

Fassung
Januar 2012

Programme

RF-TENDON

RF-TENDON Design

Spannbetonbemessung für Stäbe

Schulungsbeispiel

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der INGENIEUR-SOFTWARE DLUBAL GMBH ist es nicht gestattet, diese Programmbeschreibung oder Teile daraus auf jedwede Art zu vervielfältigen.

© Ingenieur-Software Dlubal GmbH
Am Zellweg 2 D-93464 Tiefenbach

Tel.: +49 (0) 9673 9203-0
Fax: +49 (0) 9673 9203-51
E-Mail: info@dlubal.com
Web: www.dlubal.de

Inhalt

| Inhalt | | Seite | Inhalt | | Seite |
|--------|--|-----------|--------|--|-----------|
| 1. | Einleitung | 4 | 2.9 | Protokoll | 32 |
| 1.1 | Übersicht | 4 | 2.10 | RF-TENDON beenden | 32 |
| 1.2 | Unterlagen | 5 | 3. | RF-TENDON Design | 33 |
| 2. | RF-TENDON | 6 | 3.1 | Bewehrungseingabe in RF-TENDON Design | 33 |
| 2.1 | RF-TENDON starten | 6 | 3.1.1 | Bewehrung in anderen Schnitt kopieren | 39 |
| 2.2 | Eingabe der Bauphasen | 7 | 3.1.2 | Bewehrung der Lagerquerschnitte | 41 |
| 2.3 | Eingabe des Bemessungsträgers | 10 | 3.1.3 | Kontrolle der Bewehrung | 48 |
| 2.4 | Anordnung der Spannglieder | 11 | 3.1.4 | Bauteildaten | 49 |
| 2.4.1 | Spannglied Nr.1 - Eigenschaften | 13 | 3.1.5 | Bauphasen | 49 |
| 2.4.2 | Spannglied Nr.1 - Geometrie | 14 | 3.1.6 | Einwirkungsphasen im Schnitt | 49 |
| 2.4.3 | Anordnung des Spannglieds Nr.2 | 15 | 3.1.7 | Schnittgrößen im Schnitt | 50 |
| 2.4.4 | Spannglied Nr.2 - Eigenschaften | 16 | 3.2 | Nachweise | 51 |
| 2.4.5 | Spannglied Nr.2 - Geometrie | 17 | 3.2.1 | Bemessung für aktuellen Schnitt | 51 |
| 2.5 | Bemessung der Vorspannkraft | 19 | 3.2.2 | Bemessung für alle Schnitte | 55 |
| 2.5.1 | Ersatzlast | 19 | 3.3 | Protokoll | 56 |
| 2.5.2 | Belastungsausgleich | 21 | 3.3.1 | Protokoll für aktuellen Schnitt | 56 |
| 2.6 | Kurzzeitverluste | 22 | 3.3.2 | Protokoll für alle Schnitte | 56 |
| 2.6.1 | Detaillierte Darstellung | 23 | 3.4 | RF-TENDON Design beenden | 59 |
| 2.7 | Ergebnisse für Bemessungsträger | 25 | A | Literatur | 60 |
| 2.8 | Bemessungsträgernachweis | 29 | B | Index | 61 |
| 2.8.1 | Bauphasen | 29 | | | |
| 2.8.2 | Nachweispositionen | 29 | | | |
| 2.8.3 | Bemessung der Positionen | 31 | | | |

1. Einleitung

1.1 Übersicht

Dieses Schulungsbeispiel beschreibt den Entwurf von Spanngliedern (Tendons) in einem Bemessungsträger und die nachfolgende Bemessung anhand eines vorgespannten Dachbinders mit den Programmen RF-TENDON und RF-TENDON Design.

Bei dem vorgespannten Dachbinder handelt es sich um das Beispiel 8 aus „Beispiele zur Bemessung nach Eurocode 2“ des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins e.V. [1].

Die Module RF-TENDON und RF-TENDON Design wurden so vorbereitet, dass das Beispiel auch mit den Demoversionen von RF-TENDON und RF-TENDON Design eingegeben und berechnet werden kann.

Das Schulungsbeispiel besteht aus mehreren Teilen:

- 1) diesem Textdokument, in dem alle Schritte und Erklärungen für die richtige Eingabe und Berechnung des Beispiels beschrieben werden
- 2) der RFEM-Datei „Beispiel DachbinderStart.rf4“ , in der das statische Modell in RFEM fertig eingegeben wurde und die Arbeit mit den Modulen RF-TENDON und RF-TENDON Design direkt begonnen werden kann
- 3) der RFEM-Datei „Beispiel DachbinderEnd.rf4“ mit der kompletten Eingabe und Berechnung in den Modulen RF-TENDON und RF-TENDON Design (dient zur Kontrolle der Eingaben)
- 4) dem Protokoll Standard und Detailliert aus dem Modul RF-TENDON
- 5) dem Protokoll Kurz, Standard und Detailliert aus dem Modul RF-TENDON Design

Die Beschreibung der Module RF-TENDON und RF-TENDON Design orientiert sich an der Reihenfolge und am Aufbau der Eingabe- und Ergebnismasken.

Dieses Schulungsbeispiel enthält auch ein Stichwortverzeichnis. Sollten Sie trotzdem nicht fündig werden, steht auf unserer Website www.dlubal.de eine Suchfunktion zur Verfügung, mit der Sie in der Liste aller Fragen und Antworten nach bestimmten Kriterien filtern können.

1.2 Unterlagen

Das statische System und Schema für die Belastung werden in den folgenden Bildern dargestellt.

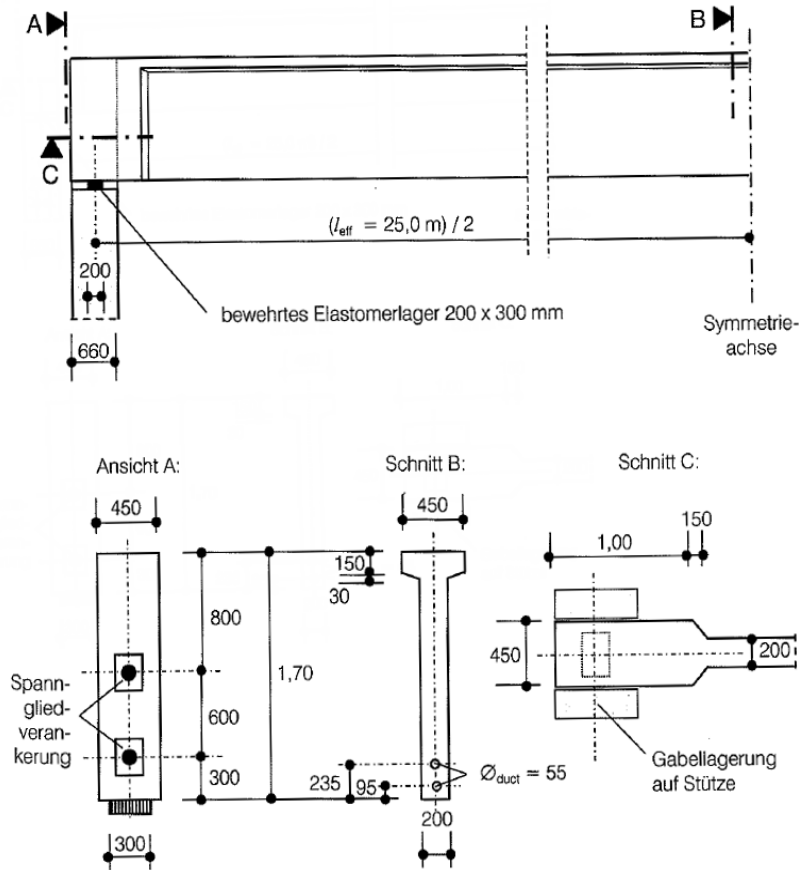


Bild 1.1: Statisches System

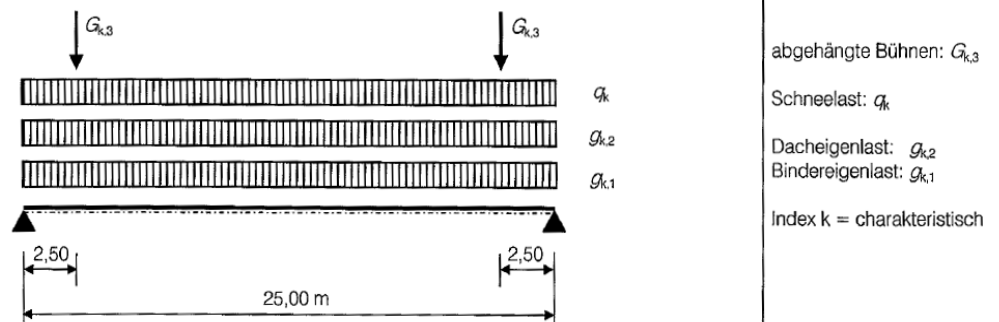


Bild 1.2: Belastung

2. RF-TENDON

2.1 RF-TENDON starten

RF-TENDON wird über das RFEM-Menü

Zusatzmodule → Externe Zusatzmodule → RF-TENDON

gestartet.

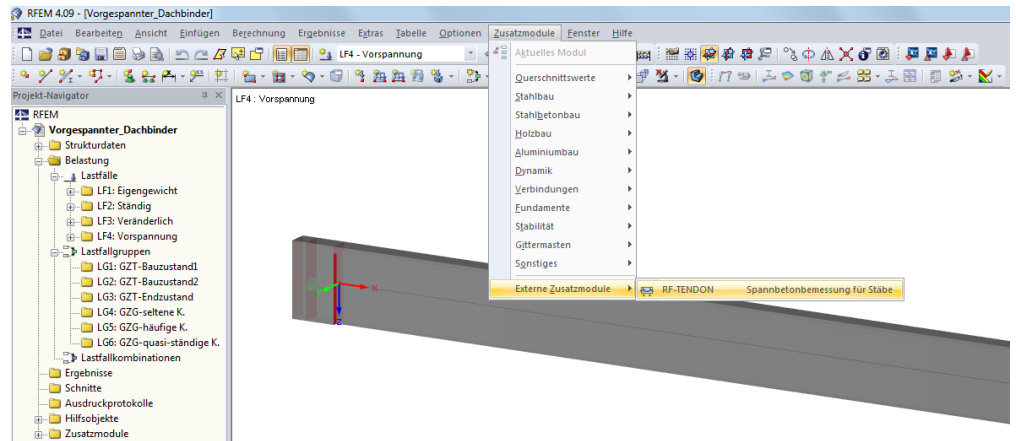


Bild 2.1: Menü Zusatzmodule → Externe Zusatzmodule → RF-TENDON

Das folgende Bild zeigt den Start des Moduls. Bei dem ersten Start wurden die Dateien aus RFEM im RF-TENDON importiert.

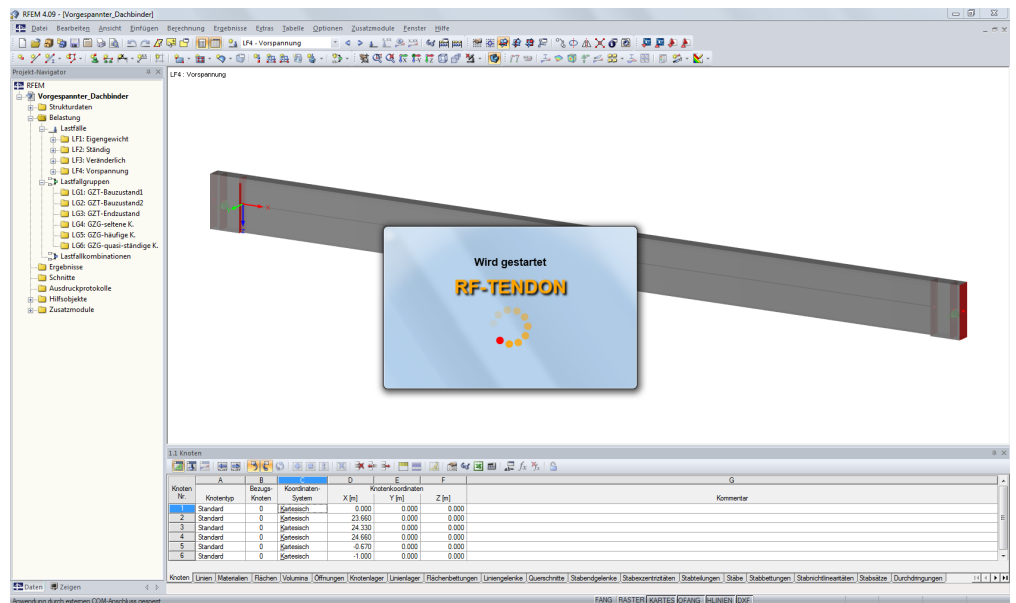


Bild 2.2: Start des Moduls RF-TENDON

Beim Import der Strukturelemente und Belastungen werden diese auf Richtigkeit untersucht. Sollten Korrekturen notwendig sein, wird nachfolgender Dialog gezeigt:



Bild 2.3: Meldung beim Import

In diesem Fall wurden alle Lastgruppen (LG) auf den Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) geändert, da diese LGs keine eindeutige Zuteilung zu einer Bemessungssituation aus RFEM besitzen. Die Bemessungssituation wird für die automatische Aufteilung der Lasten in die Ergebnisklassen verwendet.

Mit [In Datei speichern] kann diese Meldung in einem Importbericht gespeichert werden.

Dieser Dialog wird nur beim ersten Import der Daten in RF-TENDON gezeigt. Bei jedem weiteren Dateiaustausch zwischen RFEM und RF-TENDON wird dieser Dialog für die Importergebnisse nicht automatisch angezeigt. Er kann aber möglich manuell nochmals im Modul mit der [Info]-Schaltfläche geöffnet werden.



Bild 2.4: [Info]-Schaltfläche in RF-TENDON

2.2 Eingabe der Bauphasen

Nach dem Import der RFEM-Daten startet automatisch die Eingabemaske 1.1 *Bauphasen*.

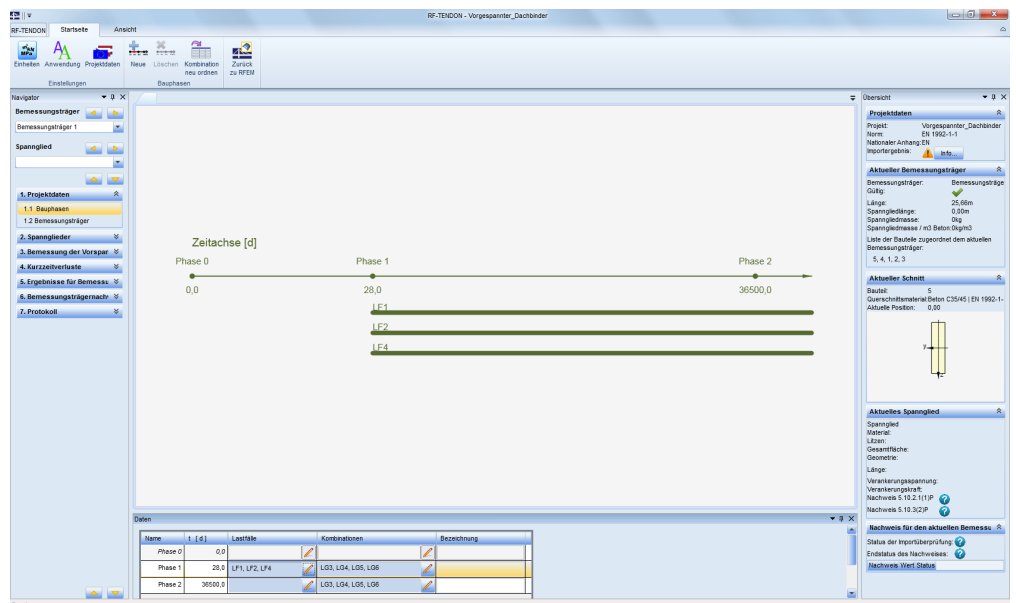


Bild 2.5: Maske 1.1: Bauphasen

Das Modul bildet automatisch zwei Bauphasen und ordnet standardmäßig alle ständige Lastfälle (hier LF1, LF2) und die Vorspannung (hier LF4) der Phase 1 zu. Veränderliche Lastfälle (hier LF3) werden nicht berücksichtigt. Die Zuordnung der Lastfälle wird auch grafisch dargestellt. Diese Zuordnung kann manuell korrigiert werden, wie es im Bild unten gezeigt ist. In der Zeitachse sind nur ständige Lastfälle zu definieren.

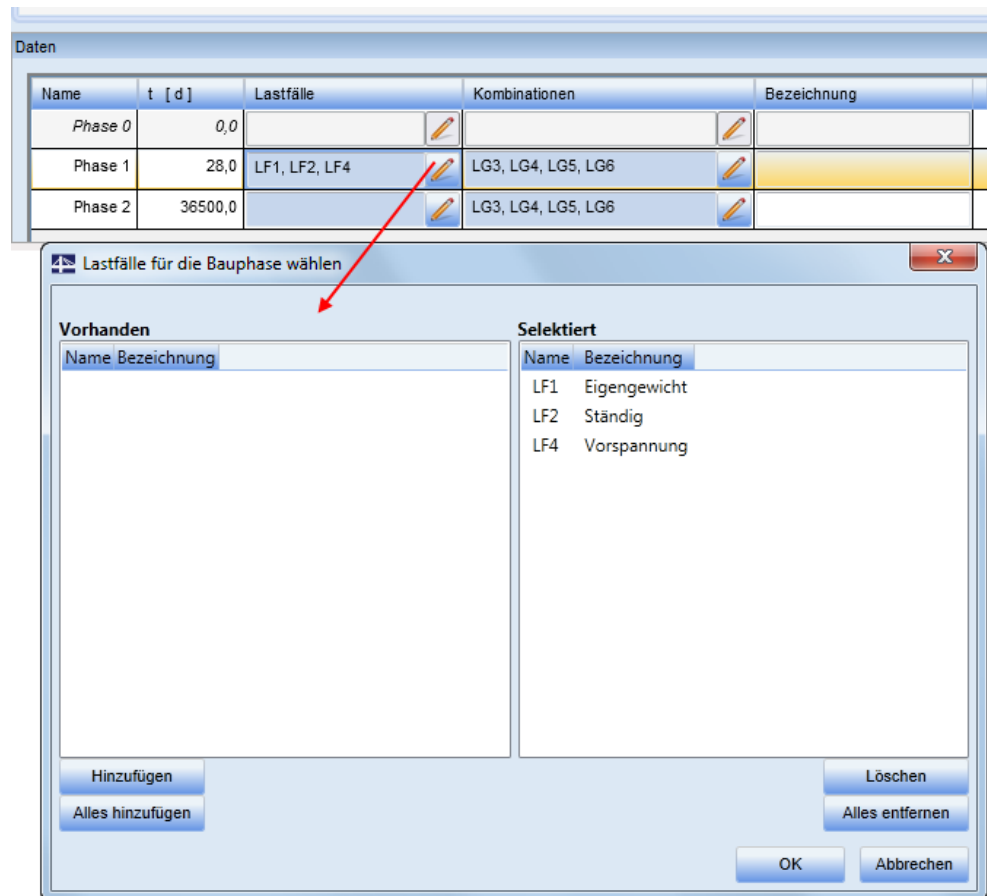


Bild 2.6: Lastfälle

Das Modul ordnet anschließend automatisch die Lastfallgruppen allen Bauphasen zu, für die alle zu dieser Bauphase möglichen ständigen Lastfälle (hier LF1, LF2, LF4) möglich sind. In unserem Fall wurden also LG3, LG4, LG5, LG6 der Bauphase 2 zugeordnet. LG1 und LG2 wurden nicht zugeordnet, da LF2 nicht beinhaltet ist. Diese Zuordnung kann manuell korrigiert werden, wie das folgende Bild zeigt.

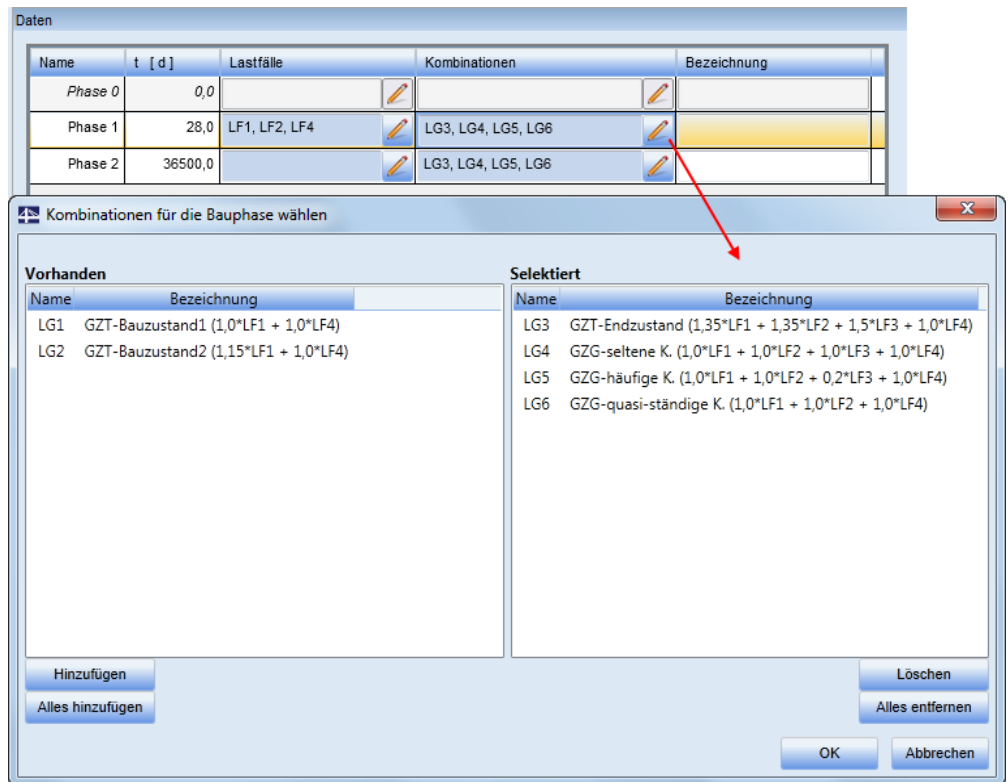


Bild 2.7: Kombinationen

In unserem Beispiel wird die Zeit t(d) in der Phase 1 von 28 Tagen auf 5 Tage (Zeit der Vorspannung) und in der Phase 2 von 36500 Tage auf **18250** Tage (50 Jahre) geändert.

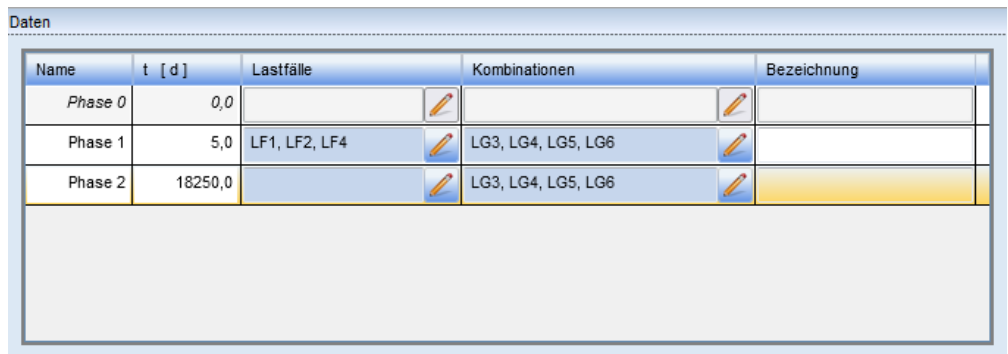


Bild 2.8: Zeit t(d) nach Korrekturen

2.3 Eingabe des Bemessungsträgers

Der nächste Schritt ist die Trägerdefinition in der Maske 1.2 *Bemessungsträger*.

Beim Import wurde automatisch der Bemessungsträger gebildet. Er besteht aus 5 Stäben (hier Nr. 1-5) und ist auf zwei Knotenlagern gelagert. Es ist möglich, den Namen oder die Bezeichnung zu ändern und eventuell auch die Auswahl den Stäbe zu korrigieren. In unserem Fall können wir den Programmvorschlag ohne Änderungen übernehmen.

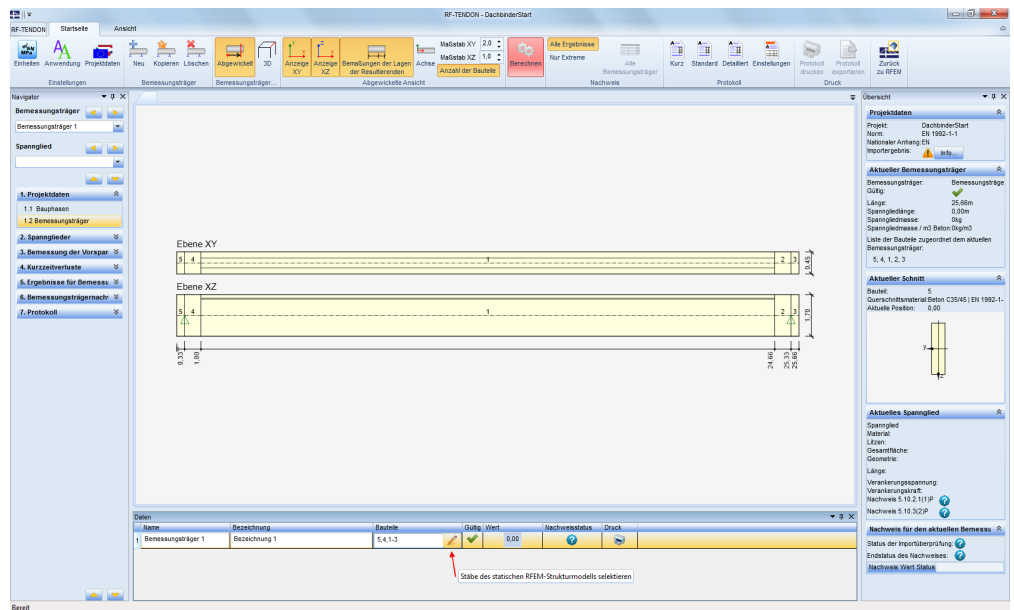


Bild 2.9: Bemessungsträger

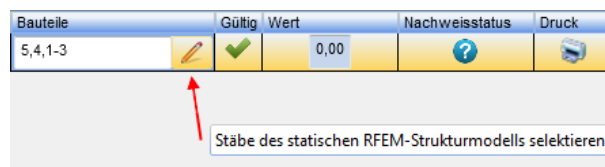


Bild 2.10: Stäbe selektieren

Sollte der Programmvorschlag für den Bemessungsträger nicht verwendet werden oder das Programm konnte keinen Bemessungsträger automatisch erkennen, so kann der Anwender den Bemessungsträger modifizieren bzw. neu generieren. Nach dem Mausklick auf die Schaltfläche [Stäbe selektieren] wird automatisch das RFEM-Fenster angezeigt. Dort kann die Pick-Funktion für die Auswahl der Stäbe genutzt werden.

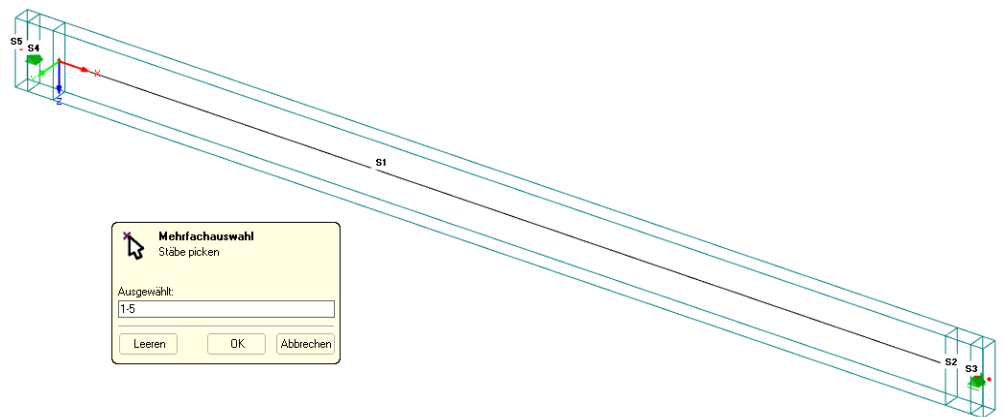


Bild 2.11: Stäbe picken

Im Auswahlfenster sind aktuell die Stäbe 1 bis 5 gewählt. Diese Wahl erfolgt durch manuelle Eingabe und/oder Mausklick. Auf diese Weise können Stäbe selektiert bzw. deselektiert werden. Die [Leeren]-Schaltfläche löscht die Auswahl. Mit [OK] gelangt man wieder zurück in den RF-TENDON-Dialog und kann dort die Arbeit fortsetzen.

Anmerkung: Die Pick-Funktion kann auch mit [Abbrechen] beendet werden, sodass keine Änderungen übernommen werden.

2.4 Anordnung der Spannglieder

In Maske 2.1 **Anordnung der Spannglieder** kann über das Ribbon-Menü ein neues Spannglied definiert werden. Hierfür wird die Schaltfläche [Neue Form 2] gewählt. Diese Form nutzt man für das Einhängen eines parabolischen Spanngliedverlaufes zwischen den Endpunkten des Bemessungsträgers. Beim Anfahren des Buttons mit der Maus wird dazu die Erklärung in einem Tooltip dargestellt.

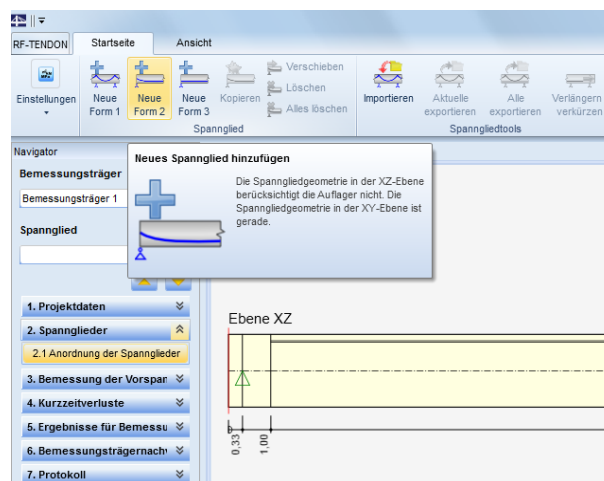


Bild 2.12: Neue Form 2

Anmerkung: Bei einem Durchlaufträger kann man die [Neue Form 1] nutzen. Diese Wahl berücksichtigt die Auflager in der Ebene XZ beim Generieren des parabolischen Spanngliedverlaufes.

Das neue Spannglied wird in den Ebenen XY und XZ gezeichnet.

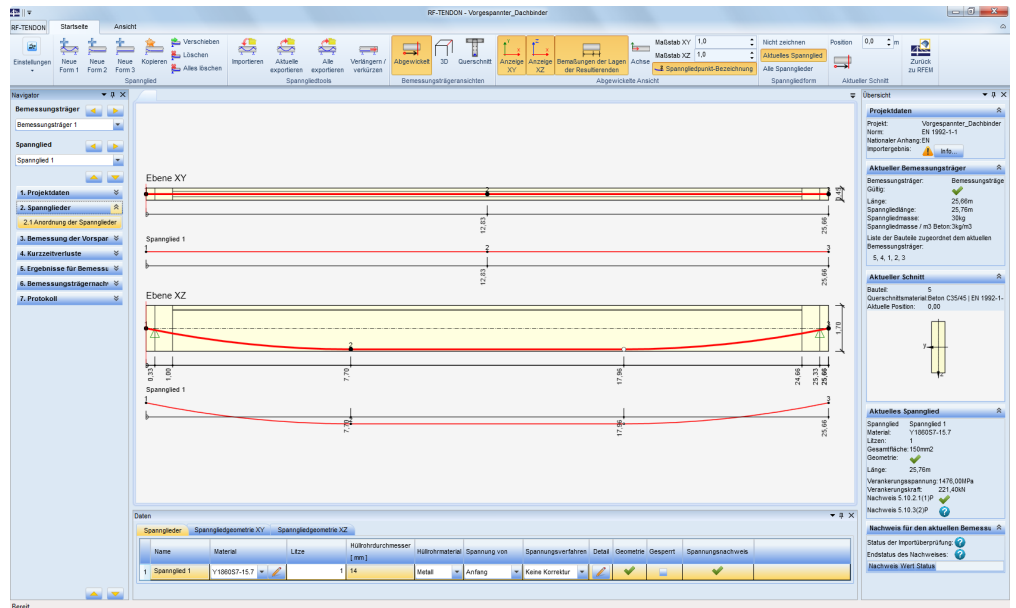


Bild 2.13: Spannglied 1

Nach der Anordnung eines Spanngliedes werden nun auch die weiteren Funktionen zum Verschieben oder Löschen des Spanngliedes aktiviert.

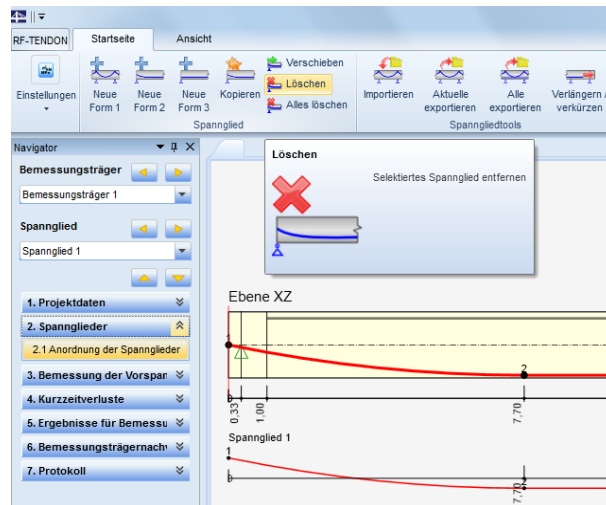


Bild 2.14: Löschen des Spanngliedes

2.4.1 Spannglied Nr.1 - Eigenschaften

Weiter werden die Eigenschaften und die Geometrie des neuen Spannglieds angepasst.

In der Dialogzeile und weiteren Untermenü können die angeführten Werte editiert werden.

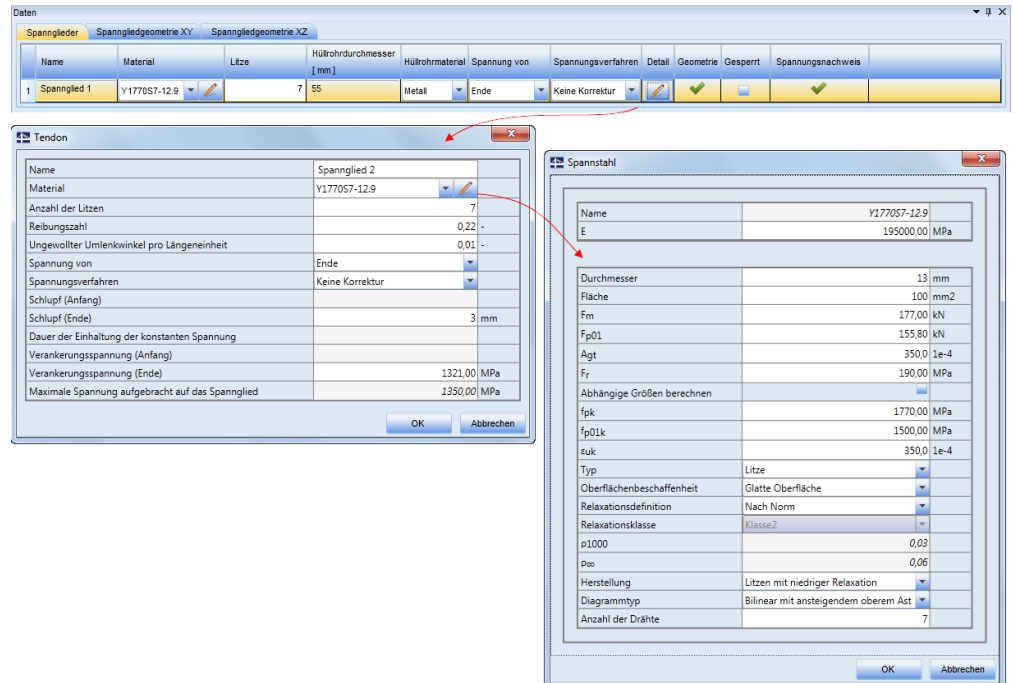


Bild 2.15: Spannglied 1 – Dialogzeile und Untermenüs

Zuerst werden in der Dialogzeile folgende Werte angepasst: Material = Y1770S7-12,9, Litzenanzahl = 7, Hüllrohrdurchmesser = 55 mm, Spannung von = Ende

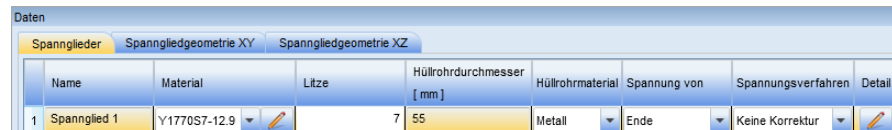


Bild 2.16: Spannglied 1 – Dialogzeile

Unter *Detail* werden die weiteren Eingaben für das Spannverfahren angepasst. Hier erfolgen die Eingaben u. a. auch für die zeitunabhängigen Spannungsverluste: Reibungszahl = 0,22, Ungewollter Umlenkwinkel = 0,01, Aufbringungsort der Vorspannung = Ende, Schlupf (Ende) = 3 mm, Verankerungsspannung (Ende) = 1321 MPa.

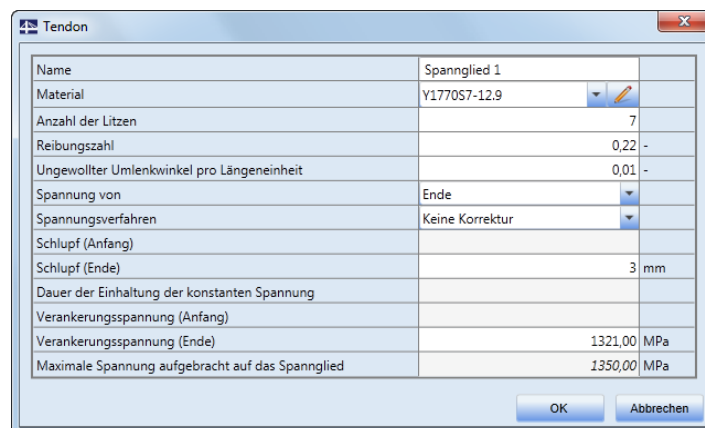


Bild 2.17: Spannglied 1 – Untermenü 1

Zum Schluss wird im zweitem Untermenü noch der Wert $f_{p01k} = 1500$ MPa geändert:

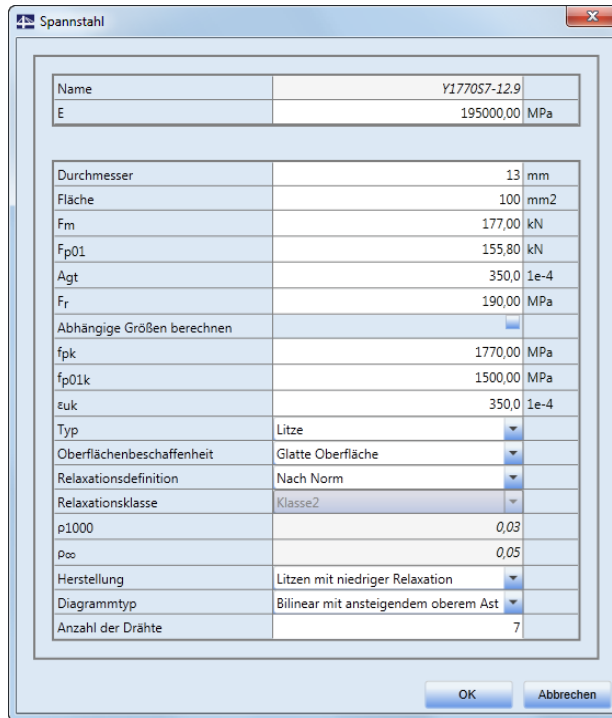


Bild 2.18: Spannglied 1 – Untermenü 2

2.4.2 Spannglied Nr.1 - Geometrie

In der Ebene XY (horizontale Ebene) ist das Spannglied geradlinig und wurde in der Achse des Bemessungsträgers eingegeben. Die Spanngliedführung bleibt in dieser Ebene unverändert.

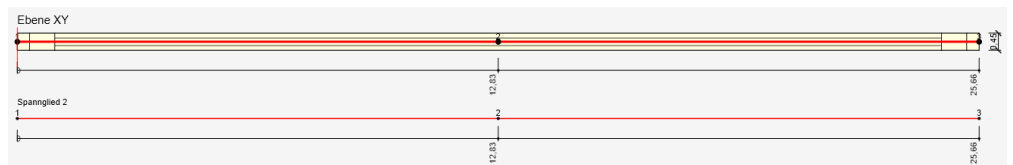


Bild 2.19: Ebene XY

In der Ebene XZ (senkrechte Ebene) besteht das Spannglied aus zwei parabolischen Segmenten und aus einem geradlinigen Segment. Hier ist die Geometrie anzupassen.

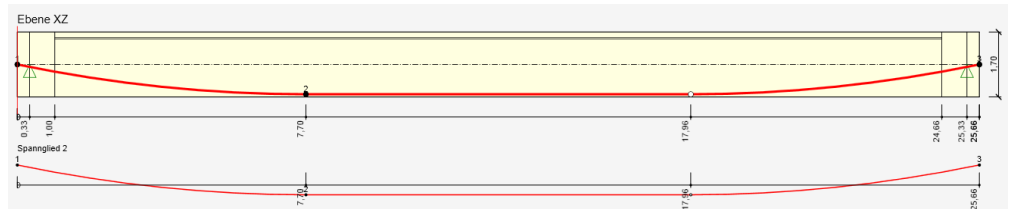


Bild 2.20: Ebene XZ

Dieses Spannglied hat drei charakteristische Punkte (1-3). Diese können manuell in der Tabelle oder einfacher per Mausklick in der Grafik-Ebene XZ gewählt werden. Die Koordinaten lassen sich nachträglich editieren. Der geänderte Punkt wird rot markiert.

Anmerkung: Zum Ändern eines charakteristischen Punkts kann dieser in der Grafik-Ebene XY per Mausklick ausgewählt werden.

| Daten | | | | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------|------------------------|------------------------------------|---|
| Spannglieder | | Spanngliedgeometrie XY | | Spanngliedgeometrie XZ | | |
| Spannglied 1 | | | | | | |
| Geschlossene Spanngliedgeometrie Primäre Geometrie | | | | | | |
| Spanngliedsegmente | | | | | | |
| Anfang x [m] | Ende x [m] | Mit nächstem zusammenführen | Teilen | Segmentgeometrie | Gültig | |
| 1 | 0,00 | 25,66 | - | + | Parabelförmig mit geraden, einzeln | ✓ |

Bild 2.21: Spanngliedgeometrie XZ

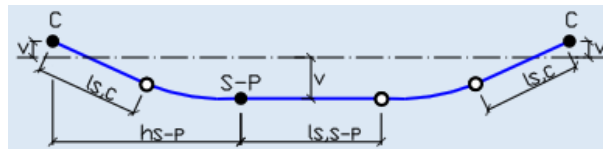


Bild 2.22: Bezogene Punkte in der XZ-Ebene

Die Spanngliedgeometrie XZ wird schrittweise gemäß nachfolgenden Bildern angepasst.

| Spanngliedpunkte | | | Schließpunkt (S) | |
|------------------|--------|-----|---|------------|
| X [m] | v [mm] | | Abgewickelte Ansicht - vertikale Position | |
| 1 | 0,00 | -50 | Bezogen auf | Maximum Z+ |
| 2 | 12,83 | 615 | Abstand Z+ | -900 mm |
| 3 | 25,66 | -50 | Abgewickelte Ansicht - horizontale Position | |
| | | | Gerade Länge - $l_{s,c}$ | 0,00 m |

Bild 2.23: Punkt 1 und Punkt 3

| Spanngliedpunkte | | | Gerade - Parabolischer Punkt (G-P) | |
|------------------|--------|-----|---|---|
| X [m] | v [mm] | | Abgewickelte Ansicht - vertikale Position | |
| 1 | 0,00 | -50 | Bezogen auf | Maximum Z+ |
| 2 | 12,83 | 615 | Abstand Z+ | -235 mm |
| 3 | 25,66 | -50 | Abgewickelte Ansicht - horizontale Position | |
| | | | Bezogen auf | <input checked="" type="radio"/> Links <input type="radio"/> Mittelpunkt <input type="radio"/> Rechts |
| | | | Relativ | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein |
| | | | Abstand - h_{s-p} | 0.5 - |
| | | | Gerade Länge - $l_{s,s-p}$ | 0 - |

Bild 2.24: Punkt 2

Anmerkung: Maximum Z+ bedeutet „die maximale Z+ Koordinate“ (= Trägerunterkante).

2.4.3 Anordnung des Spannglieds Nr.2

Das zweite Spannglied wird wieder über die Schaltfläche [Neue Form 2] im Ribbon-Menü definiert. Die Unterschiede in den Eigenschaften und in der Geometrie werden nachfolgend beschrieben.

2.4.4 Spannglied Nr.2 - Eigenschaften

Das zweite Spannglied wird vom Anfang des Dachbinders angespannt.

| Daten | | | | | | | | |
|------------------------|--------------|--------------|-------|----------------------------|------------------|--------------|--------------------|--------|
| Spannglieder | | | | | | | | |
| Spanngliedgeometrie XY | | | | | | | | |
| Spanngliedgeometrie XZ | | | | | | | | |
| | Name | Material | Litze | Hüllrohrdurchmesser [mm] | Hüllrohrmaterial | Spannung von | Spannungsverfahren | Detail |
| 1 | Spannglied 1 | Y1770S7-12.9 | 7 | 55 | Metall | Ende | Keine Korrektur | |
| 2 | Spannglied 2 | Y1770S7-12.9 | 7 | 55 | Metall | Anfang | Keine Korrektur | |

Bild 2.25: Spannglied 2 - Dialogzeile

Die Verankerungsspannung (Anfang) hat den Wert 1310 MPa.

| Tendon | |
|--|-----------------|
| Name | Spannglied 2 |
| Material | Y1770S7-12.9 |
| Anzahl der Litzen | 7 |
| Reibungszahl | 0,22 - |
| Ungewollter Umlenkwinkel pro Längeneinheit | 0,01 - |
| Spannung von | Anfang |
| Spannungsverfahren | Keine Korrektur |
| Schlupf (Anfang) | 3 mm |
| Schlupf (Ende) | |
| Dauer der Einhaltung der konstanten Spannung | |
| Verankerungsspannung (Anfang) | 1310,00 MPa |
| Verankerungsspannung (Ende) | |
| Maximale Spannung aufgebracht auf das Spannglied | 1350,00 MPa |

Bild 2.26: Spannglied 2 – Untermenü 1

In zweitem Untermenü wird der Wert auf $f_{p01k} = 1500$ MPa geändert.

| Spannstahl | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| Name | Y1770S7-12.9 |
| E | 195000,00 MPa |
| Durchmesser | 13 mm |
| Fläche | 100 mm ² |
| F _m | 177,00 kN |
| F _{p01} | 155,80 kN |
| A _{gt} | 350,0 1e-4 |
| F _r | 190,00 MPa |
| Abhängige Größen berechnen | |
| f _{pk} | 1770,00 MPa |
| f _{p01k} | 1500,00 MPa |
| ε _{uk} | 350,0 1e-4 |
| Typ | Litze |
| Oberflächenbeschaffenheit | Glatte Oberfläche |
| Relaxationsdefinition | Nach Norm |
| Relaxationsklasse | Klasse2 |
| ρ ₁₀₀₀ | 0,03 |
| ρ _∞ | 0,05 |
| Herstellung | Litzen mit niedriger Relaxation |
| Diagrammtyp | Bilinear mit ansteigendem oberem Ast |
| Anzahl der Drähte | 7 |

Bild 2.27: Spannglied 2 – Untermenü 2

2.4.5 Spannglied Nr.2 - Geometrie

Die Geometrie des Spannglieds Nr.2 ist ähnlich wie die Geometrie des Spannglieds Nr.1, aber Spannglied 2 liegt nicht in der Symmetrieachse. Aus diesem Grund wird Spannglied 2 zunächst in der XY Ebene zurück auf die Mittelachse und anschließend in der XZ-Ebene verschoben.

Zuerst ist zu kontrollieren, ob **Spannglied 2** aktiv ist.

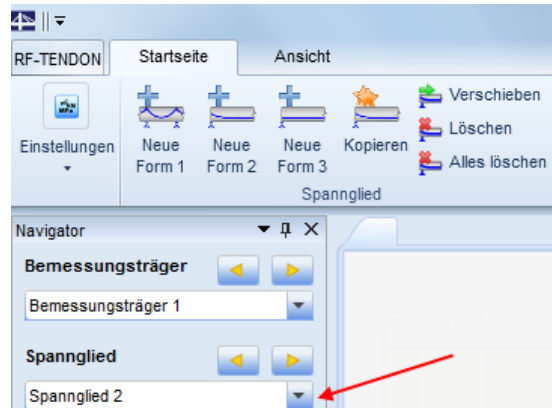


Bild 2.28: Spannglied 2 - aktiv

Im Register *Spanngliedgeometrie XY* ist die *Segmentgeometrie* auf **Mit geraden, einzeln** zu ändern.

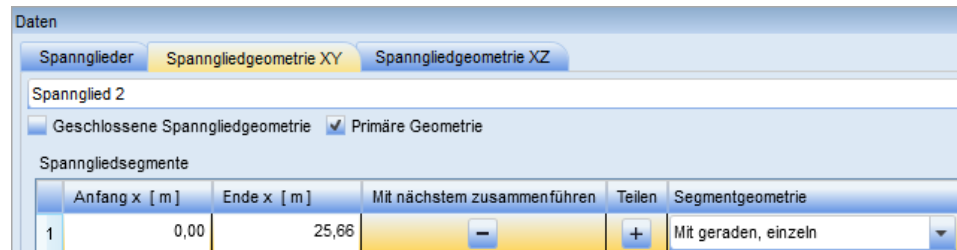


Bild 2.29: Spanngliedgeometrie XY

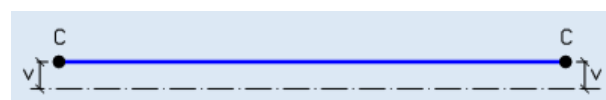


Bild 2.30: Bezogene Punkte in der XY-Ebene

Die Spanngliedgeometrie XY wird nach folgendem Bild geändert.

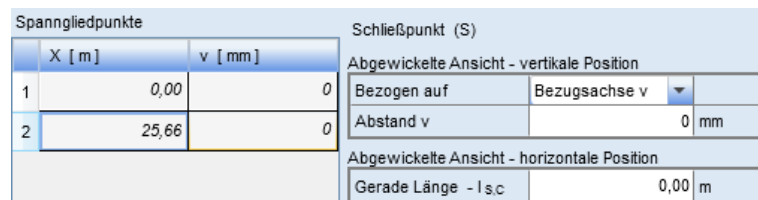


Bild 2.31: Punkt 1 und 2

Danach wird die Spanngliedgeometrie XZ schrittweise wie folgt geändert.

| Spanngliedpunkte | | Schließpunkt (S) | |
|------------------|--------|------------------|--|
| X [m] | v [mm] | | |
| 1 | 0,00 | 550 | |
| 2 | 12,83 | 755 | |
| 3 | 25,66 | 550 | |

| Abgewinkelte Ansicht - vertikale Position | |
|---|------------|
| Bezogen auf | Maximum Z+ |
| Abstand Z+ | -300 mm |

| Abgewinkelte Ansicht - horizontale Position | |
|---|--------|
| Gerade Länge - l _{s,c} | 0,00 m |

Bild 2.32: Punkt 1 und Punkt 3

| Spanngliedpunkte | | Gerade - Parabolischer Punkt (G-P) | |
|------------------|--------|------------------------------------|--|
| X [m] | v [mm] | | |
| 1 | 0,00 | 550 | |
| 2 | 12,83 | 755 | |
| 3 | 25,66 | 550 | |

| Abgewinkelte Ansicht - vertikale Position | |
|---|------------|
| Bezogen auf | Maximum Z+ |
| Abstand Z+ | -95 mm |

| Abgewinkelte Ansicht - horizontale Position | |
|---|---|
| Bezogen auf | <input checked="" type="radio"/> Links <input type="radio"/> Mittelpunkt <input type="radio"/> Rechts |
| Relativ | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein |
| Abstand - h _{s,p} | 0.5 - |
| Gerade Länge - l _{s,s,p} | 0 - |

Bild 2.33: Punkt 2

Die Spanngliedgeometrie wird zur Kontrolle grafisch angezeigt.

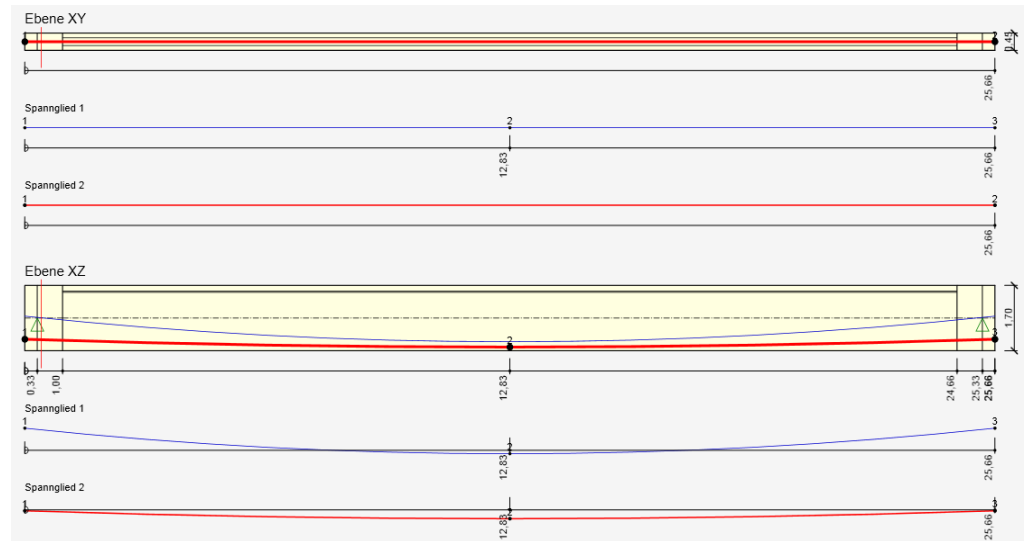


Bild 2.34: Kontrolle der Geometrie

2.5 Bemessung der Vorspannkraft

2.5.1 Ersatzlast

Nach der Anordnung der Spannglieder wird automatisch die Berechnung der äquivalenten Ersatzlasten aus der Vorspannung in Maske 3.1 *Ersatzlast* durchgeführt und angezeigt.

Dann werden im oberen Menü folgende Einstellungen getroffen. Wichtig ist, die Ersatzlast von allen Spanngliedern darstellen zu lassen. Es ist aber genauso möglich, von jedem Spannglied getrennt die Ersatzlast zu betrachten.



Bild 2.35: Menüeinstellungen

Die Feinheit der ermittelten/aufgebrachten Ersatzlasten ist abhängig von dem definierten Differenzwinkel.

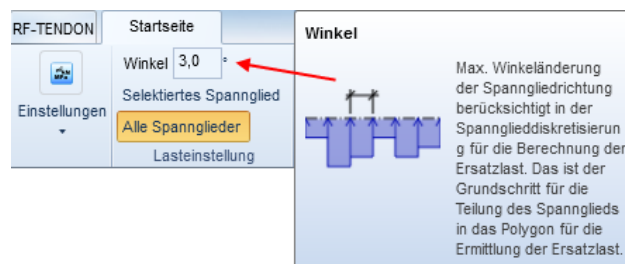


Bild 2.36: Einstellung für Teilung des Spannglieds

Standardmäßig ist ein *Winkel* von $3,0^\circ$ als Differenzwinkel definiert.



Bild 2.37: Unterschiedliche Menge von Impulsen – Darstellung = Punkte

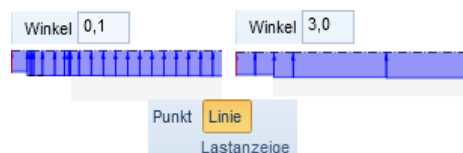


Bild 2.38: Unterschiedliche Menge von Impulsen – Darstellung = Linie

Anmerkung: Bei der Rückkehr nach RFEM wird im Lastfall *Vorspannung* (hier LF4) die neue Belastung (= Ersatzlast aus Vorspannung) gespeichert. Die Ersatzlast wird in Form von Einzellasten in Abhängigkeit der Einstellung für die Teilung des Spannglieds zur Ermittlung der Ersatzlast (Differenzwinkel) angesetzt.

Das folgende Bild zeigt die komplette Ersatzlast.

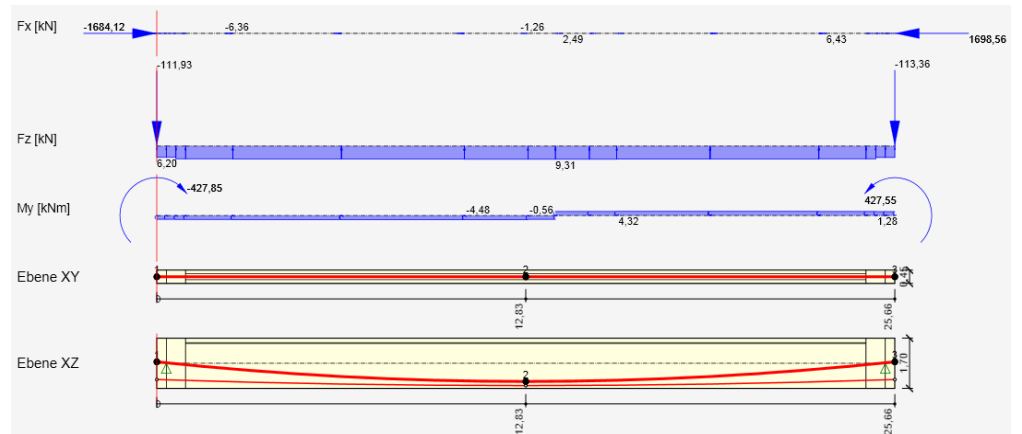


Bild 2.39: Ersatzlast – grafisch

Alle Werte können auch im Protokoll angesehen werden, hier z. B. die Einzellast.

| Spannglieder | | Spanngliedgeometrie XY | | Spanngliedgeometrie XZ | | Protokoll | | |
|---|---|------------------------|--------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Einzellast | | | | | | | | |
| Spanngliedname | Index | x [m] | F_x [kN] | F_y [kN] | F_z [kN] | M_x [kNm] | M_y [kNm] | M_z [kNm] |
| Alle | 1 | 0,00 | 1684,12 | 0,00 | 111,93 | 0,00 | 427,85 | 0,00 |
| | 2 | 25,66 | -1698,56 | 0,00 | 113,36 | 0,00 | -427,55 | 0,00 |
| Erläuterung der Symbole für die Einzellast | | | | | | | | |
| Symbol | Erläuterung | | | | | | | |
| Spanngliedname | Spanngliedname | | | | | | | |
| Index | Index des aktuellen Impulses der Einzellast | | | | | | | |
| x | x-Koordinate im Koordinatensystem des Bemessungsträgers | | | | | | | |
| F_x | Größe der Einzellast in x-Richtung | | | | | | | |
| F_y | Größe der Einzellast in y-Richtung | | | | | | | |
| F_z | Größe der Einzellast in z-Richtung | | | | | | | |
| M_x | Größe des Einzelmomentes um x-Achse | | | | | | | |
| M_y | Größe des Einzelmomentes um y-Achse | | | | | | | |
| M_z | Größe des Einzelmomentes um z-Achse | | | | | | | |

Bild 2.40: Einzellast - Werte

2.5.2 Belastungsausgleich

Weiter wird die Belastung für den Entwurf der Spannkraft in Maske 3.2 *Belastungsausgleich* ausgeglichen. Zuerst wird die Ergebnisklasse für Belastungsausgleich definiert. Für den Belastungsausgleich werden nur die ständigen Belastungen – LF1, LF2 verwendet.

Die Definition ist über den *Ergebnisklassenmanager* möglich.

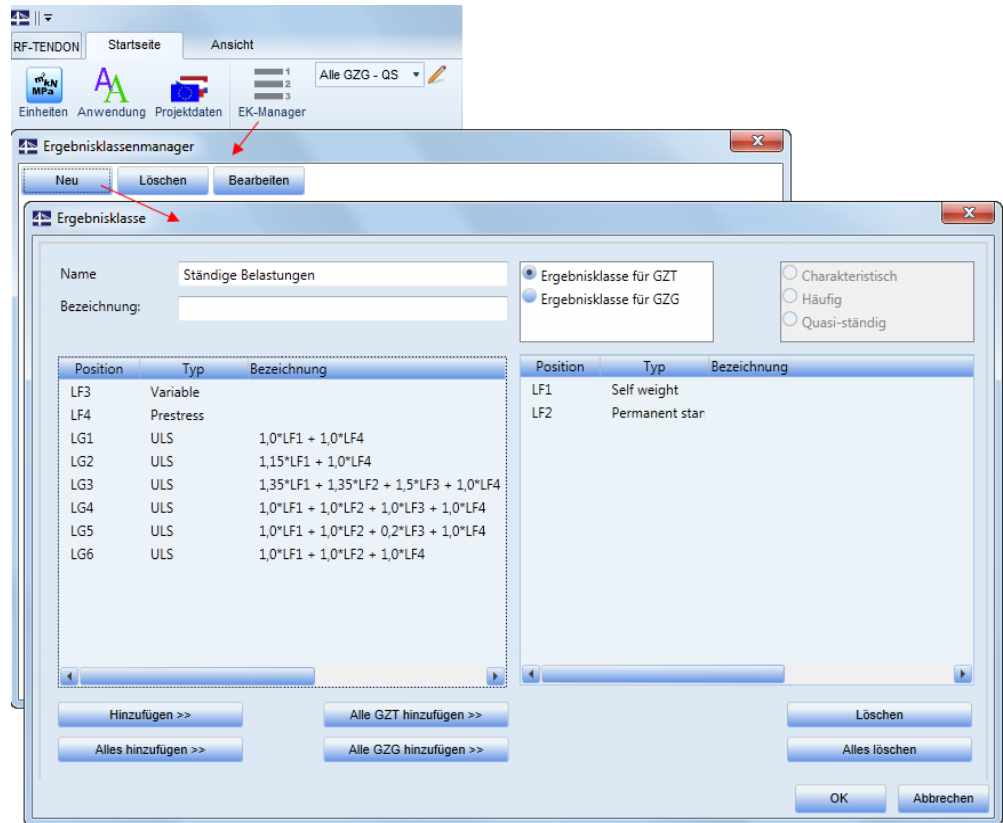


Bild 2.41: Ergebnisklassenmanager

Nach der Zuordnung der Lastgruppen zu der Ergebnisklasse *Ständige Belastungen* wird diese im Auswahlfeld eingestellt.



Bild 2.42: Ergebnisklasse wählen

Anschließend wird die ausgeglichene Belastung für alle Spannglieder gezeigt. Wahlweise ist die Anzeige auch für selektierte Spannglieder möglich.

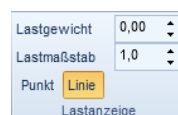


Bild 2.43: Einstellungen für die Darstellung der Lasten

Die Darstellung der Lasten ist mit zwei Einstellungen steuerbar. Über das *Lastgewicht* wird das Verhältnis zwischen der dargestellten Last und der maximalen Last definiert. Mit dem empfohlenen Wert von 0,00 werden alle Lasten mit den wirklichen Größen proportional dargestellt. Mit dem Wert 1,00 werden alle Lasten als gleiche Lastgröße angezeigt. Wenn

der Wert -0,50 eingestellt wird, werden nur die Belastungen dargestellt, die mindestens die Hälfte des Lastniveaus der Maximallast haben. Bei dem Wert -1,00 wird nur die maximale Last angezeigt. Der *Lastmaßstab* definiert den Koeffizienten, mit dem alle dargestellten Lasten vergrößert bzw. verkleinert werden. Der empfohlene Wert ist 1,00.

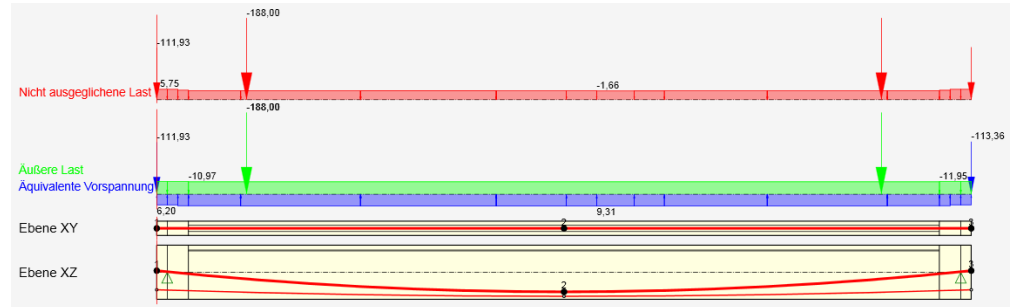


Bild 2.44: Ausgeglichenen Belastung

Im Bild oben sind die Belastungen farbig gezeichnet:

- Nicht ausgeglichene Last – rot
- Äußere Last – grün
- Äquivalente (Last von der) Vorspannung – blau

Anmerkung: Ist die nicht ausgeglichene Last zu groß, so ist es empfehlenswert, die Spanngliedeigenschaften und/oder Spanngliedgeometrie zu modifizieren (z. B. Anzahl der Litzen erhöhen und oder einen anderen Spanngliedverlauf wählen). Die nicht ausgeglichene Last ist die Last, die durch die aufgebrauchte Vorspannkraft nicht aufgenommen werden kann.

2.6 Kurzzeitverluste

Die Spannungen nach den Kurzzeitverlusten werden in Maske 4.1 *Zusammenfassung* als Übersicht in einer Tabelle angezeigt und in Maske 4.2 *Spannung im Spannglied/Verluste* grafisch und tabellarisch mit allen Details dargestellt.

Die Parameter für die Kurzzeitverluste (Relaxationsverlust, Reibungsverluste und Verlust infolge Schlupf) wurden bereits in Maske 2.1 *Anordnung der Spannglieder* definiert.

| Name | Material | Litze | Hüllrohrdurchmesser [mm] | Hüllrohrmaterial | Spannung von | Spannungsverfahren | Detail | Geometrie | Gesperrt | Spannungsnachweis |
|--------------|--------------|-------|--------------------------|------------------|--------------|--------------------|--------|-----------|----------|-------------------|
| Spannglied 1 | Y177057-12.9 | 7 | 55 | Metall | Ende | Keine Korrektur | | ✓ | | ✓ |
| Spannglied 2 | Y177057-12.9 | 7 | 55 | Metall | Anfang | Keine Korrektur | | ✓ | | ✓ |

Spannstahl

Name: Y177057-12.9
E: 195000,00 MPa

Durchmesser: 13 mm
Fläche: 100 mm²
Fm: 177,00 kN
Fp01: 155,80 kN
Agf: 350,0 1e-4
Fr: 190,00 MPa

Abhängige Größen berechnen

fpk: 1770,00 MPa
fp01k: 1500,00 MPa
tuk: 350,0 1e-4

Typ: Litze
Oberflächenbeschaffenheit: Glatte Oberfläche
Relaxationsdefinition: Nach Norm
Relaxationsklasse: Klasse2
p1000: 0,03
p00: 0,05
Herstellung: Litzen mit niedriger Relaxation
Diagrammtyp: Bilinear mit ansteigendem oberem Ast
Anzahl der Drähte: 7

Tendon

Name: Spannglied 2
Material: Y177057-12.9

Anzahl der Litzen: 7
Reibungszahl: 0,22 -
Ungewollter Umlenkwinkel pro Längeneinheit: 0,01 -
Spannung von: Anfang
Spannungsverfahren: Keine Korrektur
Schlupf (Anfang): 3 mm
Schlupf (Ende):
Dauer der Einhaltung der konstanten Spannung:
Verankerungsspannung (Anfang): 1310,00 MPa
Verankerungsspannung (Ende):
Maximale Spannung aufgebracht auf das Spannglied: 1350,00 MPa

Bild 2.45: Parameter für die Kurzzeitverluste

Die Zusammenfassung wird in der Tabelle mit Erläuterung dargestellt. Dort wurden zwei Nachweise durchgeführt:

- 5.10.2.1.(1)P Maximale Vorspannkraft
- 5.10.3 (2)P Vorspannkraft nach Vorspannen und Verankern

Vorspannung

| Name | Material | A _p [mm ²] | Länge [m] | L _s [m] | L _{arc} [m] | R _{min} [m] | θ [°] |
|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Litze | σ _a [MPa] | σ _{min} [MPa] | σ _{max} [MPa] | e _{ba} [mm] | e _{aa} [mm] | L _{set} [m] |
| Spannglied 1 | Y1770S7-12.9 | 700 | 25,71 | 0,00 | 25,71 | 123,83 | 11,8 |
| | 7 | 1321,00 | 1192,90 | 1265,65 | 166 | 163 | 10,79 |
| Spannglied 2 | Y1770S7-12.9 | 700 | 25,66 | 0,00 | 25,66 | 401,47 | 3,7 |
| | 7 | 1310,00 | 1219,79 | 1264,09 | 166 | 163 | 12,98 |

| Name | σ _{ini,max} [MPa] | σ _{lim} [MPa] | Nachweis 5.10.2.1(1)P | σ _{min} [MPa] | σ _{max} [MPa] | σ _{pm0} [MPa] | Nachweis 5.10.3(2)P |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Spannglied 1 | 1321,00 | 1350,00 | ✓ | 1192,90 | 1265,65 | 1275,00 | ✓ |
| Spannglied 2 | 1310,00 | 1350,00 | ✓ | 1219,79 | 1264,09 | 1275,00 | ✓ |

| Symbol | Erläuterung |
|----------------------|---|
| A _p | Spanngliedfläche |
| Länge | Spanngliedlänge |
| L _s | Summe der Längen der geraden Teile des Spannglieds |
| L _{arc} | Summe der Längen der gebogenen Teile des Spannglieds |
| θ | Kumulativer Umlenkwinkel |
| R _{min} | Minimalradius |
| σ _a | Verankerungsspannung |
| σ _{min} | Minimalspannung |
| σ _{max} | Maximale Spannung |
| e _{ba} | Theoretische Dehnung des Spanngliedes vor Verankerung |
| e _{aa} | Theoretische Dehnung des Spanngliedes nach Verankerung |
| L _{set} | Länge beeinflusst durch Schlupf |
| σ _{ini,max} | Maximale Anfangsspannung im Spannglied |
| σ _{lim} | Grenzwert der Spannung im Spannglied |
| Nachweis 5.10.3(2)P | Nachweis der maximalen Spannung aufgebracht auf das Spannglied nach 5.10.2.1 (1)P |
| σ _{pm0} | Spannung unmittelbar nach Verankerung |
| Nachweis 5.10.3(2)P | Max. Wert des Spannungsnachweises appliziert auf das Spannglied nach 5.10.3 (2)P |

Bild 2.46: Zusammenfassung für die Kurzzeitverluste

2.6.1 Detaillierte Darstellung

Nach dem Öffnen der Maske 4.2 *Spannung im Spannglied/Verluste* ist möglich, die Kurzzeitverluste grafisch und tabellarisch für ein bestimmtes Spannglied detailliert darzustellen.

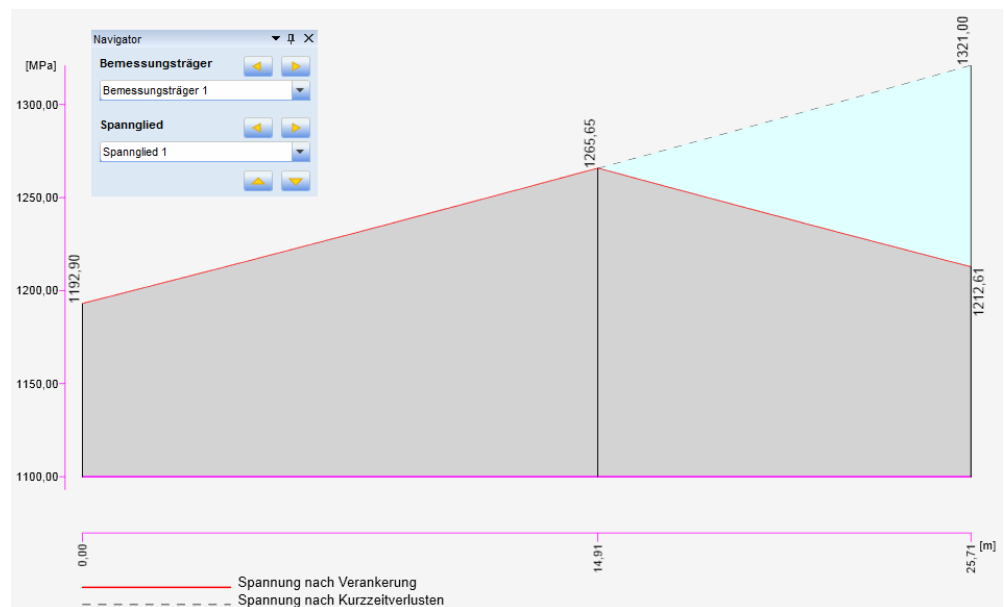


Bild 2.47: Grafische Darstellung

Berechnung der Kurzzeitverluste

Spannglied : Spannglied 1

Spannungsnachweis im Spannglied unmittelbar nach Vorspannung oder Übertragung nach 5.10.3(2)

| Minimalspannung [MPa] | Maximale Spannung [MPa] | Spannung unmittelbar nach Verankerung σ_{pm0} [MPa] | Spannungsnachweis |
|----------------------------|------------------------------|---|-------------------|
| 1192,90 | 1265,65 | 1275,00 | ✔ |

Eingabewerte und Zwischenergebnisse

| | |
|--|---------------------|
| Spanngliedfläche | 700 mm ² |
| Spanngliedlänge | 25,71 m |
| Summe der Längen der geraden Teile des Spannglieds | 0,00 m |
| Summe der Längen der gebogenen Teile des Spannglieds | 25,71 m |
| Kumulativer Umlenkwinkel | 11,8 ° |
| Minimalradius | 123,83 m |
| Verankerungsspannung | 1321,00 MPa |
| Minimalspannung | 1192,90 MPa |
| Maximale Spannung | 1265,65 MPa |
| Theoretische Dehnung des Spanngliedes vor Verankerung | 166 mm |
| Theoretische Dehnung des Spanngliedes nach Verankerung | 163 mm |
| Länge beeinflusst durch den Ankerkörper - Ende | 10792 mm |

Kurzfristige Verluste

| d_x [m] | $\Delta\sigma_{pu}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{pw}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{pr}$ [MPa] | $\sigma_{pr,cor}$ [MPa] | σ_{p0} [MPa] | $\Delta\sigma_{pr}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{pr,cap}$ [MPa] |
|----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| 0,00 | -128,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1192,90 | 0,00 | -41,46 |
| 1,00 | -123,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1197,62 | 0,00 | -42,12 |
| 2,00 | -118,61 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1202,39 | 0,00 | -42,81 |
| 3,00 | -113,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1207,17 | 0,00 | -43,49 |
| 4,00 | -109,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1211,94 | 0,00 | -44,18 |
| 5,00 | -104,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1216,77 | 0,00 | -44,91 |
| 6,00 | -99,37 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1221,63 | 0,00 | -45,65 |
| 7,00 | -94,51 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1226,49 | 0,00 | -46,40 |
| 8,00 | -89,65 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1231,35 | 0,00 | -47,14 |
| 9,00 | -84,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1236,24 | 0,00 | -47,91 |
| 10,00 | -79,81 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1241,19 | 0,00 | -48,71 |
| 11,00 | -74,86 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1246,14 | 0,00 | -49,52 |
| 12,00 | -69,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1251,09 | 0,00 | -50,33 |
| 13,00 | -64,95 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1256,05 | 0,00 | -51,15 |
| 14,00 | -59,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1261,07 | 0,00 | -52,00 |
| 14,91 | -55,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1265,65 | 0,00 | -52,79 |
| 15,00 | -54,92 | -0,86 | 0,00 | 0,00 | 1265,22 | 0,00 | -52,72 |
| 16,00 | -49,86 | -10,93 | 0,00 | 0,00 | 1260,21 | 0,00 | -51,86 |
| 17,00 | -44,81 | -21,00 | 0,00 | 0,00 | 1255,20 | 0,00 | -51,00 |
| 18,00 | -39,70 | -31,05 | 0,00 | 0,00 | 1250,25 | 0,00 | -50,19 |
| 19,00 | -34,59 | -41,10 | 0,00 | 0,00 | 1245,31 | 0,00 | -49,39 |
| 20,00 | -29,48 | -51,15 | 0,00 | 0,00 | 1240,37 | 0,00 | -48,58 |
| 21,00 | -24,37 | -61,20 | 0,00 | 0,00 | 1235,43 | 0,00 | -47,78 |
| 22,00 | -19,22 | -71,24 | 0,00 | 0,00 | 1230,55 | 0,00 | -47,01 |
| 23,00 | -14,04 | -81,27 | 0,00 | 0,00 | 1225,69 | 0,00 | -46,26 |
| 24,00 | -8,86 | -91,30 | 0,00 | 0,00 | 1220,84 | 0,00 | -45,52 |
| 25,00 | -3,68 | -101,32 | 0,00 | 0,00 | 1216,00 | 0,00 | -44,78 |
| 25,71 | 0,00 | -108,39 | 0,00 | 0,00 | 1212,61 | 0,00 | -44,28 |

Symbole verwendet im Zusammenhang mit Kurzzeitverlusten

| Symbol | Erläuterung |
|-------------------------|--|
| $\Delta\sigma_{pu}$ | Reibungsverluste |
| $\Delta\sigma_{pw}$ | Verlust infolge Schlupf |
| $\Delta\sigma_{pr}$ | Relaxationsverlust |
| $\sigma_{pr,cor}$ | Spannung nach Kurzzeitrelaxation |
| σ_{p0} | Spannung nach Kurzzeitverlusten, mit Ausnahme des Verlustes infolge momentaner elastischer Betondehnung |
| $\Delta\sigma_{pr}$ | Spannungsverlust im Spannstahl aus Relaxation bis zum gegebenen Zeitpunkt |
| $\Delta\sigma_{pr,cap}$ | Restliche Relaxationsfähigkeit, d.h. potentieller Verlust der Spannkraft in den Spanngliedern infolge Relaxation in der Zeit "unendlich" |

Bild 2.48: Tabellarische Darstellung

2.7 Ergebnisse für Bemessungsträger

Für die Ausgabe von Ergebnissen (Schnittgrößen) muss der Träger berechnet werden. Da noch keine Berechnung durchgeführt wurde, wird die Schaltfläche [Berechnen] rot dargestellt. Die Berechnung wird in Maske 5.1 *Schnittgrößen* durch einen Klick auf diese Schaltfläche gestartet (siehe folgendes Bild).

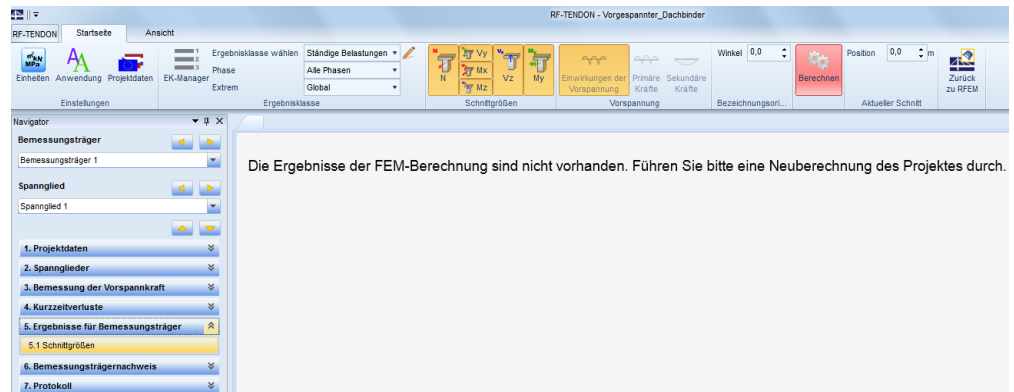


Bild 2.49: Start der Berechnung

Am Anfang der Berechnung exportiert RF-TENDON die äquivalente (Last von der) Vorspannung in den RFEM-Lastfall *Vorspannung* (hier LF4) führt dann die Berechnung durch.

Nach erfolgreicher Berechnung erscheint eine entsprechende Meldung.

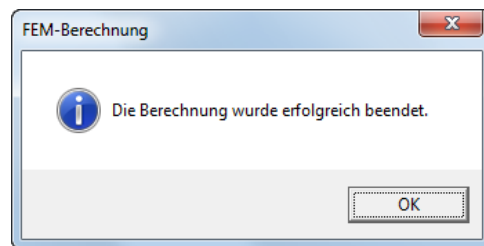


Bild 2.50: Erfolgreiche Berechnung

Nach der Berechnung können die Ergebnisse in Abhängigkeit der gewählten Ergebnisklasse angesehen werden. Vorher sind aber noch die Ergebnisklassen zu definieren bzw. die Lasten für die standardmäßig angelegten Ergebnisklassen zuzuordnen.

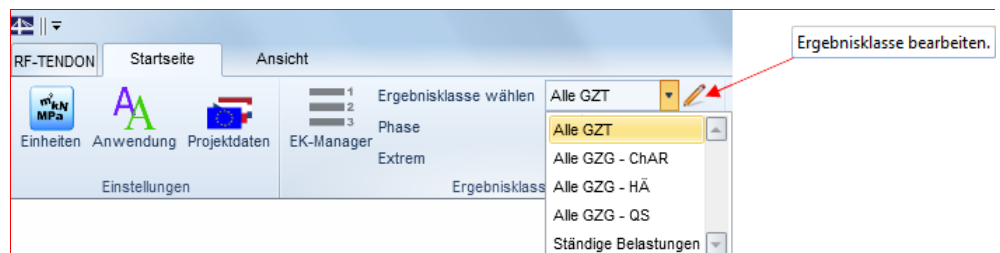


Bild 2.51: Ergebnisklasse wählen und bearbeiten

Die vordefinierten Ergebnisklassen werden nach der Bearbeitung für die Bemessung verwendet. Der Ergebnisklasse *Alle GZT* werden LG1, LG2 und LG3 zugeordnet.

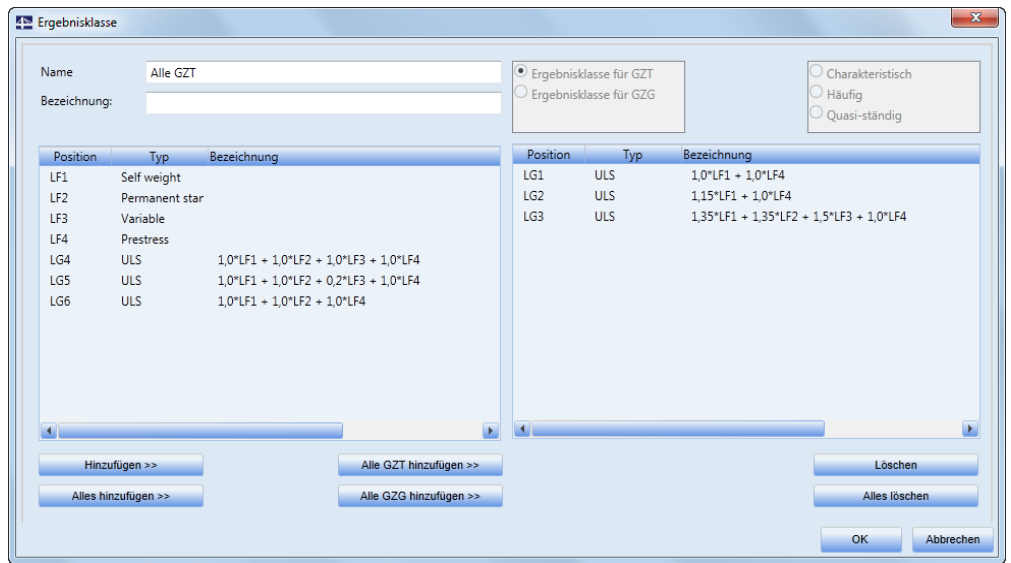


Bild 2.52: Alle GZT

LG4 wird der Ergebnisklasse *Alle GZG - ChAR* zugeordnet.

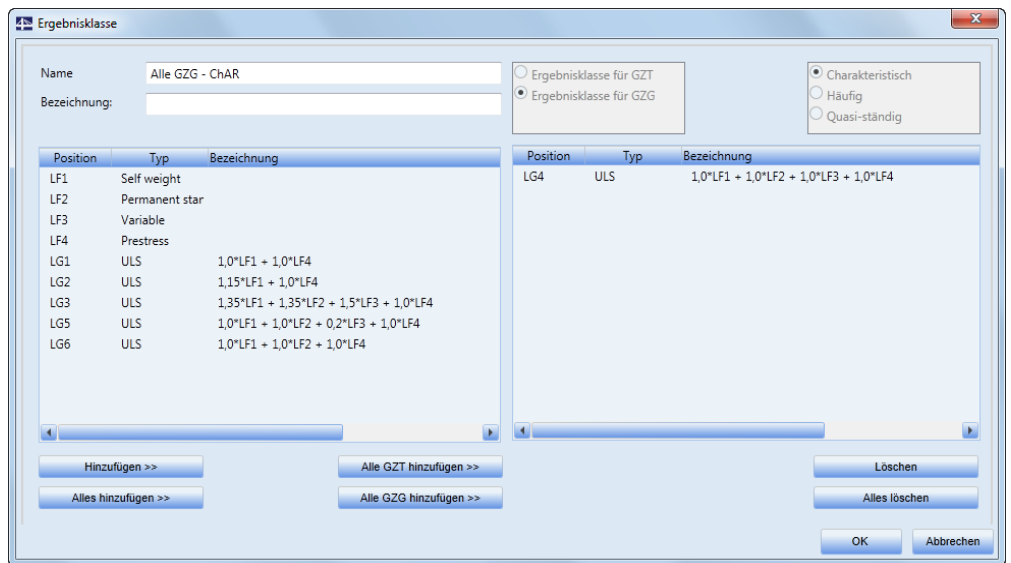


Bild 2.53: Alle GZG - ChAR

LG5 wird der Ergebnisklasse *Alle GZG - HÄ* zugeordnet.

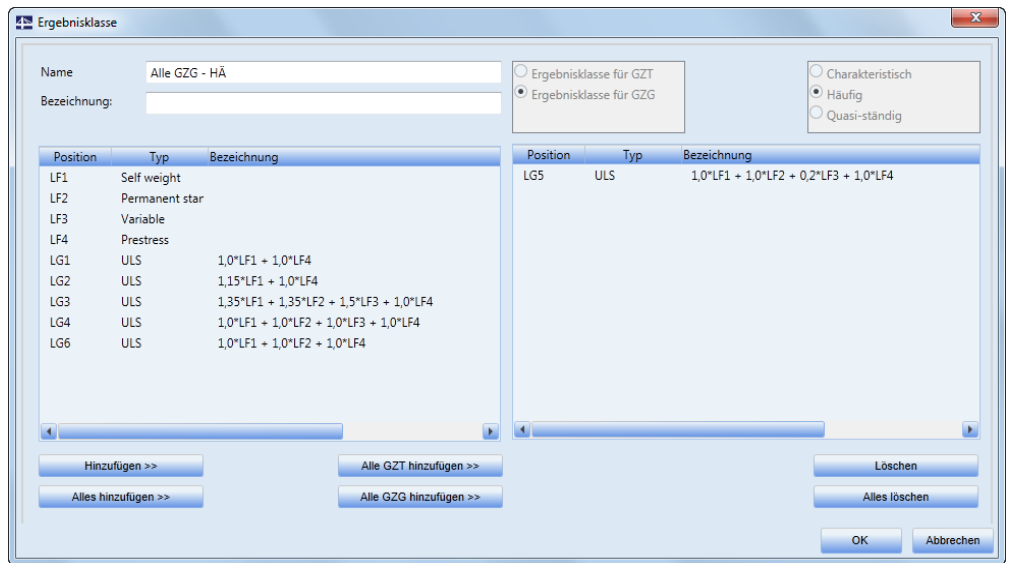


Bild 2.54: Alle GZG - HÄ

LG6 wird der Ergebnisklasse *Alle GZG - QS* zugeordnet.

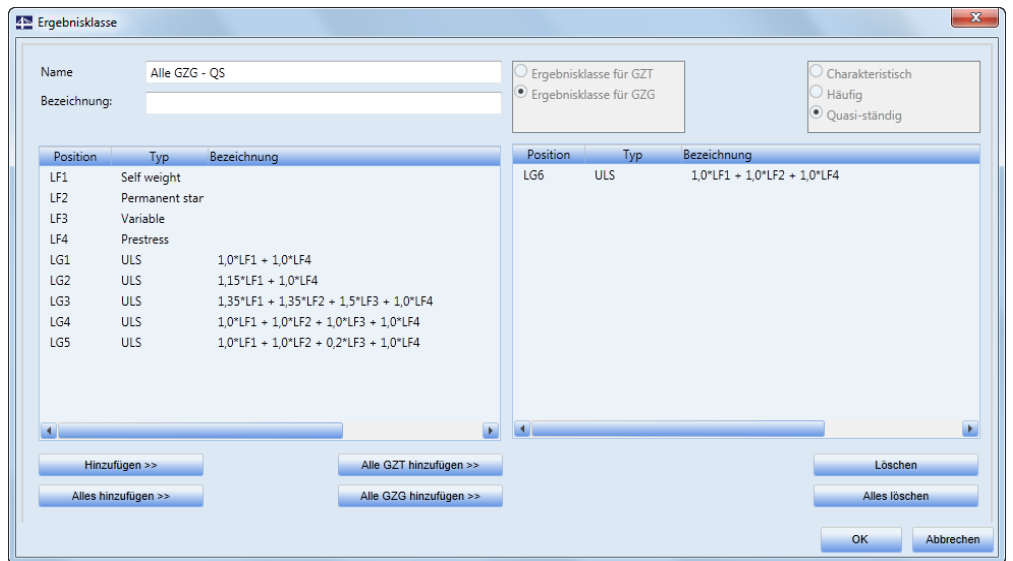


Bild 2.55: Alle GZG - QS

Mit dem *Ergebnisklassenmanager* kann die Eingabe kontrolliert werden.

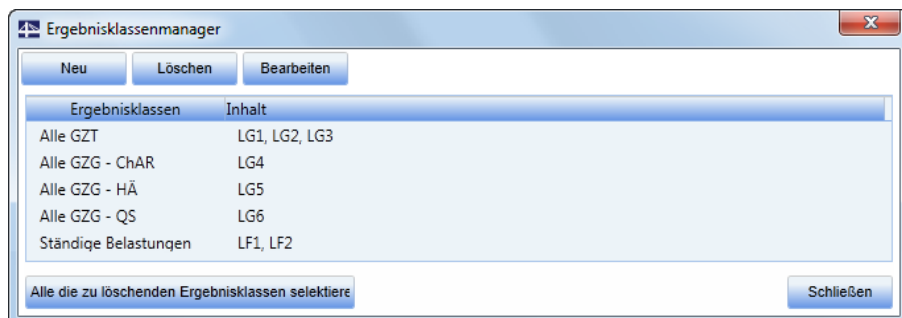


Bild 2.56: Ergebnisklassenmanager

Im nachfolgend dargestellten (oberen) Menü werden die Einstellungen für die grafische Darstellung gewählt.

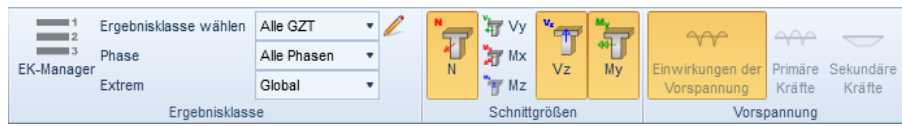


Bild 2.57: Einstellungen für die Grafik

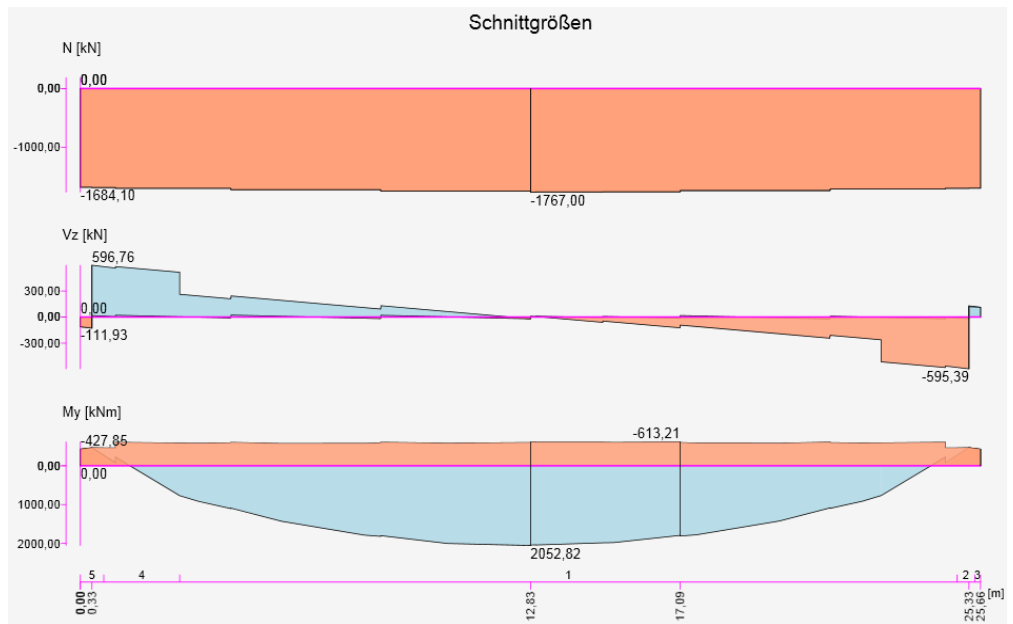


Bild 2.58: Alle GZT - Schnittgrößen (Winkel = 3,0°)

Wie bereits in Kapitel 2.5.1 beschrieben, hat die Einstellung des Differenzwinkels Einfluss auf die Genauigkeit der Ergebnisse. Die im Bild 2.58 dargestellten Schnittgrößen wurden mit einem Winkel von 3,0° berechnet. Im Vergleich dazu die Schnittgrößen im Bild 2.59 die mit einem Differenzwinkel von 0,1° berechnet wurden.

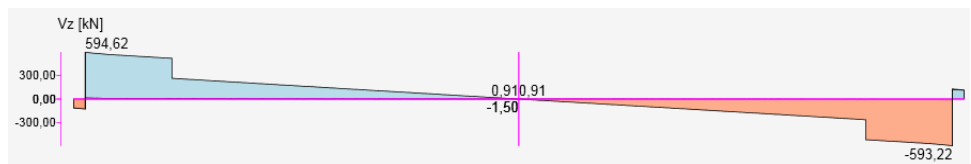


Bild 2.59: Alle GZT - Schnittgrößen - nur Vz (Winkel = 0,1°)

Wenn eine neue Ergebnisklasse erstellt wird, die lediglich den Vorspannlastfall (hier LF4) enthält, ist es möglich, die primären und sekundären Kräfte getrennt darzustellen.

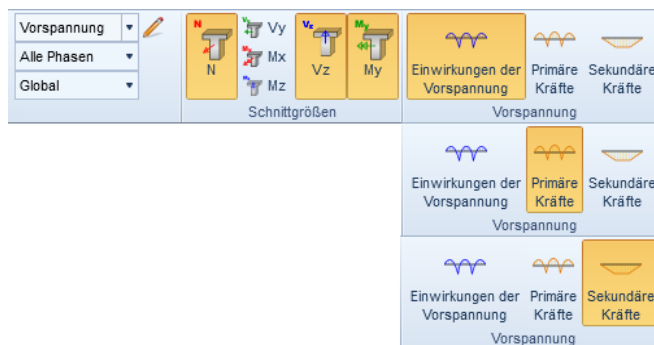


Bild 2.60: Einstellungen für die primären und sekundären Kräfte aus Vorspannung

2.8 Bemessungsträgernachweis

2.8.1 Bauphasen

In Maske 6.1 *Bauphasen* ist es möglich, die eingegebenen Bauphasen zu korrigieren.

2.8.2 Nachweispositionen

In Maske 6.2 *Nachweispositionen* werden die Positionen (=die Schnitte) für die Bemessung eingegeben. Die Definition der Schnitte kann dabei manuell (*Schrittweise*) oder automatisch (*Generieren*) erfolgen. Die Schnitte können an den Enden, in der Mitte und/oder in den Viertelpunkten generiert werden.

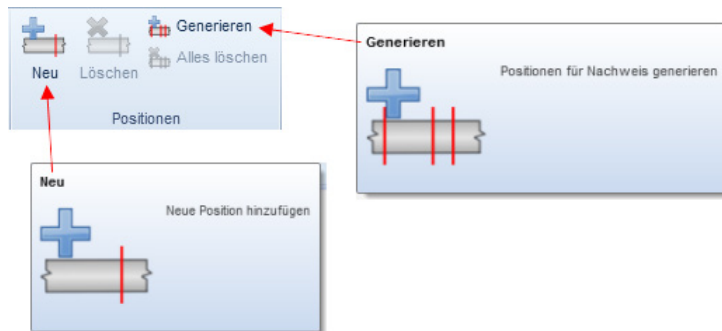


Bild 2.61: Positionen eingeben

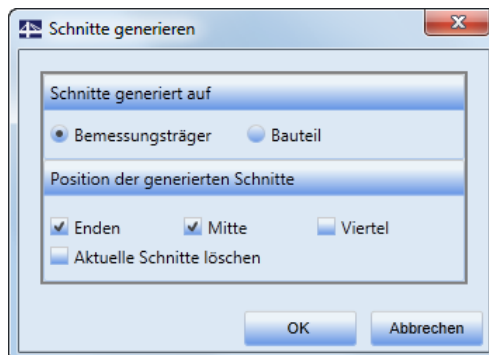


Bild 2.62: Schnitte generieren

Für unser Beispiel werden die Positionen mit den absoluten Koordinaten 0,43 m, 1,1 m, 12,83 m (oder relativ 0,5), 24,56 m und 25,23 m eingegeben.

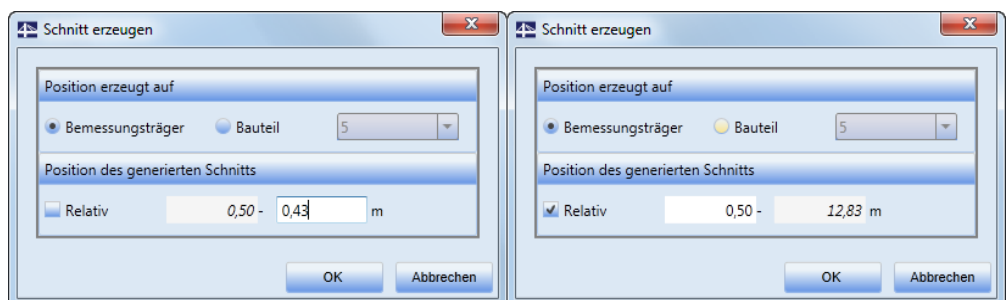


Bild 2.63: Positionen manuell absolut oder relativ definieren

Die definierten Schnitte können in der Tabelle kontrolliert und editiert werden.

| Positionen | | Schnittgrößen | | | |
|--|---|--|-------------|----------------|-------|
| Bezeichnung | Position auf | Relativ | Position | Gesamtposition | |
| 1 Bemessungsträger 1 - 0,43m (4 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 0,43 [m] | 0,43 | [m] |
| 2 Bemessungsträger 1 - 1,10m (1 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 1,10 [m] | 1,10 | [m] |
| 3 Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein | 0,50 [-] | 12,83 | [m] |
| 4 Bemessungsträger 1 - 24,56m (1 - 23,56m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 24,56 [m] | 24,56 | [m] |
| 5 Bemessungsträger 1 - 25,23m (2 - 0,57m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 25,23 [m] | 25,23 | [m] |

Bild 2.64: Definierte Schnitte in Tabellenform

Die eingefügten Schnitte werden in der Grafik dargestellt, wobei der aktuelle Schnitt rot gekennzeichnet ist.

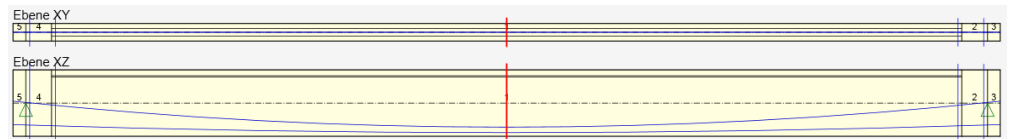


Bild 2.65: Definierte Schnitte in der Grafik

Für jeden Schnitt werden nach Wahl der Phase die Schnittgrößen angezeigt.

| Positionen | | Schnittgrößen | | | | | |
|--|-----------------------------|---------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m) | | | | | | | |
| Schnitt: Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m) | | | | | | | |
| Extrem: Phase 1 (5,0d): LG3 - LG4 - LG5 - LG6 | | | | | | | |
| Gesamtschnittgrößen mit Vorspannungseffekt | | | | | | | |
| Kombinationstyp | N | Vy | Vz | T | My | Mz | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] | |
| Grundlegender Grenzzustand der Tragfähigkeit | -1750,99 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 2052,38 | 0,00 | |
| Charakteristisch | -1750,99 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 1119,41 | 0,00 | |
| Häufig | -1750,99 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 744,68 | 0,00 | |
| Quasi-ständig | -1750,99 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 650,99 | 0,00 | |
| Schnittgrößen ohne Spannkraft | | | | | | | |
| Kombinationstyp | Lasttyp | N | Vy | Vz | T | My | Mz |
| | | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] |
| Grundlegender Grenzzustand der Tragfähigkeit | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2695,19 | 0,00 |
| Grundlegender Grenzzustand der Tragfähigkeit | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 702,63 | 0,00 |
| Grundlegender Grenzzustand der Tragfähigkeit | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Charakteristisch | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1996,44 | 0,00 |
| Charakteristisch | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 468,42 | 0,00 |
| Charakteristisch | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Häufig | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1996,44 | 0,00 |
| Häufig | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 93,68 | 0,00 |
| Häufig | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Quasi-ständig | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1996,44 | 0,00 |
| Quasi-ständig | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Quasi-ständig | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Schnittgrößen infolge Vorspannung | | | | | | | |
| Lasttyp | N | Vy | Vz | T | My | Mz | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kNm] | |
| Primäre Einwirkungen der Vorspannung | -1763,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -1355,04 | 0,00 | |
| Sekundäre Auswirkungen der Vorspannung | 12,72 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 9,59 | 0,00 | |

Bild 2.66: Schnittgrößen

Bei jeder Berechnung werden die Eingaben überprüft. Der Status kann über die [Info]-Schaltfläche eingesehen und als Bericht gespeichert werden.

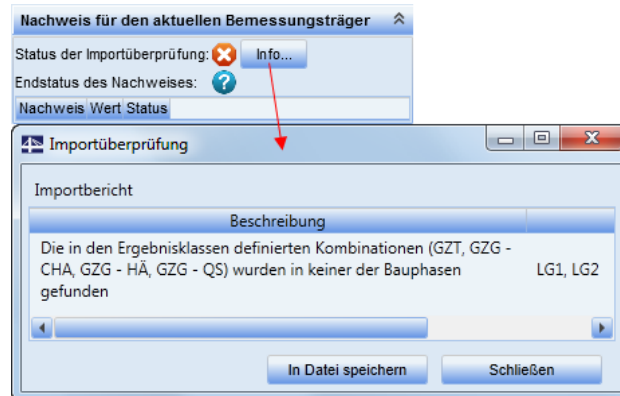


Bild 2.67: Datenprüfung

2.8.3 Bemessung der Positionen

Die Bemessung der Positionen wird im Zusatzmodul **RF-TENDON Design** durchgeführt (siehe Kapitel 3). In diesem Modul erfolgt die Bemessung der Längs- und Bügelbewehrung. Danach werden die weiteren Nachweise geführt.

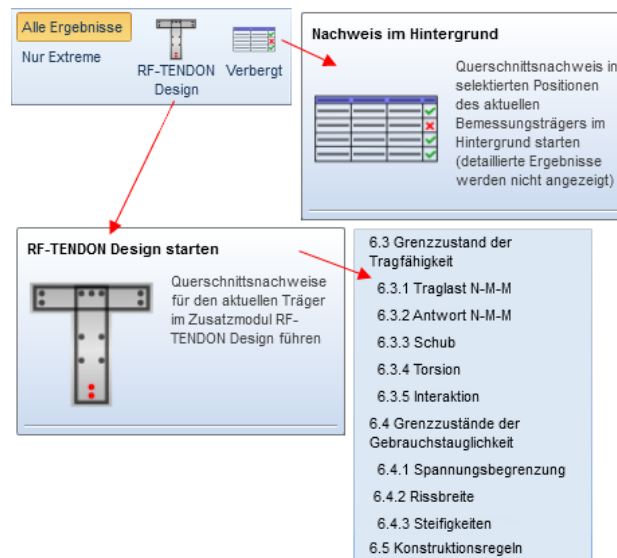


Bild 2.68: Bemessung der Schnitte

Wenn die Querschnitte im Modul RF-TENDON Design vorbereitet sind und z. B. Änderungen der Spanngliedeigenschaften oder Spanngliedgeometrie vorgenommen wurden, kann die komplette Berechnung von RF-TENDON Design im Hintergrund gestartet werden.

In der Tabelle wird immer der aktuelle Nachweisstatus der Schnitte gezeigt. Wird dort ein Fragezeichen angezeigt, bedeutet das, dass die Bemessung noch nicht durchgeführt wurde.

| Positionen | | Schnittgrößen | | | | | | | |
|--|---|--|-------------|----------------|------|----------------|--|--|--|
| Bezeichnung | Position auf | Relativ | Position | Gesamtposition | Wert | Nachweisstatus | | | |
| 1 Bemessungsträger 1 - 0,43m (4 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 0,43 [m] | 0,43 [m] | 0,00 | ? | | | |
| 2 Bemessungsträger 1 - 1,10m (1 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 1,10 [m] | 1,10 [m] | 0,00 | ? | | | |
| 3 Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein | 0,50 [-] | 12,83 [m] | 0,00 | ? | | | |
| 4 Bemessungsträger 1 - 24,56m (1 - 23,56m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 24,56 [m] | 24,56 [m] | 0,00 | ? | | | |
| 5 Bemessungsträger 1 - 25,23m (2 - 0,57m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 25,23 [m] | 25,23 [m] | 0,00 | ? | | | |

Bild 2.69: Nachweisstatus

2.9 Protokoll

Das Protokoll ermöglicht das Ausdrucken der Eingabedaten sowie der Ergebnisse.

Beim Ausdruckprotokoll kann zwischen den Masken 7.2 *Standard* (Kurzzusammenfassung) und 7.3 *Detailliert* (Langfassung) gewählt werden. In Maske 7.1 *Einstellungen* können Änderungen für ein benutzerdefiniertes Protokoll vorgenommen werden.

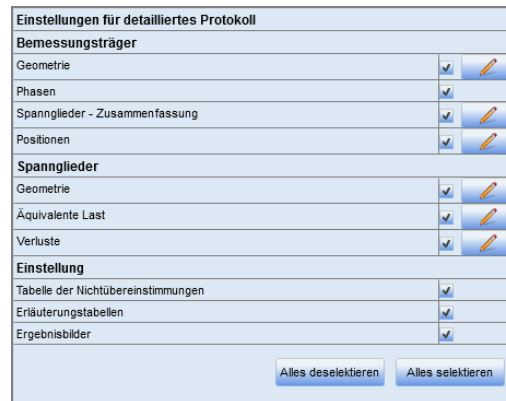


Bild 2.70: Einstellungen

Die beiden Protokolltypen *Standard* und *Detailliert* sind dem Schulungsbeispiel beigelegt.

2.10 RF-TENDON beenden

In jeder Maske ist es möglich, zurück in das Hauptprogramm RFEM zu gelangen. Die entsprechende Schaltfläche befindet sich im Ribbon-Menü ganz rechts. Mit dem Anklicken der Schaltfläche werden alle Änderungen gespeichert.

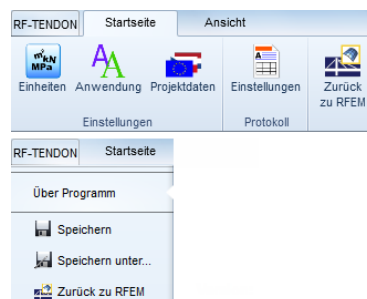


Bild 2.71: Beenden

Beim Schließen von RF-TENDON wird ein Dialog angezeigt. Die generierte Belastung (Ersatzlast aus Vorspannung) wird im Lastfall Vorspannung (hier LF4) gespeichert (siehe Bild 2.72).

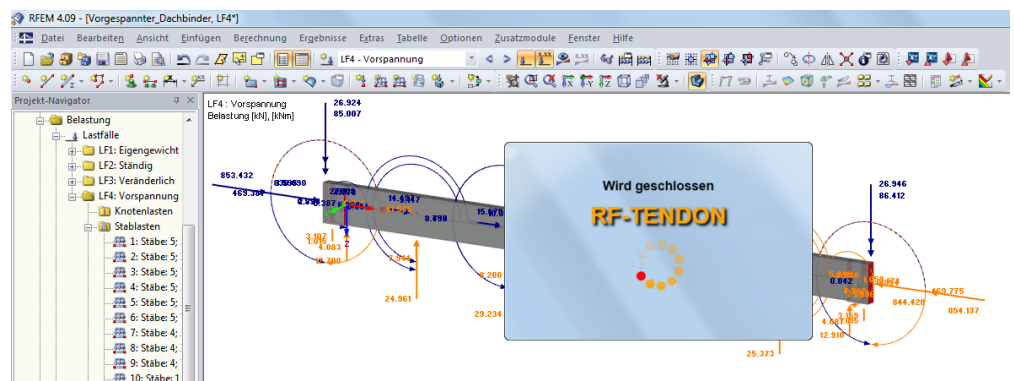


Bild 2.72: LF4 - Vorspannung

3. RF-TENDON Design

Nach dem Start des Moduls RF-TENDON Design werden die Schnitte und auch die Spannglieder aus RF-TENDON eingelesen. Den aktuellen Schnitt und den aktuellen Extremwert kann man in Maske 1.1 *Schnitte* wählen. Hier wird auch der Nachweisstatus angezeigt.

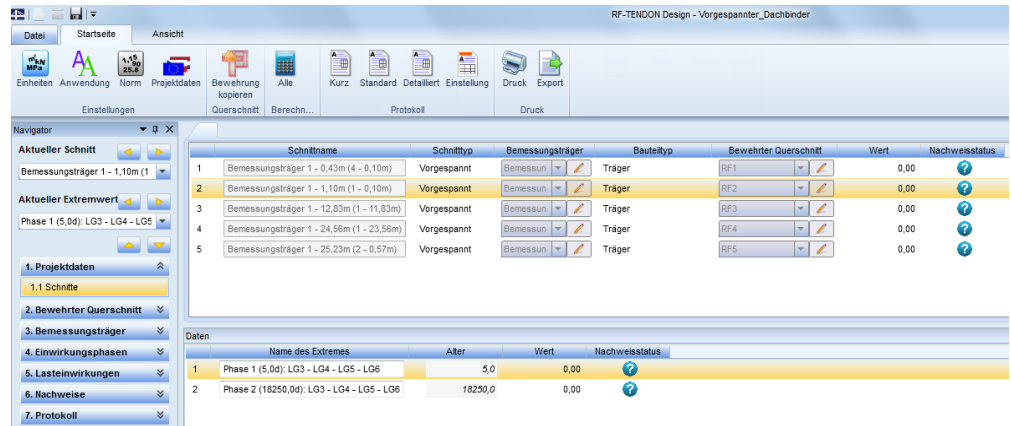


Bild 3.1: Schnitte und Extremwerte

Die Form des Schnittes sowie Geometrie, Material und Querschnittskennwerte sind in Maske 2.1 *Form* zu finden, jedoch nicht editierbar. Änderungen der Geometrie sind in RFEM, Anpassungen der Spanngliederführung und Spanngliederanzahl in RF-TENDON möglich.

3.1 Bewehrungseingabe in RF-TENDON Design

Für eine vollständige Bemessung ist es nötig, die Schnitte mit Längs- und Bügelbewehrung zu versehen. In Maske 2.2 *Bewehrung* erfolgt die Bewehrung des Querschnitts. Die Eingabe der schlaffen Bewehrung ist nur in RF-TENDON Design möglich, nicht in RF-TENDON.

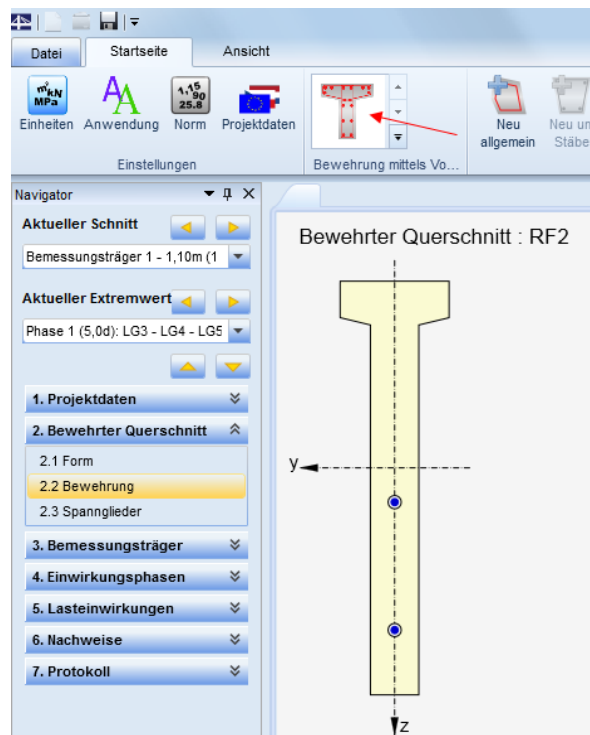


Bild 3.2: Bewehren mit Vorlagemenu

Im Dialog *Bewehrung mittels Vorlage* wird Folgendes eingegeben:

- Anzahl der Stäbe - obere Oberfläche = 4
- Anzahl der Stäbe - untere Oberfläche = 5
- Anzahl der Stäbe am Rand = 0
- Durchmesser der Hauptbewehrung = 20 mm
- Stabmaterial = B 500B
- Bügeldurchmesser = 8 mm
- Betondeckung = 30 mm
- Bügelabstand = 0,20 m

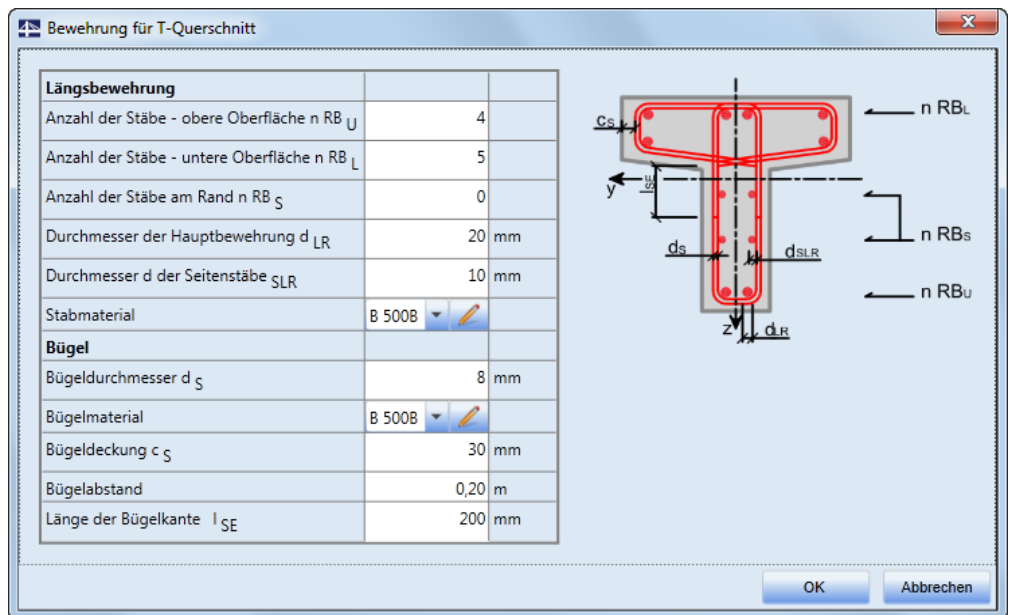


Bild 3.3: Eingabe im Bewehrungsdialog

Nach [OK] werden Längs- und Bügelbewehrung automatisch generiert. Die Eingabe kann nachträglich angepasst werden. Hierzu sind die Stäbe oder Bügel per Mausclick zu markieren. In der entsprechenden Tabellenzeile kann dann die Parameter geändert werden.

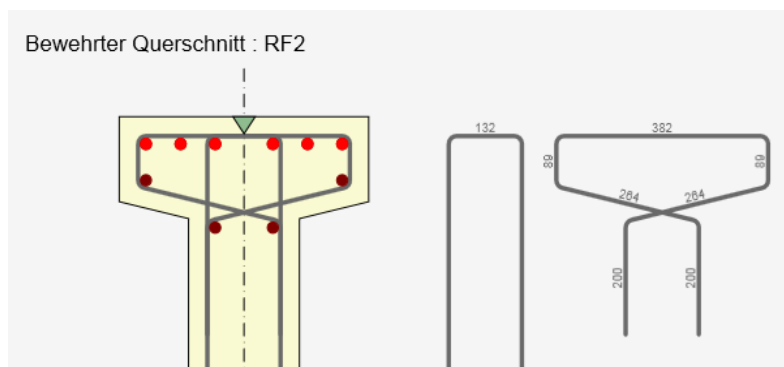


Bild 3.4: Stäbe/Bügel per Mausclick markieren

| Daten | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Bewehrungsstäbe | | | | | | | |
| Lage | Typ | As [mm ²] | Y [mm] | Z [mm] | | | |
| 3 | Einzelstab | 314 | -52 | -571 | | | |
| 4 | Einzelstab | 314 | 177 | -655 | | | |
| 5 | Einzelstab | 314 | -177 | -655 | | | |
| 6 | Einzelstab | 314 | 52 | -571 | | | |
| Bewehrungslage | | | | | | | |
| Lage | Typ | n | As [mm ²] | Anfang Y [mm] | Anfang Z [mm] | Ende Y [mm] | Ende Z [mm] |
| 1 | Gleichmäßige Schicht | 6 | 1885 | -177 | -719 | 177 | -719 |
| 2 | Gleichmäßige Schicht | 5 | 1571 | 52 | 885 | -52 | 844 |

Bild 3.5: Stäbe in Tabelle wählen

Anschließend kann der markierte Stab (ganze Zeile) gelöscht werden.

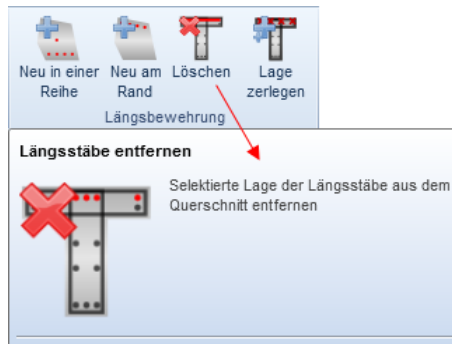


Bild 3.6: Stäbe löschen

Danach können die Bewehrungsstäbe in Lage Nr. 3 und 6 in der Tabelle gewählt und gelöscht werden.

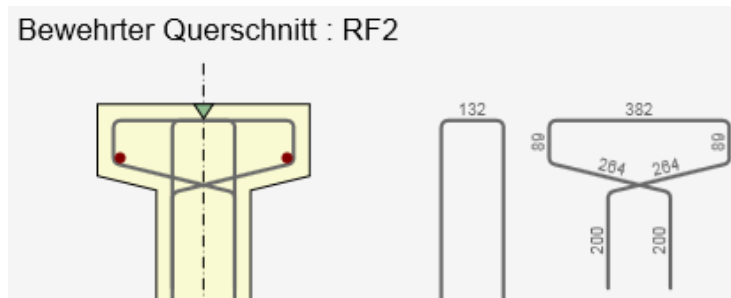


Bild 3.7: Nach Löschen der Stäbe

Anschließend ist in der Tabelle der Durchmesser der Bewehrungsstäbe in Lage Nr. 4 und 5 auf 28 mm zu ändern. Auf der rechten Seite im Tabellenfenster können optional identische Eigenschaften für alle Bewehrungsstäbe aktiviert werden.

| Daten | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| Bewehrungsstäbe | | | | | | | | |
| Lage | Typ | Ø [mm] | As [mm ²] | Y [mm] | Z [mm] | | | |
| 4 | Einzelstab | 28 | 616 | 177 | -655 | | | |
| 5 | Einzelstab | 28 | 616 | -177 | -655 | | | |
| Bewehrungslage | | | | | | | | |
| Lage | Typ | Ø [mm] | n | As [mm ²] | Anfang Y [mm] | Anfang Z [mm] | Ende Y [mm] | Ende Z [mm] |
| 2 | Gleichmäßige Schicht | 20 | 5 | 1571 | 52 | 885 | -52 | 844 |

Identische Eigenschaften für alle Bewehrungsstäbe

| | | |
|----------|-------------------------------------|--------|
| | Identisch | Wert |
| Ø [mm] | <input type="checkbox"/> | 20 |
| Material | <input checked="" type="checkbox"/> | B 500B |

Bild 3.8: Durchmesser ändern

Nun werden mit der Funktion [Neu am Rand] neue Bewehrungsstäbe für die obere Randlage definiert.

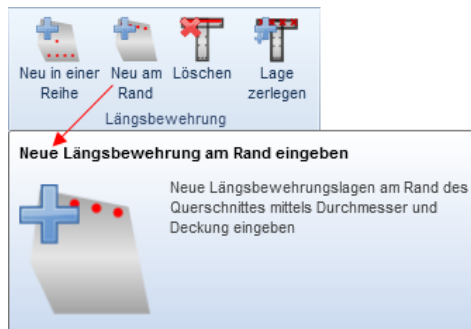


Bild 3.9: Neue Bewehrungsstäbe definieren

Zunächst wird die *Deckung* in der Liste auf **Benutzerdefiniert** geändert. Die Anzahl der Stäbe (n) wird auf 2, der Durchmesser auf 28 mm und die Deckung identisch für jede Seite auf 38 mm eingestellt.

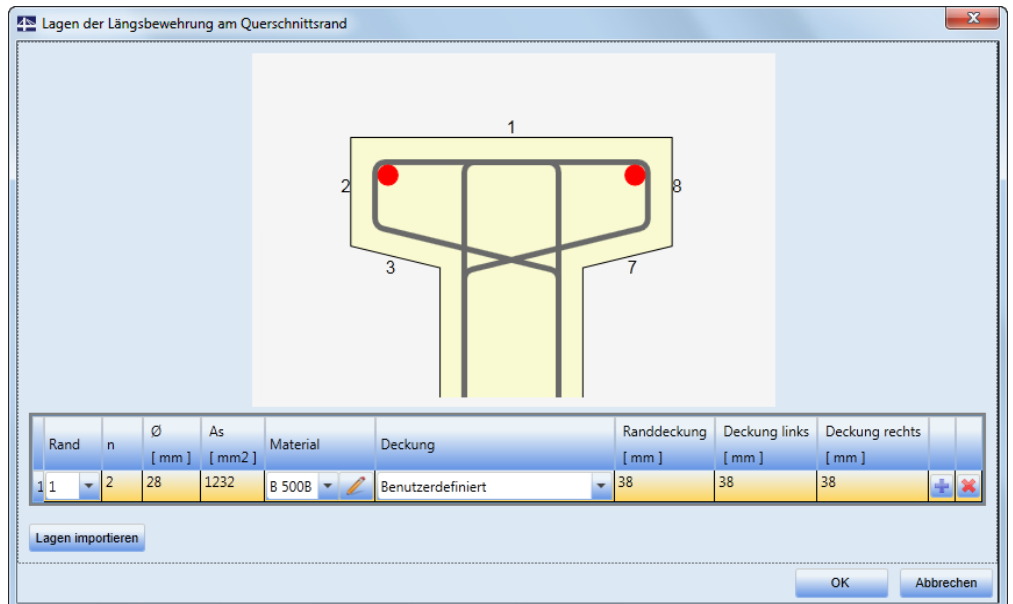


Bild 3.10: Neue Stäbe eingeben

Nach der Eingabe werden die neu definierten Bewehrungsstäbe grafisch dargestellt.

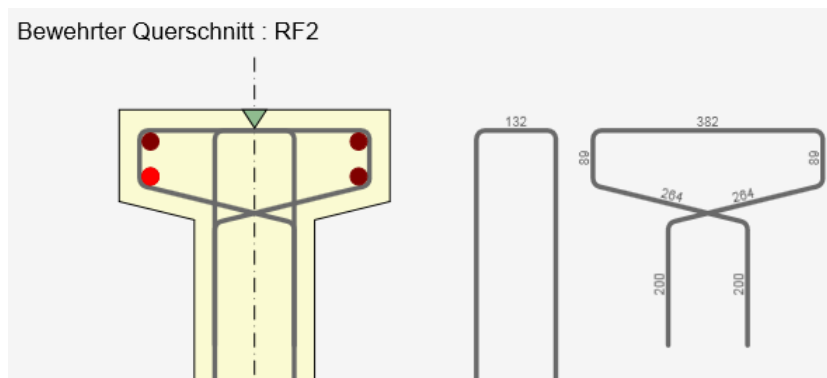


Bild 3.11: Neue Bewehrungsstäbe

Die Randbewehrung kann über die Funktion [Neu in einer Reihe] definiert werden. Damit wird die senkrechte Randbewehrung eingegeben.

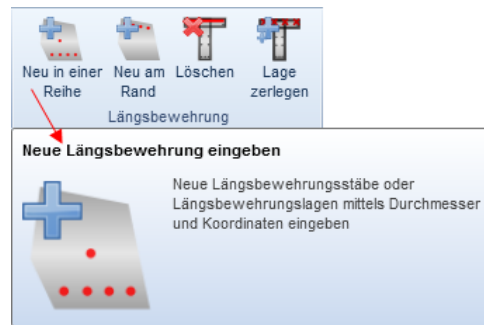


Bild 3.12: Neue Bewehrungsstäbe in einer Reihe

Ähnlich wie bei der Funktion *Neu am Rand* werden die einzelnen Parameter für die rechte Bewehrungslage eingegeben: Anzahl = **8**, Durchmesser = **10** mm, Eingabetyp = **Punkt (0,0)**, Anfang Y/Z = **(-60 / 650)**, Eingabetyp = **Punkt (0,0)**, Ende Y/Z = **(-60 / -720)**.

Um eine zweite Bewehrungslage definieren zu können, ist die [+]-Schaltfläche anzuklicken.

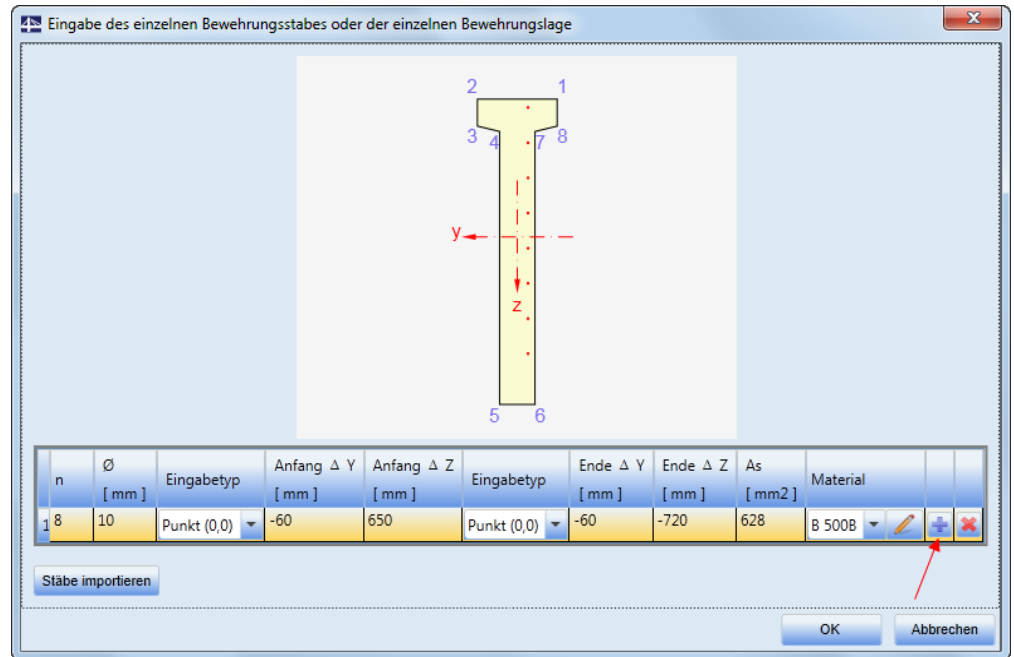


Bild 3.13: Neue senkrechte rechte Randbewehrungslage in einer Reihe

Die linke Bewehrungslage wird analog definiert: Anzahl = 8, Durchmesser = 10 mm, Eingabetyp = Punkt (0,0), Anfang Y/Z = (60 / 650), Eingabetyp = Punkt (0,0), Ende Y/Z = (60 / -720).

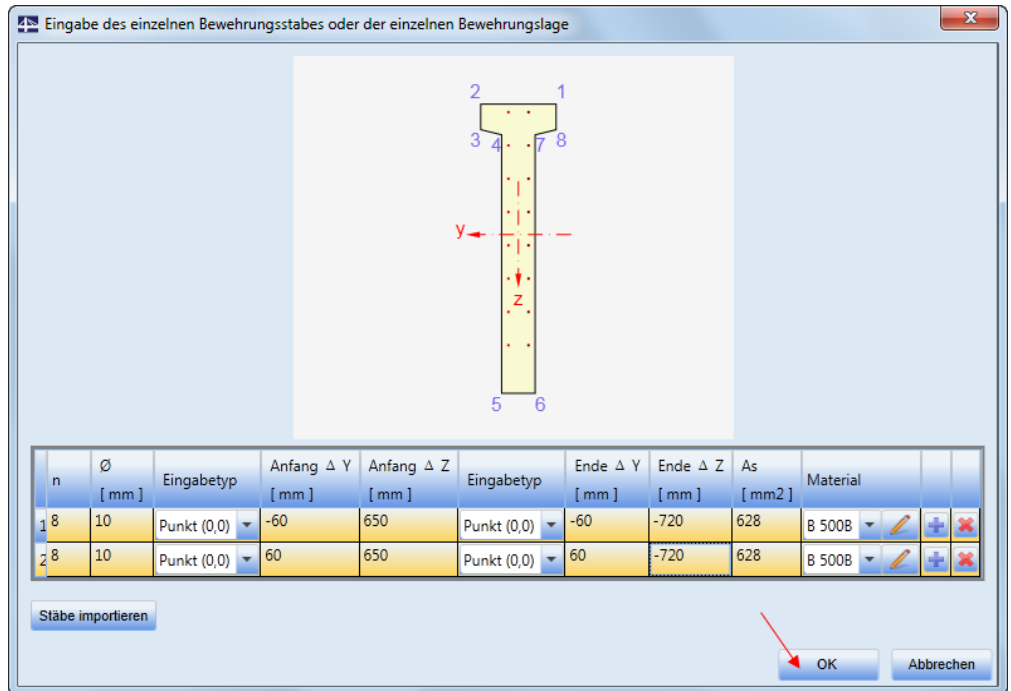


Bild 3.14: Neue senkrechte linke Randbewehrungslage in einer Reihe

Der Dialog wird durch Klick auf [OK] geschlossen. Damit ist die Eingabe beendet. Die neu definierten Bewehrungslagen werden in der Grafik dargestellt und dienen der Kontrolle.

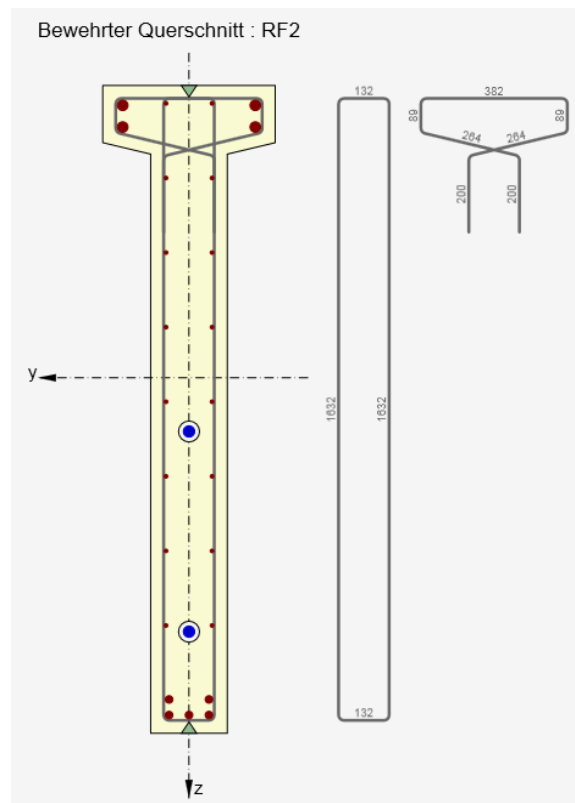


Bild 3.15: Komplette Bewehrung des Querschnitts

3.1.1 Bewehrung in anderen Schnitt kopieren

Die eingegebene Bewehrung des ersten Schnitts kann in weitere Schnitte kopiert werden. Dazu ist es notwendig, in Maske 1.1 *Schnitte* zurückzukehren.

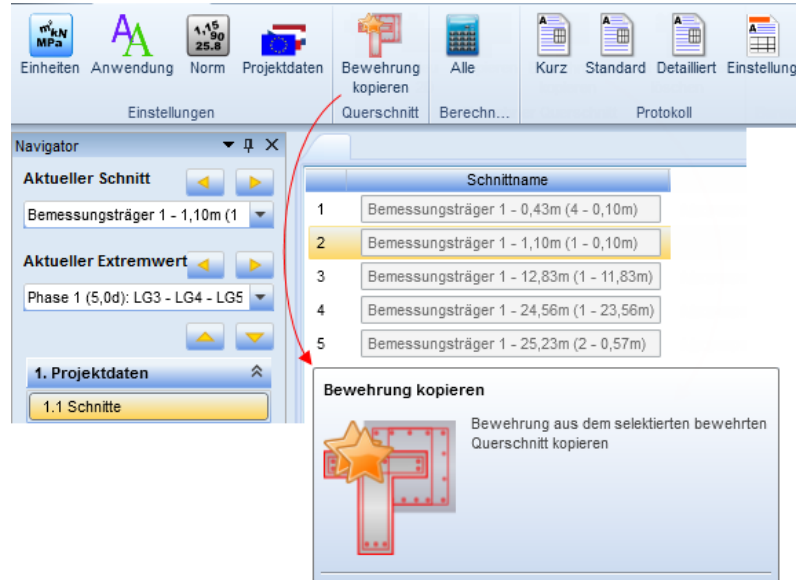


Bild 3.16: Bewehrung kopieren

Im Dialog wird die Bewehrung aus dem Schnitt RF2 (1,10 m) in die beiden weiteren Schnitte RF3 (12,83 m) und RF4 (24,56 m) kopiert.

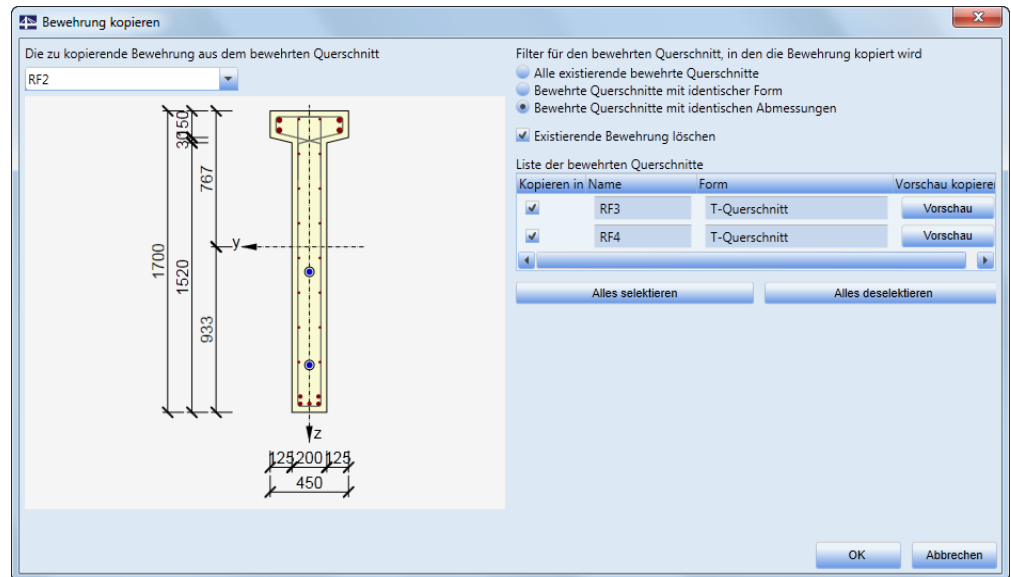


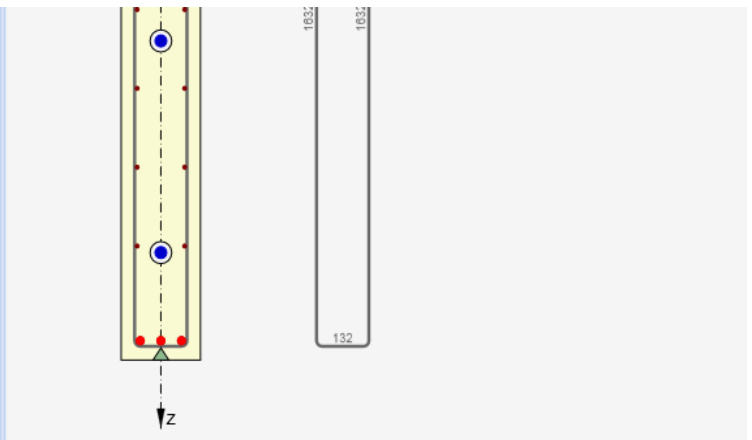
Bild 3.17: Bewehrung aus RF2 in RF3 und RF4 kopieren

In den Schnitten RF2 (1,1 m) und RF4 (24,56 m) in der Nähe der Auflager ist der Bügelabstand von 200 mm auf 100 mm und die Anzahl der Bewehrungsstäbe unten von 5 auf 3 zu ändern.

Zuerst wird RF2 als aktueller Schnitt gewählt und anschließend die Anzahl der Stäbe sowie der Abstand der Bügel in der Tabelle editiert. Optional können die zu editierenden Stäbe auch per Mausklick gewählt und anschließend deren Eigenschaften bearbeitet werden.

Die gleichen Eingaben werden auch für Schnitt RF4 durchgeführt.

- 1. Projektdaten
- 2. Bewehrter Querschnitt
 - 2.1 Form
 - 2.2 Bewehrung
 - 2.3 Spannglieder
- 3. Bemessungsträger
- 4. Einwirkungsphasen
- 5. Lasteinwirkungen
- 6. Nachweise
- 7. Protokoll



Daten

Bewehrungsstäbe

| Lage | Typ | Ø [mm] | As [mm ²] | Y [mm] | Z [mm] |
|------|------------|--------|-----------------------|--------|--------|
| 4 | Einzelstab | 28 | 616 | 173 | -658 |
| 5 | Einzelstab | 28 | 616 | -173 | -658 |

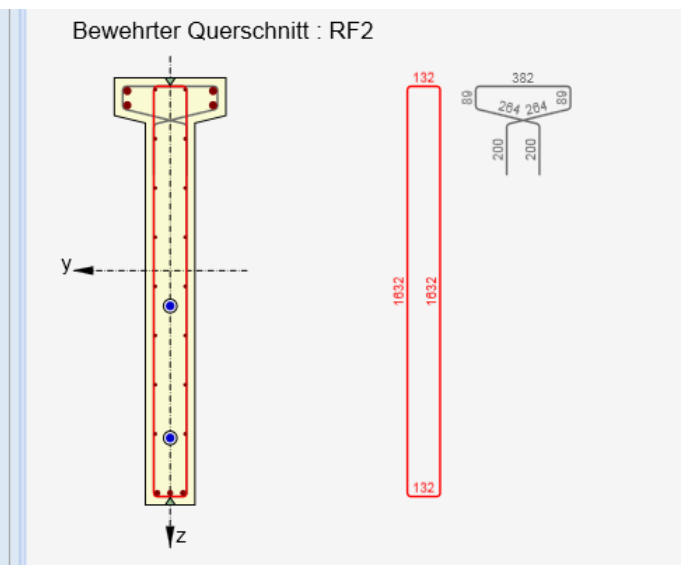
Bewehrungslage

| Lage | Typ | Ø [mm] | n | As [mm ²] | Anfang Y [mm] | Anfang Z [mm] | Ende Y [mm] | Ende Z [mm] |
|------|----------------------|--------|---|-----------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| 2 | Gleichmäßige Schicht | 20 | 3 | 942 | 52 | 885 | -52 | 885 |
| 7 | Gleichmäßige Schicht | 10 | 8 | 628 | -60 | 650 | -60 | -720 |
| 8 | Gleichmäßige Schicht | 10 | 8 | 628 | 60 | 650 | 60 | -720 |

Bild 3.18: Stabanzahl von 5 auf 3 ändern

- 1. Projektdaten
- 2. Bewehrter Querschnitt
 - 2.1 Form
 - 2.2 Bewehrung
 - 2.3 Spannglieder
- 3. Bemessungsträger
- 4. Einwirkungsphasen
- 5. Lasteinwirkungen
- 6. Nachweise
- 7. Protokoll

Bewehrter Querschnitt : RF2



Daten

| Bügel | Typ | Ø [mm] | Material | s s [mm] | Schub | Torsion |
|-------|------------------------------|--------|----------|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Scheitel abgeleitet aus Form | 8 | B 500B | 100 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2 | Scheitel abgeleitet aus Form | 8 | B 500B | 100 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Bild 3.19: Bügelabstand auf 100 mm ändern

3.1.2 Bewehrung der Lagerquerschnitte

Für die Schnitte RF1 (0,43 m) und RF5 (25,23 m) am Auflager ließe sich ebenfalls die Bewehrung aus den Schnitten RF2 bis RF4 verwenden (via Kopierfunktion). An dieser Stelle soll jedoch die Funktion, die zum allgemeinen Export und Import von Querschnitten dient, vorgestellt werden. Dazu ist es notwendig, als aktuellen Schnitt RF2 (1,1 m) einzustellen.

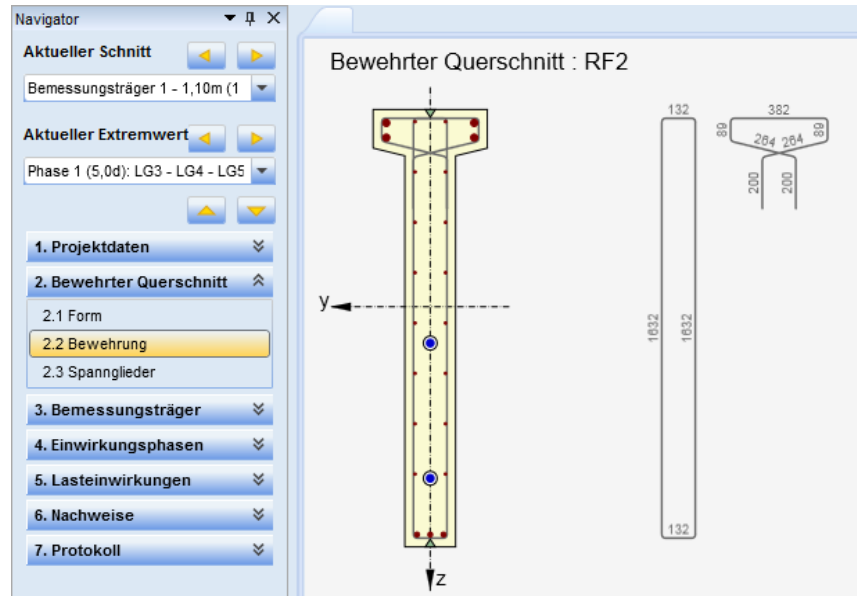


Bild 3.20: Aktuellen Schnitt RF2 wählen



Bild 3.21: Export der Bewehrung wählen

Anschließend klickt man auf Export → Bewehrung und exportiert die Bewehrung aus Schnitt RF2 und speichert diese unter dem Namen **RF2.nav** ab. Die Bewehrungsdaten aus Schnitt RF2 werden als RF2.nav abgelegt und können für die weitere Bearbeitung verwendet werden.

Stellen Sie nun als aktuellen Schnitt RF1 (0,43 m) ein.

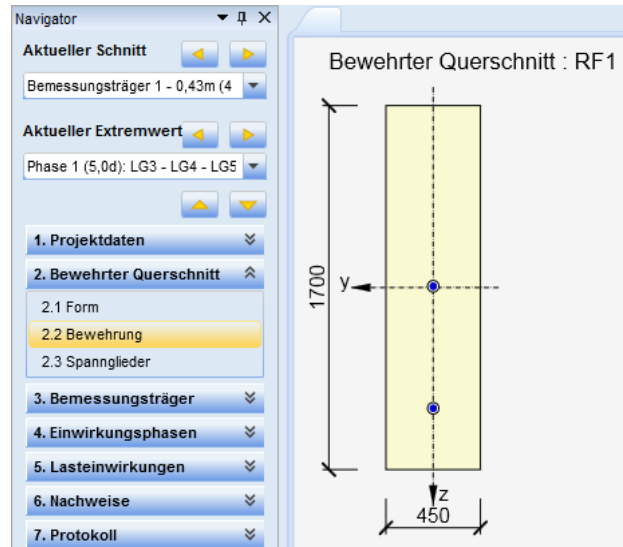


Bild 3.22: Aktuellen Schnitt RF1 einstellen

Öffnen Sie die Funktion [Neu in einer Reihe] und klicken auf [Stäbe importieren]. Für den Import verwenden wir die eben gespeicherten Daten aus Schnitt RF2.

Die Bewehrung wird importiert und grafisch und in der Tabelle angezeigt. Die Z-Koordinaten der Bewehrung beziehen sich dabei auf den Schwerpunkt des Querschnitts.

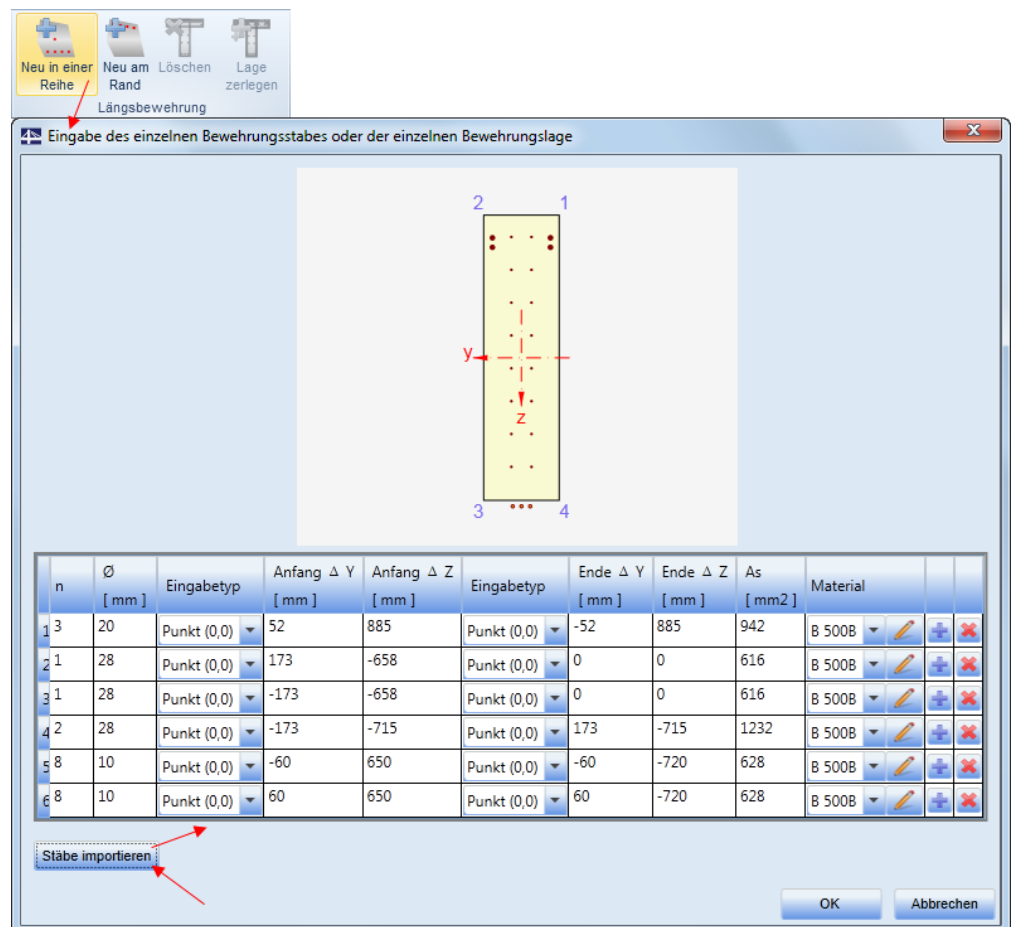


Bild 3.23: Stäbe importieren

Der Schwerpunkt des Schnitts RF2 (T-Querschnitt) ist um 83 mm höher als der Schwerpunkt des Schnitts RF1 (Rechteck-Querschnitt). Aus diesem Grund ist es notwendig, die Z-Koordinaten um diese Differenz zu korrigieren.

| n | ∅ [mm] | Eingabetyp | Anfang Δ Y [mm] | Anfang Δ Z [mm] | Eingabetyp | Ende Δ Y [mm] | Ende Δ Z [mm] | As [mm ²] | Material |
|---|----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 28 | Punkt (0,0) | 173 | -658 | Punkt (0,0) | 0 | 0 | 616 | B 500B |
| 2 | 28 | Punkt (0,0) | -173 | -658 | Punkt (0,0) | 0 | 0 | 616 | B 500B |
| 3 | 28 | Punkt (0,0) | -173 | -715 | Punkt (0,0) | 173 | -715 | 1232 | B 500B |
| 4 | 20 | Punkt (0,0) | 52 | 885 | Punkt (0,0) | -52 | 885 | 942 | B 500B |
| 5 | 10 | Punkt (0,0) | 60 | 650 | Punkt (0,0) | 60 | -720 | 628 | B 500B |
| 6 | 10 | Punkt (0,0) | -60 | 650 | Punkt (0,0) | -60 | -720 | 628 | B 500B |

| n | ∅ [mm] | Eingabetyp | Anfang Δ Y [mm] | Anfang Δ Z [mm] | Eingabetyp | Ende Δ Y [mm] | Ende Δ Z [mm] | As [mm ²] | Material |
|---|----------|-------------|-------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | 28 | Punkt (0,0) | 173 | -741 | Punkt (0,0) | 0 | 0 | 616 | B 500B |
| 2 | 28 | Punkt (0,0) | -173 | -741 | Punkt (0,0) | 0 | 0 | 616 | B 500B |
| 3 | 28 | Punkt (0,0) | -173 | -798 | Punkt (0,0) | 173 | -798 | 1232 | B 500B |
| 4 | 20 | Punkt (0,0) | 52 | 802 | Punkt (0,0) | -52 | 802 | 942 | B 500B |
| 5 | 10 | Punkt (0,0) | 60 | 567 | Punkt (0,0) | 60 | -803 | 628 | B 500B |
| 6 | 10 | Punkt (0,0) | -60 | 567 | Punkt (0,0) | -60 | -803 | 628 | B 500B |

Bild 3.24: Geänderte Z-Koordinaten in Tabelle vor und nach Korrektur

Für den Schnitt RF1 muss noch die Bügelbewehrung definiert werden. Zunächst werden der Bügeldurchmesser, der Bügelabstand und die Betondeckung definiert. Optional kann in diesem Dialog der Schub- und Torsionsnachweis aktiviert werden. Zuerst werden die Werte eingegeben und die Geometrie.

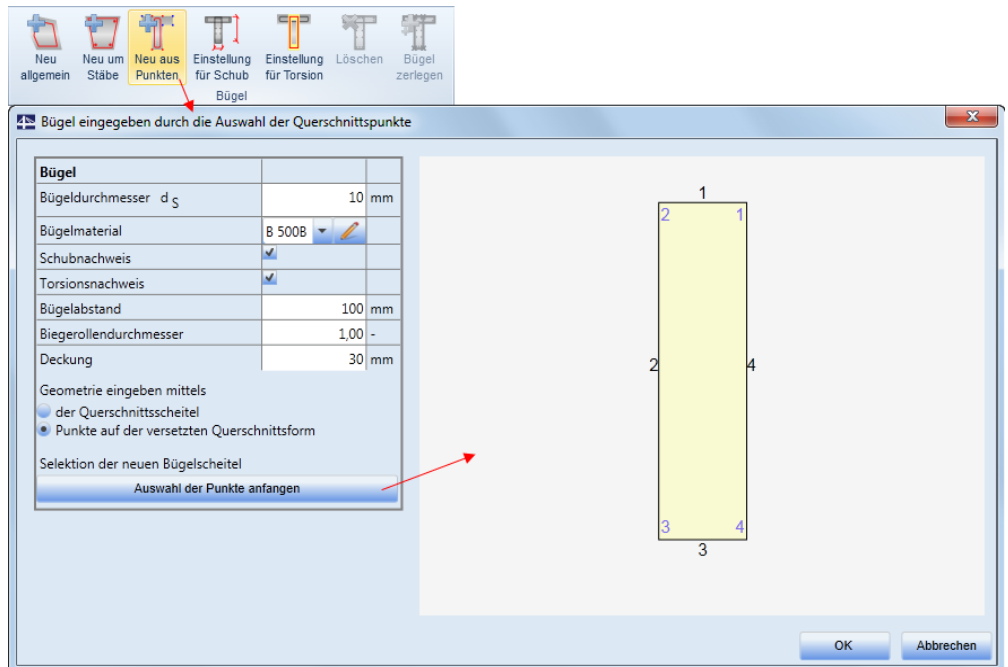


Bild 3.25: Werte für Bügel eingeben

Nach der Definition der Werte werden schrittweise die Punkte der Geometrie ausgewählt und anschließend die Bügelgeometrie geschlossen.

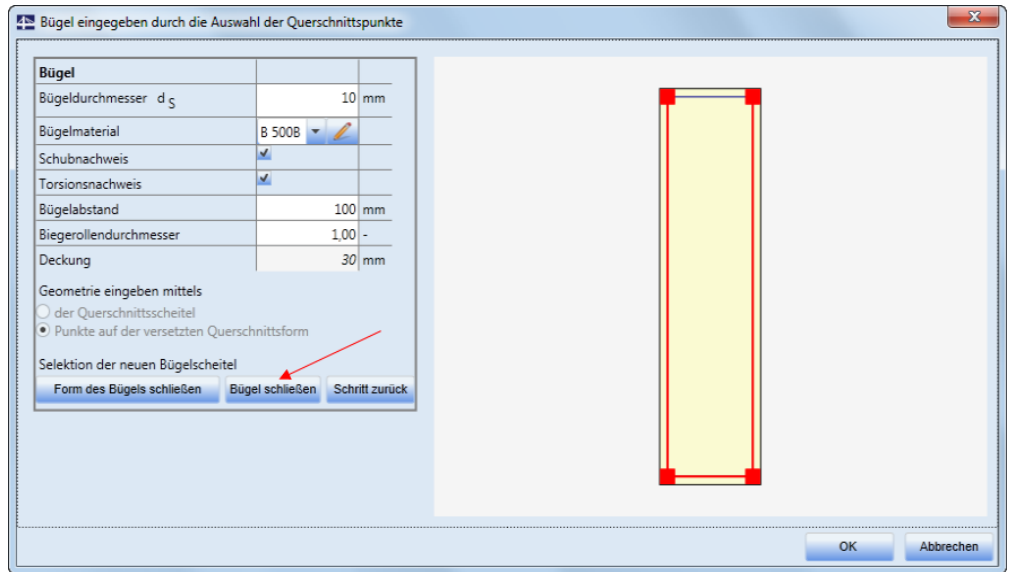


Bild 3.26: Geometrie des Bügels eingeben

Als Letztes wird die linke und rechte seitliche Längsbewehrung eingeben.

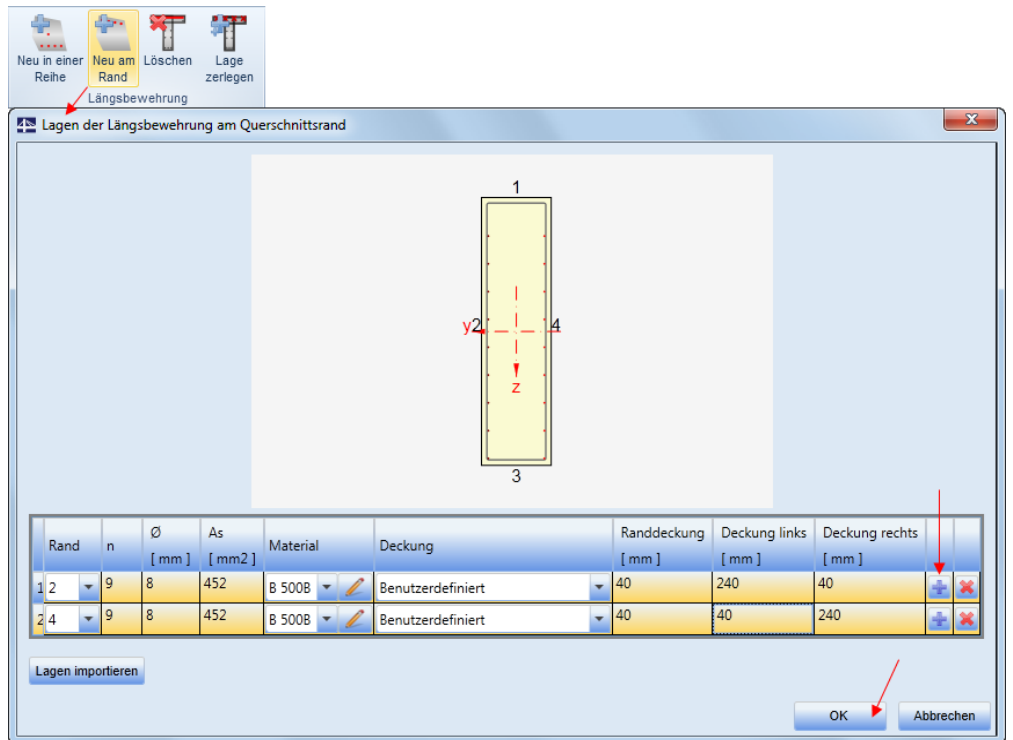


Bild 3.27: Benutzerdefinierte Längsbewehrung

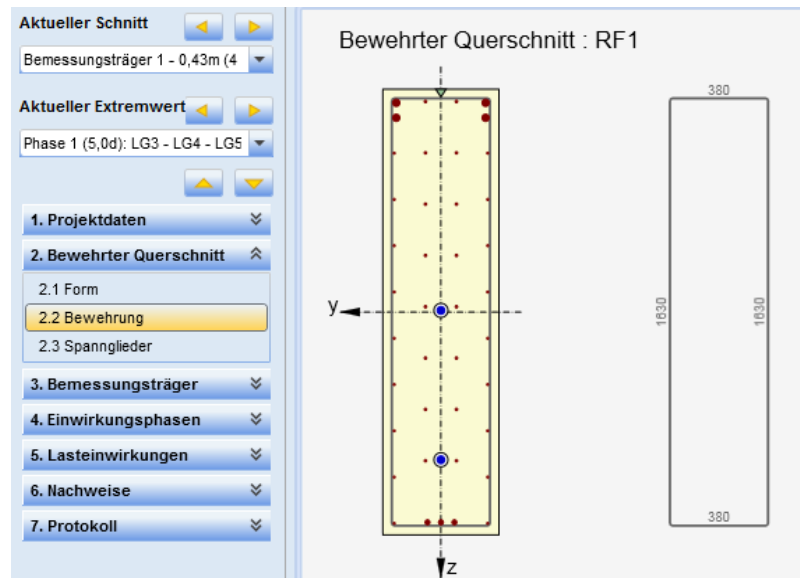


Bild 3.28: Bewehrter Querschnitt nach Eingabe

Jetzt werden die innenliegenden Stäbe links und rechts von der Symmetrieachse gelöscht.

Die Reihe wird von acht auf zwei Stäbe reduziert. Die Vorgehensweise wird schrittweise auf den nachfolgenden Bildern gezeigt.

Anmerkung: Die Korrektur erfolgt in Maske 2.2 *Bewehrung*.

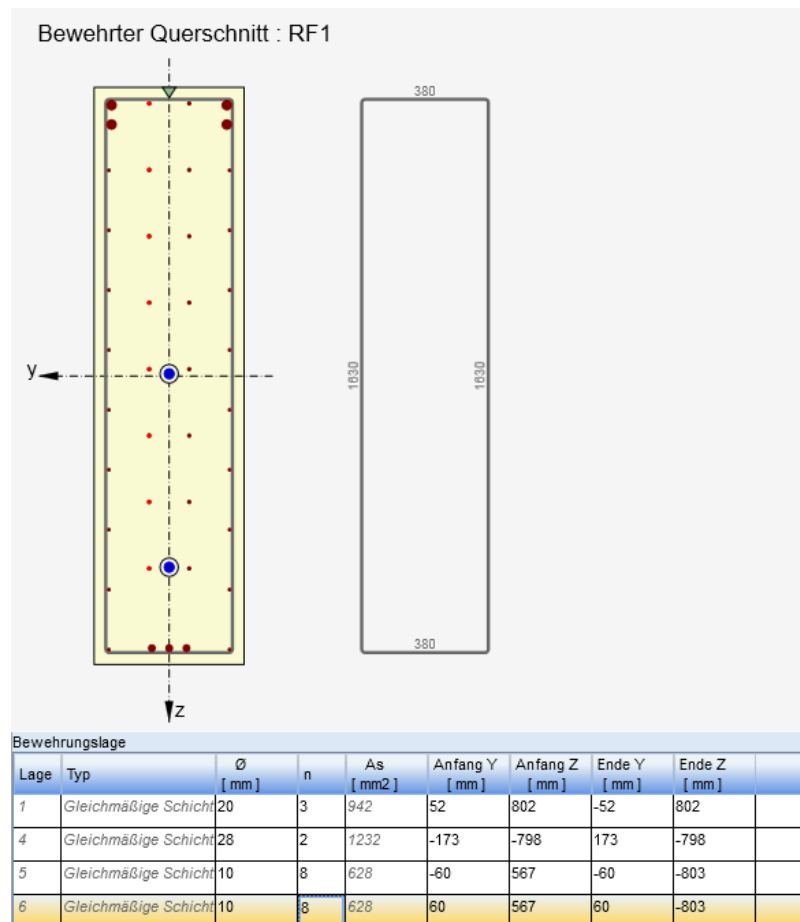


Bild 3.29: Reihe der Stäbe selektieren

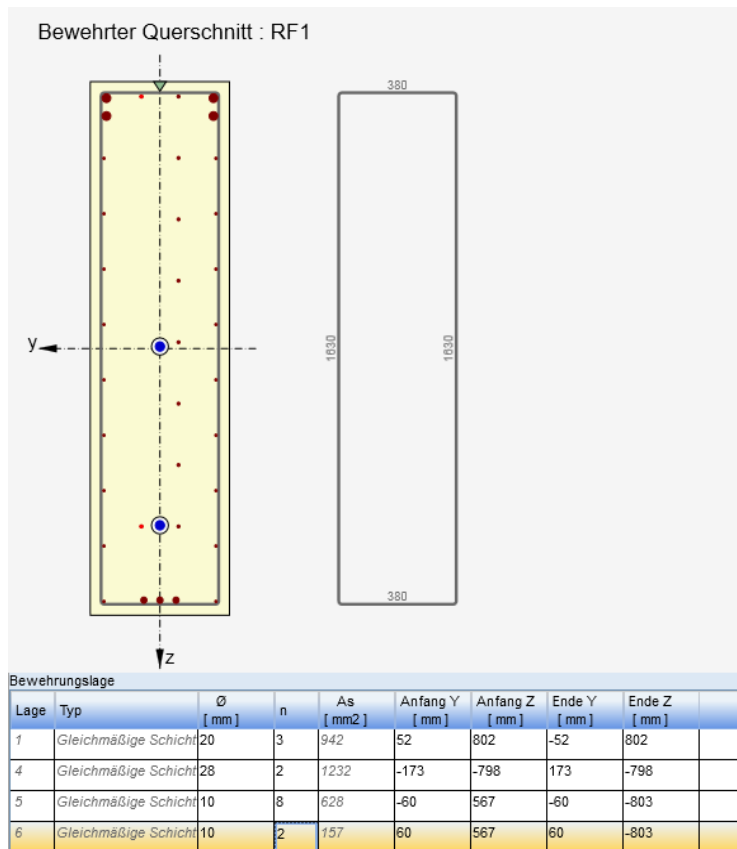


Bild 3.30: Reihe der Stäbe von 8 auf 2 reduzieren

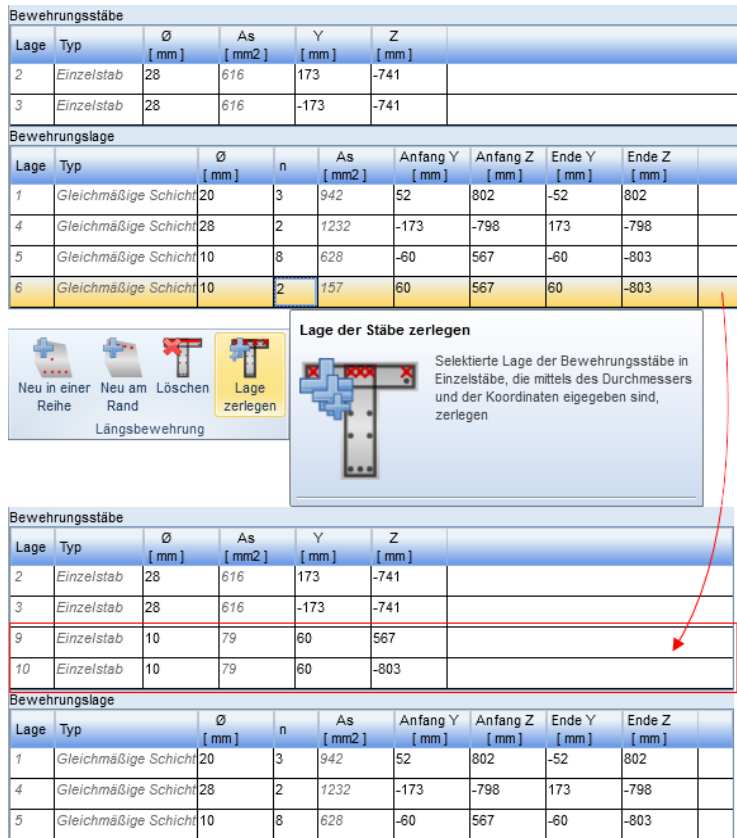


Bild 3.31: Selektierte Lage der Stäbe zerlegen

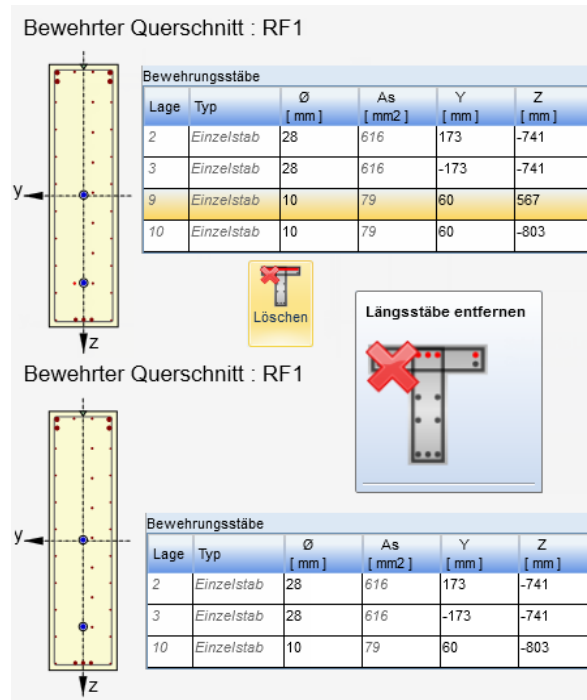


Bild 3.32: Selektierte Stäbe löschen

Die gleiche Vorgehensweise gilt für den rechten senkrechten Bewehrungsstrang.

Da die Schnitte RF1 (0,43 m) und RF5 (25,23 m) identisch sind, kann die Bewehrung mit der im Kapitel 3.1.1 vorgestellten Funktion *Bewehrung kopieren* übertragen werden.

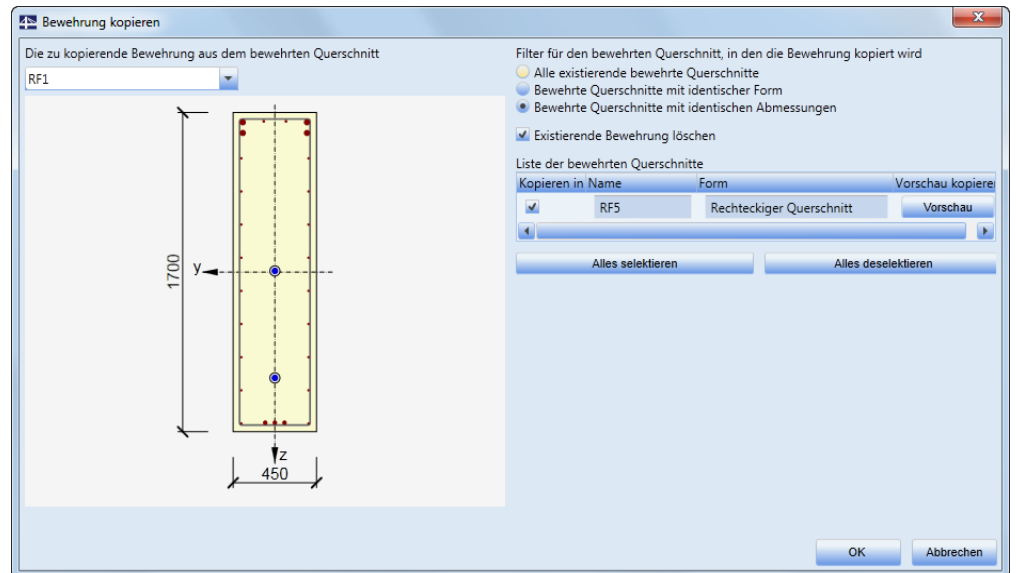


Bild 3.33: Bewehrung von RF1 nach RF5 kopieren

Nach einem Klick auf [OK] wird die Bewehrung vom Schnitt RF1 in RF5 kopiert.

3.1.3 Kontrolle der Bewehrung

Für die Eingabekontrolle ist zuerst ein aktiver Schnitt zu wählen.

Die Bemaßung der Bewehrung kann in Maske 2.2 *Bewehrung* an- und ausgeschaltet werden, um die Positionierung der Bewehrungsstäbe zu überprüfen.

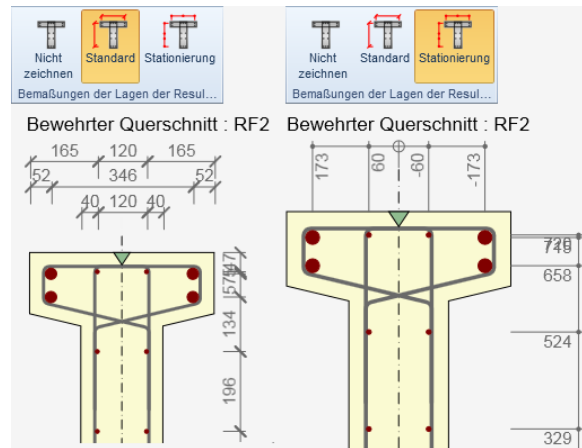


Bild 3.34: Maßlinien für Bewehrung

Die Eigenschaften der eingegebenen Bewehrung sind für den aktiven Schnitt übersichtlich in den Tabellen zur Verfügung gestellt und auch einfach editierbar.

| Bewehrungsstäbe | | | | | | Identische Eigenschaften für alle Bewehrungsstäbe | | |
|-------------------------------------|----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------|---|--------------------|---------------------|
| Lage | Typ | Ø [mm] | As [mm ²] | Y [mm] | Z [mm] | Identisch | Wert | |
| 4 | Einzelstab | 28 | 616 | 173 | -658 | <input type="checkbox"/> | 20 | |
| 5 | Einzelstab | 28 | 616 | -173 | -658 | <input type="checkbox"/> | | |
| Bewehrungslage | | | | | | | | |
| Lage | Typ | Ø [mm] | n | As [mm ²] | Anfang Y [mm] | Anfang Z [mm] | Ende Y [mm] | Ende Z [mm] |
| 2 | Gleichmäßige Schicht | 20 | 3 | 942 | 52 | 885 | -52 | 885 |
| 7 | Gleichmäßige Schicht | 10 | 8 | 628 | -60 | 650 | -60 | -720 |
| 8 | Gleichmäßige Schicht | 10 | 8 | 628 | 60 | 650 | 60 | -720 |
| Bewehrungslagen am Querschnittsrand | | | | | | | | |
| Lage | Typ | Ø [mm] | n | As [mm ²] | Rand | Randdeckung [mm] | Deckung links [mm] | Deckung rechts [mm] |
| 6 | Gleichmäßige Schicht | 28 | 2 | 1232 | 1 | 38 | 38 | 38 |

Bild 3.35: Eigenschaften der Bewehrung

In Maske 2.3 *Spannglieder* kann die Geometrie der Spannglieder kontrolliert werden.

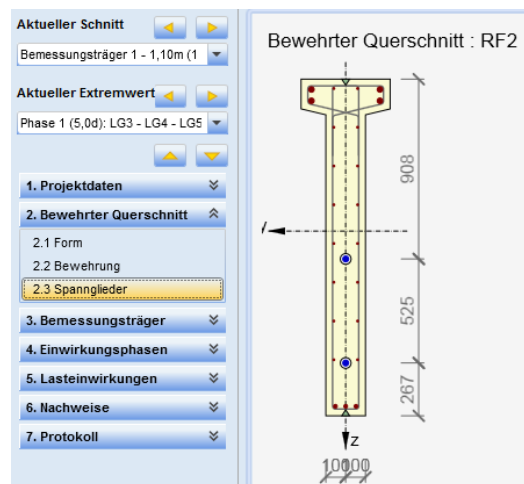
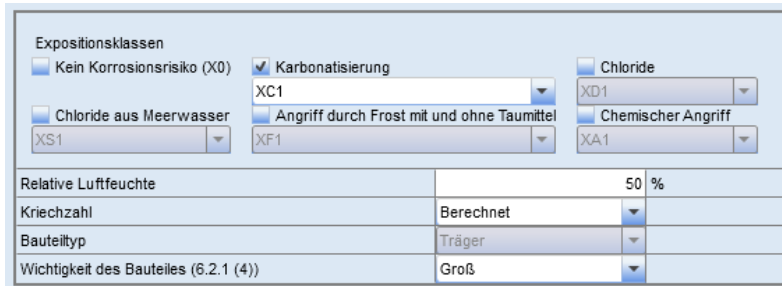


Bild 3.36: Eigenschaften der Bewehrung

Die Tabellen der Spanngliedeigenschaften stehen auch im Modul RF-TENDON Design zur Verfügung. Sie sind jedoch nicht editierbar, da diese Eingaben aus RF-TENDON übernommen wurden.

3.1.4 Bauteildaten

Die Bauteildaten für den Bemessungsträger werden in Maske 3.1 *Bauteildaten* eingegeben. Für das Beispiel sind die Expositionsklasse **XC1** und eine relative Luftfeuchte von **50 %** zu definieren.



The dialog box 'Bauteildaten' contains the following settings:

- Expositionsklassen:**
 - Kein Korrosionsrisiko (X0)
 - Karbonatisierung: XC1
 - Chloride aus Meerwasser: XS1
 - Chloride: XD1
 - Angriff durch Frost mit und ohne Taumittel: XF1
 - Chemischer Angriff: XA1
- Relative Luftfeuchte:** 50 %
- Kriechzahl:** Berechnet
- Bauteiltyp:** Träger
- Wichtigkeit des Bauteiles (6.2.1 (4)):** Groß

Bild 3.37: Bauteildaten

3.1.5 Bauphasen

Die Eingabedaten der Bauphasen wurden aus dem Modul RF-TENDON übernommen und können in Maske 3.4 *Bauphasen* kontrolliert werden.

3.1.6 Einwirkungsphasen im Schnitt

Als weitere Kontrollmöglichkeit dient Maske 4.1 *Einwirkungsphasen im Schnitt*, in der alle Daten wie z. B. der aktuelle Schnitt, die gewählten Bauphasen und die zugehörigen Schnittgrößen tabellarisch angezeigt werden.

Inkremete der Auswirkungen von den charakteristischen Werten der ständigen Lasten

| Alter [d] | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | T [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|-----------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 5,0 | 0,00 | 0,00 | 435,66 | 0,00 | 41,78 | 0,00 |
| 18250,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Vorspannung
Typ der Vorspannungseingabe: Spannung nach Kurzzeitverlusten

| Spannglied | σ_{pm0} [MPa] | $\Delta\sigma_{pr}$, aufgetreten [MPa] |
|------------|----------------------|---|
| 1 | 1194,94 | 0,00 |
| 2 | 1221,24 | 0,00 |

Gesamteinwirkung der Vorspannung

| Lasttyp | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | T [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|--|----------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Primäre Einwirkungen der Vorspannung | -1686,75 | 0,00 | -109,78 | 0,00 | -476,11 | 0,00 |
| Sekundäre Auswirkungen der Vorspannung | -1,45 | 0,00 | 1,97 | 0,00 | -0,31 | 0,00 |

Bild 3.38: Einwirkungen

Daten

Verluste infolge elastischer Verformung und Langzeitverluste

Zusammenfassung

| Spannglied | Alter [d] | $\Delta\sigma_{pe}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{pr}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{pc}$ [MPa] | $\Delta\sigma_{ps}$ [MPa] | σ_p [MPa] |
|------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1 | 5,0 | -3,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1191,55 |
| | 18250,0 | 0,00 | -30,81 | -30,14 | -97,73 | 1032,87 |
| 2 | 5,0 | -5,46 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1215,78 |
| | 18250,0 | 0,00 | -33,45 | -48,59 | -97,73 | 1036,01 |

Kriechzahl

| Nachweisart | t [d] | t ₀ [d] | t _s [d] | RH [%] | Anwenden V _{,lt} | $\varphi(t,t_0)$ |
|-------------|---------|----------------------|----------------------|----------|---------------------------|------------------|
| Automatisch | 18250,0 | 5,0 | 7,0 | 50 | Nein | 2,32 |

Gesamtschwinddehnung

| Nachweisart | t [d] | t _s [d] | RH [%] | Anwenden V _{,lt} | ϵ_{cs} [1e-4] |
|-------------|---------|----------------------|----------|---------------------------|--------------------------|
| Automatisch | 18250,0 | 7,0 | 50 | Nein | 5,2 |

Bild 3.39: Verluste

3.1.7 Schnittgrößen im Schnitt

In Maske 5.1 *Schnittgrößen im Schnitt* sind die Schnittgrößen für den aktuellen Schnitt übersichtlich aufgelistet.

Auswirkungen der Bemessungslast (zur Nachweiszeit)

| Kombinationstyp | Lasttyp | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | T [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|--|-----------------------------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Grundlegender Grenzzustand der Tragfähigkeit | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 563,08 | 0,00 | 439,53 | 0,00 |
| | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 105,57 | 0,00 | 82,45 | 0,00 |
| | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Charakteristisch | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 417,10 | 0,00 | 325,58 | 0,00 |
| | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 70,38 | 0,00 | 54,97 | 0,00 |
| | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Häufig | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 417,10 | 0,00 | 325,58 | 0,00 |
| | Variable Qk1 | 0,00 | 0,00 | 14,08 | 0,00 | 10,99 | 0,00 |
| | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Quasi-ständig | Ständige Komponente Sum Gkj | 0,00 | 0,00 | 417,10 | 0,00 | 325,58 | 0,00 |
| | Variable Sum Qki | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| Lasttyp | N [kN] | Vy [kN] | Vz [kN] | T [kNm] | My [kNm] | Mz [kNm] |
|--|----------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Primäre Einwirkungen der Vorspannung | -1678,44 | 0,00 | -103,43 | 0,00 | -682,37 | 0,00 |
| Sekundäre Auswirkungen der Vorspannung | -9,71 | 0,00 | 13,02 | 0,00 | -3,32 | 0,00 |
| Einwirkungen der Vorspannung | -1688,15 | 0,00 | -90,41 | 0,00 | -685,69 | 0,00 |

Bild 3.40: Schnittgrößen

3.2 Nachweise

3.2.1 Bemessung für aktuellen Schnitt

Die Bemessung des aktuellen Schnitts startet in Maske 6.1 *Einstellungen*. Nach Öffnung der Nachweisliste werden die gewünschten Nachweise ausgewählt.

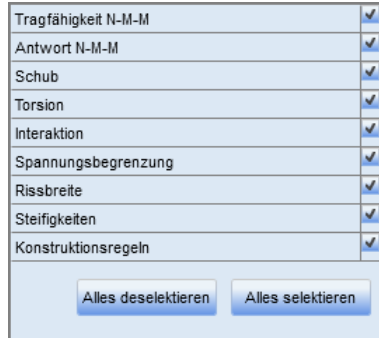


Bild 3.41: Nachweisliste

Mit dem Klick auf Maske 6.2 *Gesamt* werden alle gewählten Nachweise für den aktuellen Schnitt automatisch durchgeführt und in einer Zusammenfassung angezeigt.



Bild 3.42: Aktueller Schnitt und aktueller Extremwert

Daten

Zusammenfassung

| Maßgebender Nachweistyp | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Wert [%] | Nachweis |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| Spannungsbegrenzung | -1750,99 | 1119,41 | 0,00 | | | 98,78 | OK |
| Nachweistyp | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Wert [%] | Nachweis |
| Tragfähigkeit N-M-M | 12,72 | 3407,41 | 0,00 | | | 83,34 | OK |
| Antwort N-M-M | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | | | 89,29 | OK |
| Schub | -1750,99 | | | -19,69 | | 8,92 | OK |
| Torsion | | | | | 0,00 | 0,00 | OK |
| Interaktion | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 89,29 | OK |
| Spannungsbegrenzung | -1750,99 | 1119,41 | 0,00 | | | 98,78 | OK |
| Rissbreite | -1575,89 | 879,22 | 0,00 | | | 4,29 | OK |
| Konstruktionsregeln | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | | | 65,63 | OK |

Grenzwert der Querschnittsausnutzung 100,00 %

Nichtübereinstimmung

- ⚠ Querkraft ist vom Beton aufgenommen, die Querkraftbewehrung ist aufgrund der Konstruktionsregeln erforderlich, siehe
- ⚠ Beton unter Zug ist aus der Einwirkung ausgeschlossen, der Querschnitt ist gerissen, siehe 7.1 (2)
- ⚠ Oberer oder unterer Bemessungswert der Schnittgrößen einer der GZG-Kombinationen verursacht, dass die Betonspannung größer als die Betonzugfestigkeit ist (der Querschnitt ist gerissen). In Abhängigkeit von den Berechnungs- und Normeinstellungen wird es vorausgesetzt, dass Beton keinen Zug in den GZG-Nachweisen für den aktuellen Bemessungswert der Schnittgrößen aufnimmt. Die Voraussetzungen für die GZG-Nachweise in den Kombinationen des aktuellen Extremwertes sowie in den anderen Extremwerten des aktuellen Querschnitts sind nicht berührt.
- ⚠ Die Bedingung der Druckspannungsbegrenzung im Beton bei der charakteristischen Einwirkungskombination gilt nur für solche Strukturen, die den Expositionsklassen XD, XF und XS ausgesetzt sind, siehe 7.2 (2)

Bild 3.43: Nachweisübersicht

Rechts in der Grafik wird der Nachweisstatus der einzelnen Nachweise in [%] angezeigt.

Endstatus des Nachweises: ✓

| Nachweis | Wert | Status |
|---------------------|-------|--------|
| Tragfähigkeit N-M-M | 83,34 | ✓ |
| Antwort N-M-M | 89,29 | ✓ |
| Schub | 8,92 | ✓ |
| Torsion | 0,00 | ✓ |
| Interaktion | 89,29 | ✓ |
| Spannungsbegrenzung | 98,78 | ✓ |
| Rissbreite | 4,29 | ✓ |
| Konstruktionsregeln | 65,63 | ✓ |

Bild 3.44: Endstatus der Nachweise

Die detaillierten Nachweisergebnisse werden in den Masken 6.3 bis 6.5 grafisch und tabellarisch ausgegeben.

Hier einige Beispiele:

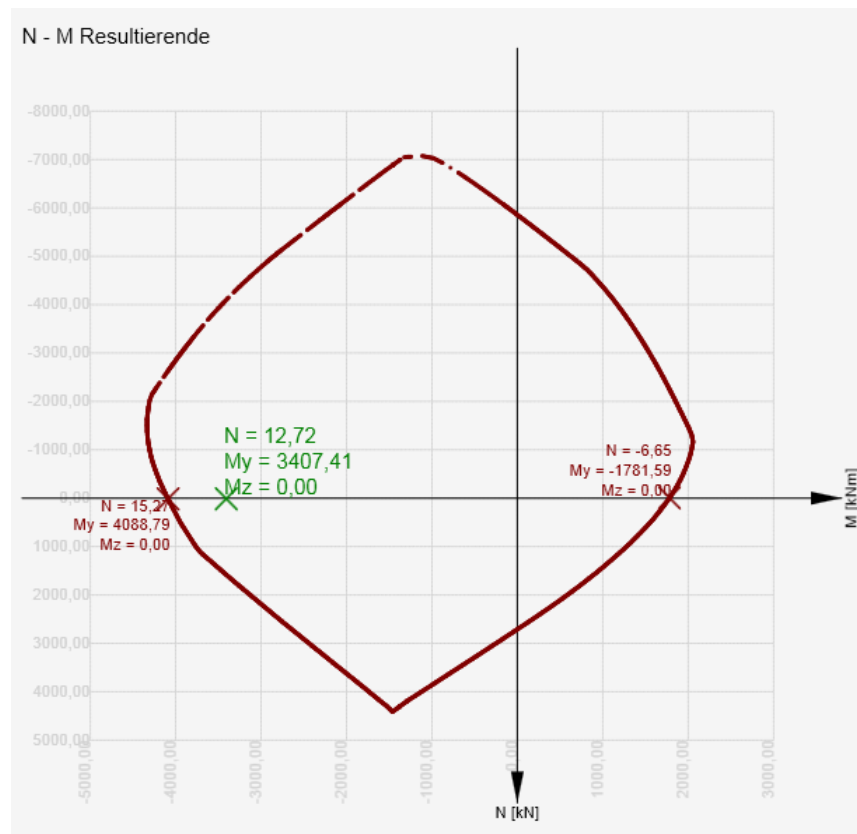


Bild 3.45: Maske 6.3.1 mit grafischer Darstellung der Traglast N-M-N

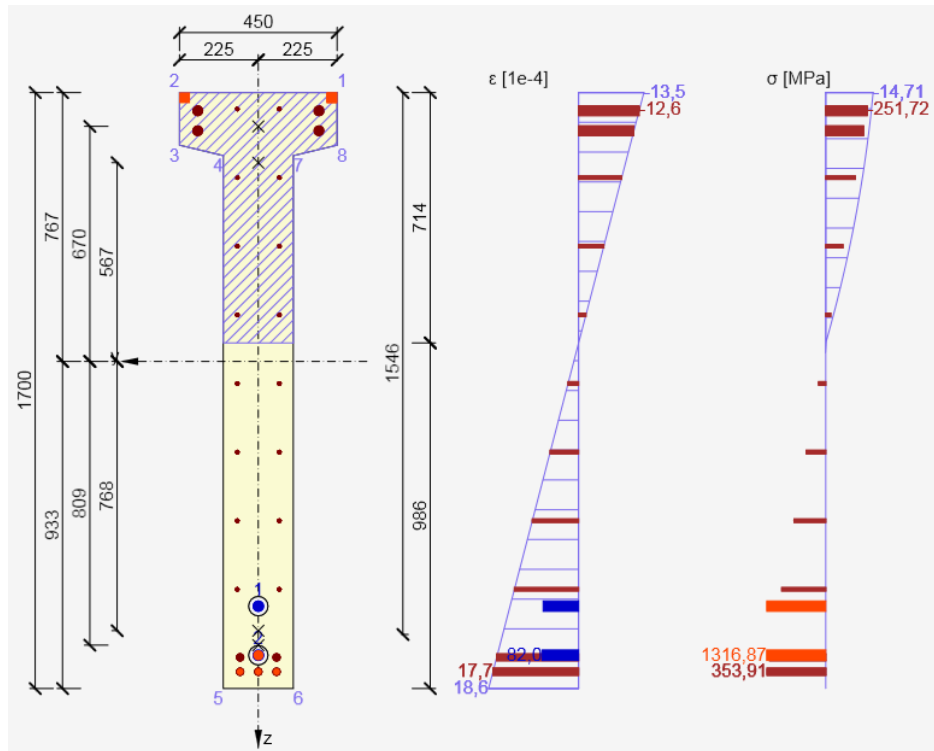


Bild 3.46: Maske 6.3.2 Antwort N-M-N - Gesamt in 2D

Die Darstellung zeigt den aktuell gewählten Schnitt sowie die Spannungen und Dehnungen von Beton, Betonstahl und Spannstahl in 2D (optional 3D wählbar).

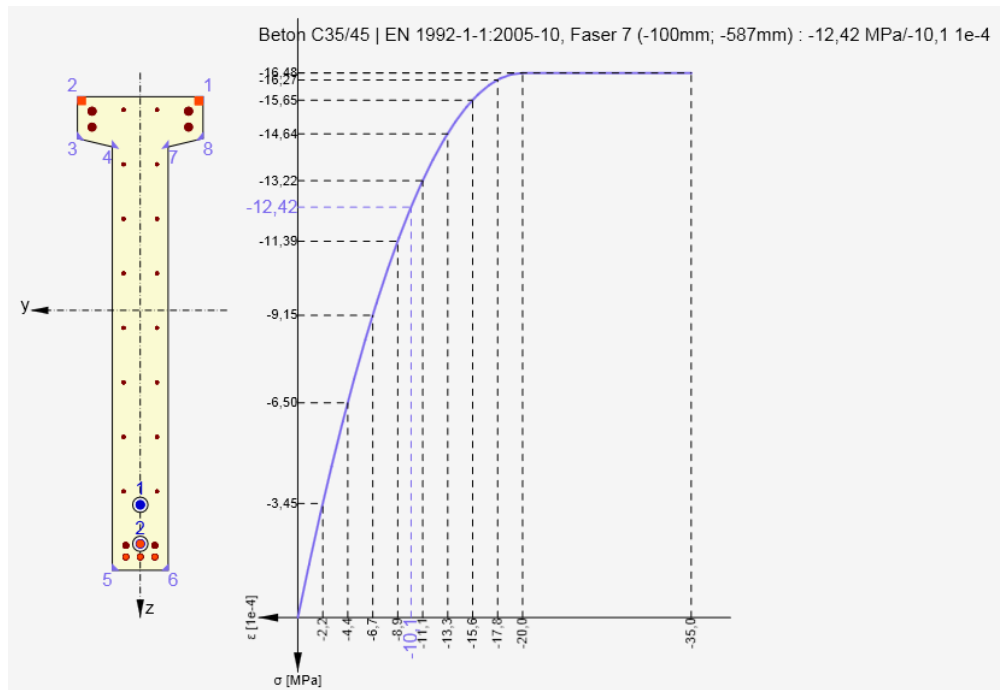


Bild 3.47: 6.3.2 Antwort N-M-N - Diagramm Faser 7

Das Diagramm zeigt die Spannungs-Dehnungslinie des Betons für die Faser 7. Dabei wird im Diagramm die zugehörige Spannung angezeigt. Es kann auch die Stahl- oder Spannstahlbewehrung ausgewählt werden. Dann wird automatisch die Spannungs-Dehnungslinie des Stahls angezeigt.

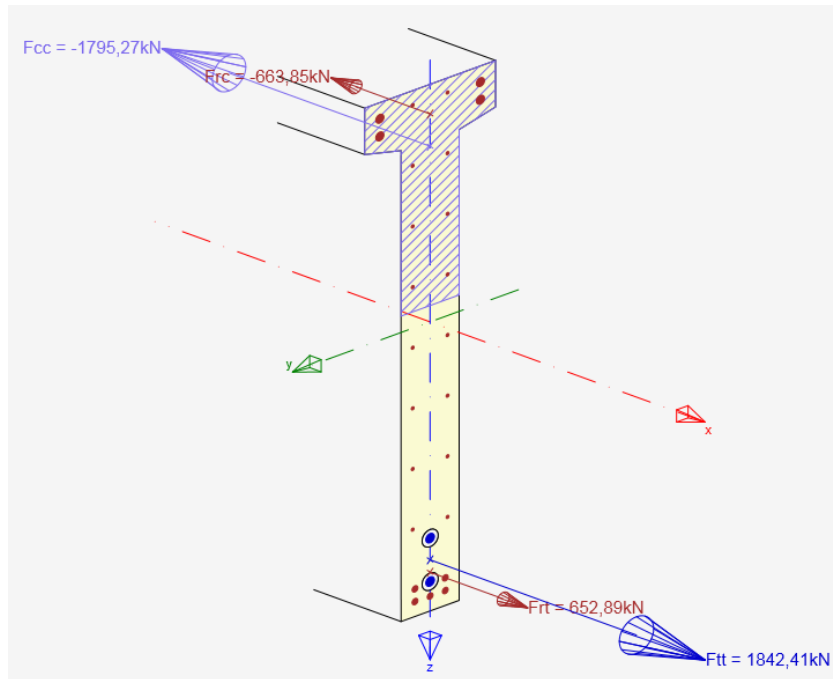


Bild 3.48: Maske 6.3.5 Interaktion - Kräfte 3D

Die 3D-Grafik zeigt die resultierende Betonkraft sowie die resultierende Kraft der Stabstahl- und Spannstahlbewehrung an.

| Daten | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------|----------|------------------|------------|---------|------------------|----------|----------|
| Interaktion | | | | | | | | | | |
| N Ed | M Edy | M Edz | V Ed | T Ed | Wert v+t | Wert v+t+m | Wert | Grenze | Nachweis | |
| [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kNm] | [%] | [%] | [%] | [%] | OK | |
| -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | 19,69 | 0,00 | 8,92 | 89,29 | 89,29 | 100,00 | OK | |
| Interaktionsnachweis für Querkraft und Torsion (Beton) | | | | | | | | | | |
| V Rd,c | T Rd,c | V Rd,max | T Rd,max | Gl. 6.31 | Gl. 6.29 | Wert | Grenze | Nachweis | | |
| [kN] | [kNm] | [kN] | [kNm] | [%] | [%] | [%] | [%] | OK | | |
| 220,75 | 36,31 | 1097,35 | 174,68 | 8,92 | 1,79 | 8,92 | 100,00 | OK | | |
| Interaktionsnachweis für Querkraft, Torsion, Biegung und Normalkraft | | | | | | | | | | |
| Δ F td,s | Δ F td,t | Δ F td | Δ ε s | Δ ε t | Maßgeb. Stab | Wert | Grenze | Nachweis | | |
| [kN] | [kN] | [kN] | [1e-4] | [1e-4] | | [%] | [%] | OK | | |
| 23,47 | 0,00 | 23,47 | 0,2 | 0,0 | 9 | 89,29 | 100,00 | OK | | |
| Detaillierter Nachweis der Bewehrung | | | | | | | | | | |
| Stab | y _i | z _i | Δ ε | ε | ε _{lim} | Δ σ | σ | σ _{lim} | Wert | Nachweis |
| | [mm] | [mm] | [1e-4] | [1e-4] | [1e-4] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [%] | OK |
| 7 | 52 | 885 | 0,2 | 17,9 | 450,0 | 4,39 | 358,29 | 434,78 | 82,41 | OK |
| 8 | 0 | 885 | 0,2 | 17,9 | 450,0 | 4,39 | 358,29 | 434,78 | 82,41 | OK |
| 9 | -52 | 885 | 0,2 | 17,9 | 450,0 | 4,39 | 358,29 | 434,78 | 82,41 | OK |
| 10 | 52 | 844 | 0,2 | 17,1 | 450,0 | 4,39 | 342,82 | 434,78 | 78,85 | OK |
| 11 | -52 | 844 | 0,2 | 17,1 | 450,0 | 4,39 | 342,82 | 434,78 | 78,85 | OK |
| 13 | 173 | -658 | 0,2 | -11,2 | -450,0 | 4,39 | -223,93 | -434,78 | 51,50 | OK |
| 14 | -173 | -658 | 0,2 | -11,2 | -450,0 | 4,39 | -223,93 | -434,78 | 51,50 | OK |
| 15 | -173 | -715 | 0,2 | -12,3 | -450,0 | 4,39 | -245,44 | -434,78 | 56,45 | OK |
| 16 | 173 | -715 | 0,2 | -12,3 | -450,0 | 4,39 | -245,44 | -434,78 | 56,45 | OK |
| 17 | -60 | 650 | 0,2 | 13,5 | 450,0 | 4,39 | 269,61 | 434,78 | 62,01 | OK |
| 18 | -60 | 454 | 0,2 | 9,8 | 450,0 | 4,39 | 195,76 | 434,78 | 45,03 | OK |
| 19 | -60 | 259 | 0,2 | 6,1 | 450,0 | 4,39 | 121,91 | 434,78 | 28,04 | OK |
| 20 | -60 | 63 | 0,2 | 2,4 | 450,0 | 4,39 | 48,06 | 434,78 | 11,05 | OK |
| 21 | -60 | -133 | 0,2 | -1,3 | -450,0 | 4,39 | -25,79 | -434,78 | 5,93 | OK |
| 22 | -60 | -329 | 0,2 | -5,0 | -450,0 | 4,39 | -99,64 | -434,78 | 22,92 | OK |
| 23 | -60 | -524 | 0,2 | -8,7 | -450,0 | 4,39 | -173,49 | -434,78 | 39,90 | OK |
| 24 | -60 | -720 | 0,2 | -12,4 | -450,0 | 4,39 | -247,34 | -434,78 | 56,89 | OK |
| 25 | 60 | 650 | 0,2 | 13,5 | 450,0 | 4,39 | 269,61 | 434,78 | 62,01 | OK |
| 26 | 60 | 454 | 0,2 | 9,8 | 450,0 | 4,39 | 195,76 | 434,78 | 45,03 | OK |
| 27 | 60 | 259 | 0,2 | 6,1 | 450,0 | 4,39 | 121,91 | 434,78 | 28,04 | OK |
| 28 | 60 | 63 | 0,2 | 2,4 | 450,0 | 4,39 | 48,06 | 434,78 | 11,05 | OK |
| 29 | 60 | -133 | 0,2 | -1,3 | -450,0 | 4,39 | -25,79 | -434,78 | 5,93 | OK |
| 30 | 60 | -329 | 0,2 | -5,0 | -450,0 | 4,39 | -99,64 | -434,78 | 22,92 | OK |
| 31 | 60 | -524 | 0,2 | -8,7 | -450,0 | 4,39 | -173,49 | -434,78 | 39,90 | OK |
| 32 | 60 | -720 | 0,2 | -12,4 | -450,0 | 4,39 | -247,34 | -434,78 | 56,89 | OK |
| Detaillierter Nachweis des Spannstahls | | | | | | | | | | |
| Spannglied | y _i | z _i | Δ ε | ε | ε _{lim} | Δ ε | σ | σ _{lim} | Wert | Nachweis |
| | [mm] | [mm] | [1e-4] | [1e-4] | [1e-4] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [%] | OK |
| 1 | 0 | 698 | 0,2 | 79,7 | 315,0 | 0,18 | 1314,97 | 1510,11 | 87,08 | OK |
| 2 | 0 | 838 | 0,2 | 82,2 | 315,0 | 0,18 | 1317,05 | 1510,11 | 87,22 | OK |

Bild 3.49: Maske 6.3.5 Interaktion - Tabelle

3.2.2 Bemessung für alle Schnitte

Mit dem Klick auf die Schaltfläche [Alle] in Maske 1.1 *Schnitte* können alle Schnitte auf einmal bemessen werden. Die Bemessung erfolgt mit den Extremwerten für die jeweilige Stelle. Danach wird für jeden Schnitt der Nachweisstatus tabellarisch ausgegeben.

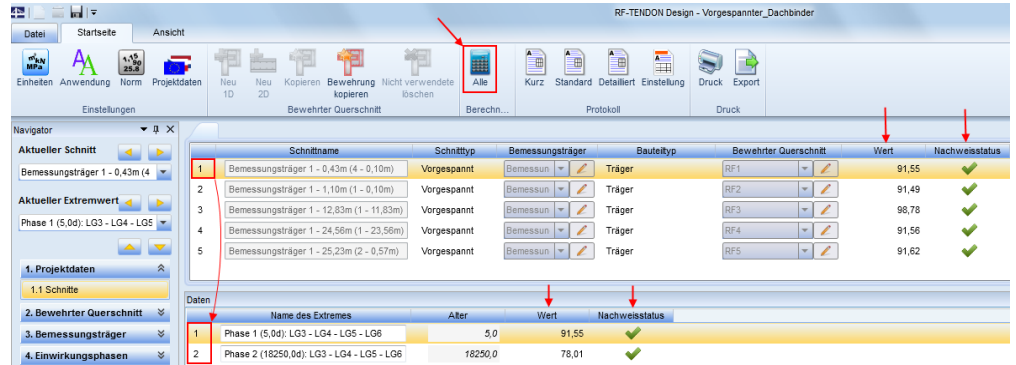


Bild 3.50: Nachweisübersicht in RF-TENDON Design

Die Ergebnisse werden auch in Maske 6.2 *Nachweispositionen* von RF-TENDON angezeigt.

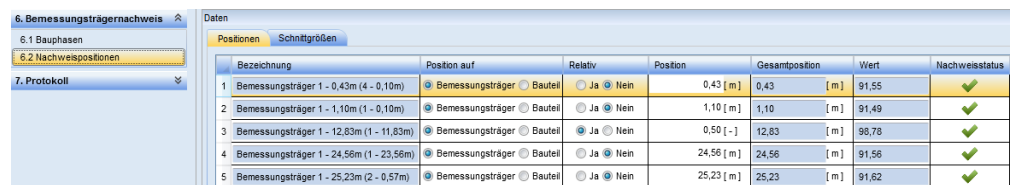


Bild 3.51: Nachweisübersicht in RF-TENDON

3.3 Protokoll

3.3.1 Protokoll für aktuellen Schnitt

Das Protokoll ermöglicht es, den Nachweis des aktuellen Schnitts auszudrucken.

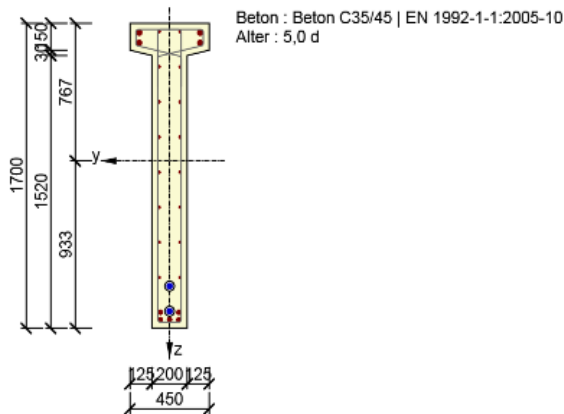
In Maske 7.1 *Einstellungen* wird festgelegt, welche Daten im Ausdruckprotokoll angezeigt werden sollen. Es kann zwischen einem Standardausdruck (7.2 *Standard*) und einem detaillierten Ausdruck (7.3 *Detailliert*) gewählt werden.

1. Nachweis der Schnitte

1.1. Schnitt Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m)

1.1.1. Extrem Phase 1 (5,0d): LG3 - LG4 - LG5 - LG6

| | |
|--------------------------|--------------------|
| Bemessungsträger | Bemessungsträger 1 |
| Bewehrter Querschnitt | RF3 |
| Nachweis nach Betonalter | 5,0 d |



1.1.1.1. Zusammenfassung

| Maßgebender Nachweistyp | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Wert [%] | Nachweis |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| Spannungsbegrenzung | -1750,99 | 1119,41 | 0,00 | | | 98,78 | OK |
| Nachweistyp | N _{Ed} [kN] | M _{Ed,y} [kNm] | M _{Ed,z} [kNm] | V _{Ed} [kN] | T _{Ed} [kNm] | Wert [%] | Nachweis |
| Tragfähigkeit N-M-M | 12,72 | 3407,41 | 0,00 | | | 83,34 | OK |
| Antwort N-M-M | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | | | 89,29 | OK |
| Schub | -1750,99 | | | -19,69 | | 8,92 | OK |
| Torsion | | | | | 0,00 | 0,00 | OK |
| Interaktion | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | -19,69 | 0,00 | 89,29 | OK |
| Spannungsbegrenzung | -1750,99 | 1119,41 | 0,00 | | | 98,78 | OK |
| Rissbreite | -1575,89 | 879,22 | 0,00 | | | 4,29 | OK |
| Konstruktionsregeln | -1750,99 | 2052,38 | 0,00 | | | 65,63 | OK |

Grenzwert der Querschnittsausnutzung 100,00 %

Bild 3.52: Protokoll - Standard

3.3.2 Protokoll für alle Schnitte

Das Protokoll für alle Schnitte wird in Maske 1.1 *Schnitte* mit den Schaltflächen im oberen Menü vorbereitet.



Bild 3.53: Protokoll für alle Schnitte

Für das Ausdruckprotokoll stehen drei Formen zur Verfügung: *Kurz*, *Standard* und *Detailliert*. Mithilfe der Schaltfläche [Einstellung] können die Daten, die im Ausdruck erscheinen sollen, gezielt ausgewählt werden. Diese Einstellungen gelten für alle drei Ausdruckvarianten.

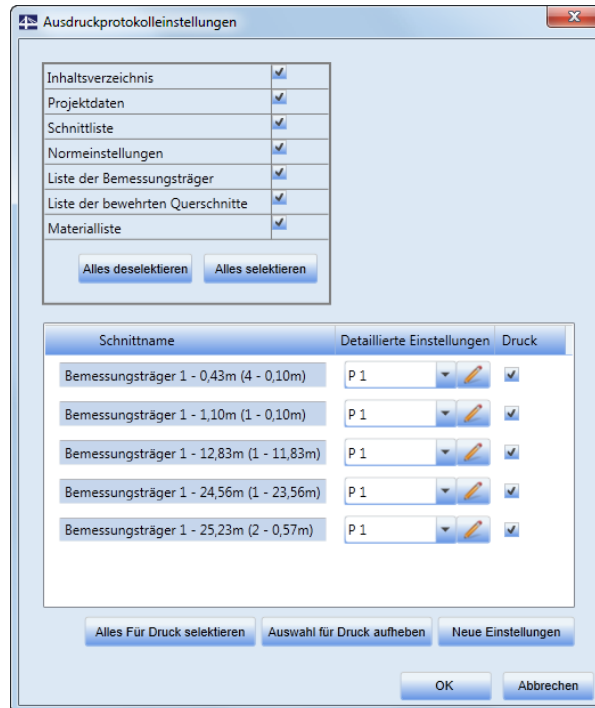


Bild 3.54: Einstellungen für alle Schnitte

Im *Einstellungen*-Dialog können Schnitte für den Ausdruck an- und abgewählt werden.



Bild 3.55: Detaillierte Einstellungen für jeden Schnitt

Im Bild 3.55 dargestellten Dialog kann für jeden Schnitt gewählt werden, welche Nachweise im Ausdruck erscheinen sollen. Darüber hinaus kann man entscheiden, ob alle Schnittgrößen oder nur die kritischen Extremwerte angezeigt werden sollen (Einstellung ganz unten).

Kurzzusammenfassung der Ergebnisse für Schnittnachweise

| Schnittname | Bemessungsträger | Bauteiltyp | Bewehrter Querschnitt | Wert | Nachweisstatus |
|--|------------------------|------------|-----------------------|-------|----------------|
| Bemessungsträger 1 - 0,43m (4 - 0,10m) | Bemessungsträger 1 | Träger | RF1 | 91,55 | ✓ |
| Bemessungsträger 1 - 1,10m (1 - 0,10m) | Bemessungsträger 1 | Träger | RF2 | 91,49 | ✓ |
| Bemessungsträger 12,83m (1 - 11,83m) | 1 - Bemessungsträger 1 | Träger | RF3 | 98,78 | ✓ |
| Bemessungsträger 24,56m (1 - 23,56m) | 1 - Bemessungsträger 1 | Träger | RF4 | 91,56 | ✓ |
| Bemessungsträger 25,23m (2 - 0,57m) | 1 - Bemessungsträger 1 | Träger | RF5 | 91,62 | ✓ |

Bild 3.56: Protokoll - Kurzzusammenfassung

In der Tabelle *Daten* wird eine Übersicht mit dem aktuellen Nachweisstatus ausgegeben. Die drei Pro KÖlle *Kurz*, *Standard* und *Detailliert* liegen dem Schulungsbeispiel bei.

3.4 RF-TENDON Design beenden

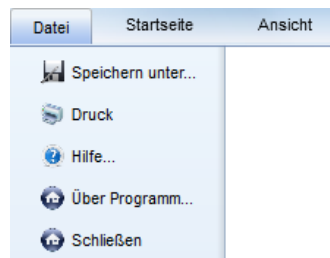


Bild 3.57: Modul schließen

RF-TENDON Design wird über das Menü Datei → Schließen beendet. Dabei werden alle Daten gespeichert.

Man kehrt zurück in das Modul RF-TENDON. Dort wird die Tabelle mit dem Nachweisstatus automatisch aktualisiert.

| Positionen | | Schnittgrößen | | | | | | |
|--|---|--|-------------|----------------|-------|----------------|--|--|
| Bezeichnung | Position auf | Relativ | Position | Gesamtposition | Wert | Nachweisstatus | | |
| 1 Bemessungsträger 1 - 0,43m (4 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 0,43 [m] | 0,43 [m] | 91,55 | ✓ | | |
| 2 Bemessungsträger 1 - 1,10m (1 - 0,10m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 1,10 [m] | 1,10 [m] | 91,49 | ✓ | | |
| 3 Bemessungsträger 1 - 12,83m (1 - 11,83m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein | 0,50 [-] | 12,83 [m] | 98,78 | ✓ | | |
| 4 Bemessungsträger 1 - 24,56m (1 - 23,56m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 24,56 [m] | 24,56 [m] | 91,56 | ✓ | | |
| 5 Bemessungsträger 1 - 25,23m (2 - 0,57m) | <input checked="" type="radio"/> Bemessungsträger <input type="radio"/> Bauteil | <input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein | 25,23 [m] | 25,23 [m] | 91,62 | ✓ | | |

Bild 3.58: Aktualisierte Tabelle in RF-TENDON

A Literatur

- [1] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.: Beispiele zur Bemessung nach Eurocode 2. (Beispiel 8: Vorgespannter Dachbinder)
Verlag für Architektur und technische Wissenschaft, Berlin, Deutschland, 2011

B Index

| | | | |
|----------------------------------|--------|-------------------------------|-----------|
| A | | Nachweisstatus | 31 |
| Anordnung der Spannglieder | 11 | Neue Form | 11 |
| B | | P | |
| Bauphasen | 8 | Phase | 9 |
| Belastungsausgleich | 21 | Pick Funktion | 10 |
| Bemessungsträger | 10 | Protokoll | 4, 32, 56 |
| C | | R | |
| Charakteristische Punkte | 14 | Reibungsverlust | 22 |
| D | | Relaxationsverlust | 22 |
| DachbinderEnd | 4 | S | |
| DachbinderStart | 4 | Schema | 5 |
| Demoversion | 4 | Spannglied geometrie XY | 17 |
| Differenzwinkel | 19, 28 | Spannglied geometrie XZ | 18 |
| E | | T | |
| Ergebnisklasse | 21 | Tooltip | 11 |
| Ersatzlast | 19 | V | |
| K | | Verlust infolge Schlupf | 22 |
| Kurzzeitverluste | 22 | W | |
| L | | Winkel | 19 |
| Lastgewicht | 21 | Z | |
| Lastmaß | 22 | Zeitachse | 8 |
| N | | | |
| Nachweispositionen | 29 | | |