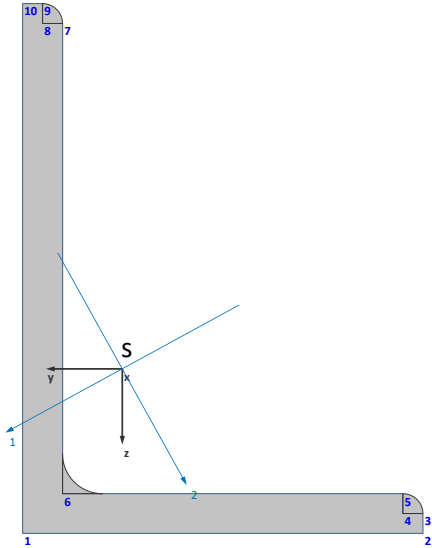
Normalspannungen in kN/cm^2 (links Lastfall 1, rechts Lastfall 2)



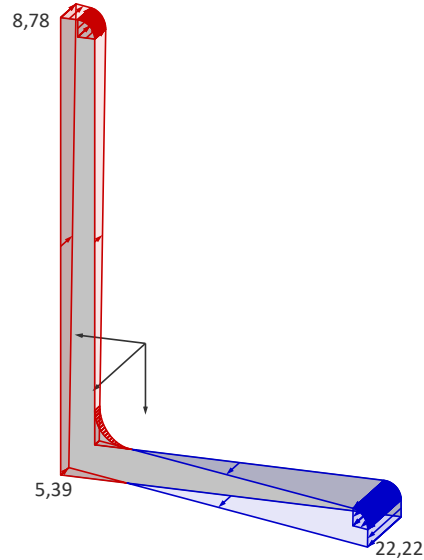
Kernfläche mit Gummiband

Ungleichschenkliger Winkel

Ein ungleichschenkliger Winkel 200x150x15 mm aus Stahl wird durch ein Polygon und Viertelkreise modelliert. Das Hilfskoordinatensystem für die Eingabe befindet sich im Punkt 1 des Polygons (links unten).



Querschnitt



Normalspannungen in N/mm²

Eingabe

allgemeine Querschnittswerte berechnen				h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCI fbf FACHBEREICH BAUINGENIEURWESEN					
Anzahl der Polygone =		1	Bezugs-EModul =		210.000	N/mm ²			
Anzahl der Formen =		3	Einheit der Längen =		cm				
Anzahl der Profile =			Einheit der Spannungen =		N/mm ²				
Anzahl der Lastfälle =		1							
Lastfall	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	A =	50,49142707	cm ²	A =	0,005049143	m ²
1		2	2	A _y =	50,49142707	cm ²	A _y =	0,005049143	m ²
				y _s =	-3,7333	cm	y _s =	-0,037332523	m
				z _s =	-6,2093	cm	z _s =	-0,062093445	m
				I _y =	2,022,4	cm ⁴	I _y =	2,02241E-05	m ⁴
				I _z =	979,5	cm ⁴	I _z =	9,79493E-06	m ⁴
				I _{yz} =	-824,1	cm ⁴	I _{yz} =	-8,24117E-06	m ⁴
				φ ₀ =	28,8383	°		28,8383	°

Tabellenblatt „Eingabe“ mit berechneten Querschnittswerte

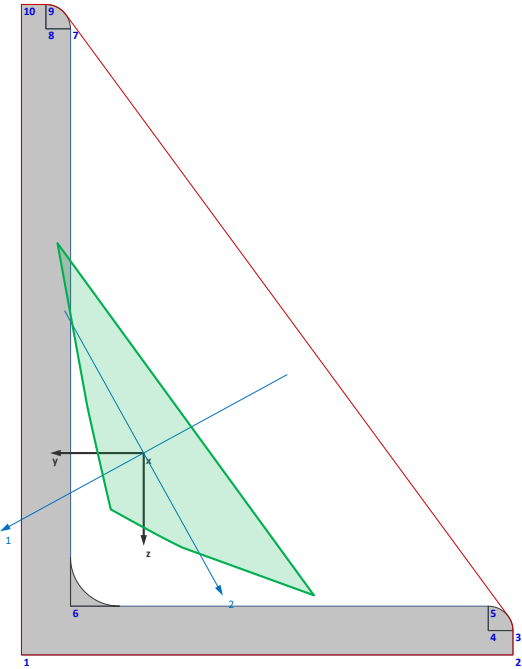
Eingabe der Polygone			
Polygon 1			
Anzahl Eckpunkte =		10	
E-Modul =		210.000	N/mm ²
i	y	z	sigma
1	0	0	-5,39074376
2	-15	0	22,2246329
3	-15	-0,75	22,0455962
4	-14,25	-0,75	20,6648274
5	-14,25	-1,5	20,4857907
6	-1,5	-1,5	-2,98727949
7	-1,5	-19,25	-7,22448138
8	-0,75	-19,25	-8,60525021
9	-0,75	-20	-8,78428691
10	0	-20	-10,1650557

Tabellenblatt „Polygon“

Eingabe der Formen

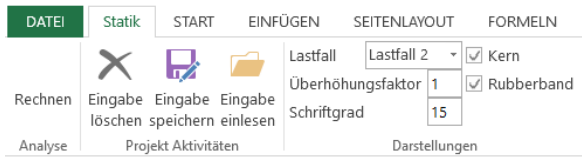
i	Typ	Art	E-Modul	y_E	z_E	D, r	alpha [°]
1	3		210.000,	-14,3	-0,75	0,75	180
2	3		210.000,	-0,8	-19,25	0,75	180
3	4		210.000,	-1,5	-1,5	1,5	180

Tabellenblatt „Formen“



Kernfläche mit Gummiband

Menüband (Ribbon)



Für die Programmsteuerung gibt es im Menüband den Reiter „Statik“. Eine Neuberechnung wird durch Klicken des Buttons *Rechnen* gestartet. In der Gruppe *Projekt Aktivitäten* befinden sich 3 Buttons. Der Button *Eingabe löschen* entfernt in allen Eingabezellen vorhandene Eingaben.

Die Eingabedaten eines vorhandenen Projekts können mit *Eingabe speichern* in eine separate Excel Datei (*.xlsx) gesichert werden. Diese Datei enthält nur die Eingabedaten und keinen ausführbaren Code. Mit dem Button *Eingabe einlesen* kann eine zuvor gesicherte Eingabe wieder eingelesen werden. Danach ist eine Neuberechnung erforderlich. Die in Zellen vorhandenen Daten werden überschrieben.

Der Vorteil gegenüber der Verwendung von Querschnittswerte_polygonal-allgemein-yz.xlsm besteht darin, dass bei einer neuen Programmversion die Daten nicht händisch kopiert werden müssen.

In der Gruppe *Darstellungen* kann der aktive Lastfall ausgewählt werden. Eine Änderung der Auswahl erfordert keine Neuberechnung.

Die Änderung des Überhöhungsfaktors für die Spannungen und des Schriftgrades erfordern eine Neuberechnung.

Die Änderung der Kontrollkästchen für die Darstellung des Kernquerschnittes und des Gummibandes (Rubberband) erfordert eine Neuberechnung.

Literatur

- [1] Fleßner, H.: Ein Beitrag zur Ermittlung von Querschnittswerten mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen, Bauingenieur 37 (1962), S. 146-149