

IDEA Tendon

Handbuch

Inhalt

1	Einleitung	6
1.1	Systemanforderungen	6
1.2	Installationsrichtlinien	6
2	Einführung	7
2.1	Grenzen	8
3	Terminologie	9
3.1	Allgemein	9
3.2	Spanngliedgeometrie	13
4	Benutzeroberfläche	14
4.1	Informationsfenster	15
4.1.1	Projektdatei	15
4.1.2	Aktuelles Bemessungsbauteil	15
4.1.3	Aktueller Abschnitt	16
4.1.4	Aktuelles Spannglied	17
4.2	Tabellen-Editor	18
4.3	Ansichtseinstellungen im 2D Fenster	20
4.3.1	DXF Exporteinstellungen	21
5	Einstellungen	22
5.1	Einheiten einstellen	23
5.2	Allgemeine Anwendungseinstellungen	24
5.2.1	Farbeinstellung der 3D Darstellung	24
5.2.2	Darstellung des Bemessungsbauteils	25
5.2.3	Darstellung des Spannglieds	26
5.2.4	Darstellung der Lasten	27
5.2.5	Abgewickelte Ansicht	28
5.2.6	Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse	29
5.2.7	Einstellung zur Liniendarstellung	30
5.3	Norm- und Berechnungseinstellungen	31
5.4	Projektdatei	33
5.5	Materialbibliothek	34
5.5.1	Neues Material	35
5.5.2	Material bearbeiten	36
6	Globale Zeitachse	37
7	Bemessungsbauteile	38
7.1	Annahmen beim Erzeugen eines Bemessungsbauteils	40
7.2	Eigenschaften des Spannbetts	41
7.3	Untergruppe BB Ansichten	42
7.4	Untergruppe Abgewickelte Ansicht	42
7.5	Untergruppe Berechnung	42
7.6	3D Ansicht der Struktur	43
7.6.1	3D Ansicht	43
7.6.2	Untergruppe Strukturansichten	43
7.6.3	Untergruppe 3D Ansichten	44
7.6.4	Untergruppe Strukturbezeichnung	44
7.6.5	Untergruppe LKS des Bauteils	44

8 Spanngliedgeometrie	45
8.1 3D Spanngliedgeometrie.....	45
8.2 Beschreibung von Abschnitten mit Spannglieddefinition.....	47
8.2.1 Segmenttyp zum Definieren der Spanngliedgeometrie	47
8.2.2 Regeln und Grenzen zur Abschnittsdefinition	50
8.2.3 Detaillierte Beschreibung der Geometrie-Eigenschaften.....	51
8.2.4 Beschreibung der Punkte zur Definition der Spanngliedgeometrie.....	53
8.2.5 Zusammensetzung von Segmenten zum Erzeugen von	57
Spanngliedgeometrien in abgewickelter Ansicht.....	57
8.3 Eingabe und Bearbeitung von Spanngliedern.....	59
8.3.1 Eigenschaften von Spanngliedern.....	60
8.3.2 Bearbeiten der Geometrie von Spanngliedabschnitten	67
8.3.3 Bearbeiten der Geometrie von polygonen Spanngliedern.....	71
8.3.4 Geometriebearbeitung bei Spanngliedgruppen mit Verbund.....	73
8.4 Überprüfen der Gültigkeit von Spanngliedabschnitten	76
8.5 Nicht kontinuierliche Spannglieder bei Bauteilen mit Polygonform	77
8.6 Nicht kontinuierliche Spannglieder bei gedrehten Bauteilen	79
8.7 Eingabe eines neuen Spannglieds.....	80
8.7.1 An Kante vorgespannt – Spanngliedgruppe mit Verbund, bezogen auf Querschnittskante, definiert durch Abschnitte unter Berücksichtigung der Auflager.....	81
8.7.2 Definition durch Abschnitte bei Berücksichtigung der Auflager.....	81
8.7.3 Gerade Spannglieder, definiert durch Abschnitte	82
8.7.4 Polygonale Spannglieder, die Auflager berücksichtigen.....	82
8.7.5 Polygonale Spannglieder, die Auflager nicht berücksichtigen	83
8.7.6 Gerade, polygonale Spannglieder.....	83
8.8 Spanngliedtools	84
8.8.1 Spannglieder im Bemessungsbauteil kopieren.....	84
8.8.2 Spannglied im Querschnitt verschieben.....	85
8.9 Importieren und Exportieren von Spanngliedern.....	86
8.9.1 Eingabe von Spanngliedern mittels Tabellen-Editor.....	87
8.9.2 Eingabe von Spanngliedern mittels DXF Datei	87
8.9.3 Eingabe von Spanngliedern mittels DXF Datei	88
8.9.4 Bearbeiten einer Spanngliedgeometrie mittels DXF Import.....	90
8.10 Benutzerdefinierte Vorlagen von Spanngliedern.....	91
8.10.1 Neues Spannglied mittels benutzerdefinierter Geometrievorlage.....	91
8.10.2 Vorlagenmanager	92
8.11 Kürzen und Verlängern eines Spannglieds	94
8.11.1 Anzeigeeinstellungen zu Spanngliedern	94
8.11.2 Abstände bei Spanngliedern.....	95
8.12 Formatieren von Textdateien zum Importieren/ Exportieren	97
8.12.1 Beispiel einer Textdatei für den Import eines Spannglieds.....	98

9 Bemessung von Vorspannkräften	101
9.1 Äquivalente Lasten.....	101
9.1.1 Untergruppe Lasteinstellung	102
9.1.2 Untergruppe Komponente der äquivalenten Last	102
9.1.3 Untergruppe System	103
9.1.4 Untergruppe Extremwert.....	103
9.1.5 Untergruppe Lastansicht.....	104
9.1.6 Untergruppe Abgewickelte Ansicht	104
9.1.7 Untergruppe Lastanzeige.....	105
9.1.8 Untergruppe Aktueller Abschnitt	105
9.2 Lastverteilung.....	106
9.2.1 Untergruppe Last.....	107
9.2.2 Untergruppe Lasteinstellung	107
9.2.3 Untergruppe Richtung.....	107
9.2.4 Untergruppe Extremwert.....	107
9.2.5 Untergruppe Lastansicht.....	107
9.2.6 Untergruppe Abgewickelte Ansicht	107
9.2.7 Untergruppe Aktueller Abschnitt	107
9.3 Berechnung der linear elastischen Spannung.....	108
9.3.1 Untergruppe Ergebnisklasse.....	109
9.3.2 Untergruppe Abgewickelte Ansicht	109
9.3.3 Untergruppe Lineare elastische Spannung	109
10 Berechnung von Verlusten bei Spanngliedern.....	110
10.1 Gesamtauswertung des Spanngliedverlustes am Bemessungsbauteil	111
10.1.1 Untergruppe Abgewickelte Ansicht	112
10.1.2 Untergruppe Spanngliedform	112
10.2 Detaillierte Auswertung von Kurzzeitverlusten	113
10.2.1 Untergruppe Verluste.....	113
10.2.2 Untergruppe Beschriftung	114
10.2.3 Untergruppe Ausrichtung der Beschriftung	114
11 Auswertung der Schnittgrößen	115
11.1 Untergruppe Ergebnisse	115
11.2 Untergruppe Schnittgrößen	116
11.3 Untergruppe Vorspannung.....	116
11.4 Untergruppe Ausrichtung der Kennzeichnung	117
11.5 Untergruppe Berechnung.....	117

12 Bericht.....	118
12.1 Bericht für alle Bemessungsbauteile im Projekt	118
12.2 Bericht für das aktuelle Bemessungsbauteil	119
12.3 Berichtstypen	120
12.3.1 Kurzbericht	120
12.3.2 Standardbericht	120
12.3.3 Detaillierter Bericht.....	121
12.4 Berichteinstellungen.....	122
12.4.1 Gruppe Bemessungsbauteile.....	123
12.4.2 Gruppe Spannglieder.....	123
12.4.3 Gruppe Einstellungen	123
12.4.4 Detaillierte Berichteinstellungen für bestimmte Kapitel.....	124
13 Koordinatensysteme und Konvention der Schnittgrößen.....	125
13.1.1 Globales Koordinatensystem	125
13.1.2 Lokales Koordinatensystem des Bauteilbereichs	125
13.1.3 Koordinatensystem in Querschnitten	126
13.1.4 Schnittgrößen auf Bauteilen (1D).....	126

1 Einleitung

1.1 Systemanforderungen

Folgende Systemanforderungen muss Ihr Computer erfüllen, um IDEA Corbel störungsfrei nutzen zu können:

- Betriebssystem:
Minimum: Windows 8.1
Empfehlung: Windows 10
Arbeitsspeicher:
Minimum: 4 GB RAM
Empfehlung: 8 GB RAM
- Festplattenspeicher:
Mindestens 700 MB
- Framework:
Minimum: Microsoft .NET Framework 4.7
- Server (bei Netzwerklizenzen):
Minimum: Windows Server 2012

1.2 Installationsrichtlinien

IDEA Tendon wird als Teil des IDEA StatiCa Pakets installiert.

2 Einführung

IDEA Tendon und IDEA RCS sind externe Zusatzmodule des Programms IDEA Beam, mit denen der Anwender Spannbetonträger mit Vorspannung mit oder ohne Verbund gemäß den Normen EN 1992-1-1 und EN 1992-2 bemessen kann. Voraussetzung ist die vorherige Eingabe eines Projekts in IDEA Beam (übergeordnete verknüpfte Anwendung). Die Struktur kann 1D- und 2D-Betonbauteile, Querschnitte und Materialien, externe Lasten, Lastfälle, einschließlich Lastfälle zum Vorspannen mit /ohne Verbund, sowie Lastgruppen enthalten. Nach dem Start von IDEA Tendon wählt der Benutzer 1D-Betonbauteile zur Vorspannung aus.

Anschließend wird er durch einzelne Bemessungsschritte navigiert:

- Eingabe von Spanngliedanzahl, -material und anderen Eigenschaften von Vorspannung,
- Berechnung von zu den Auswirkungen von Vorspannung äquivalenten Lasten,
- Bemessung von Vorspannkraften mittels Methode zum Lastgleichgewicht,
- Berechnung kurzfristiger Vorspannungsverluste durch Reibung, Verankerung und Stahlrelaxation,
- Exportieren von äquivalenten Lasten zu IDEA Beam mit Strukturanalyse.

IDEA RCS ist ein effektives Werkzeug zur Bemessung von Spannbetonprofilen gemäß EN Normen, basierend auf den Ergebnissen, die in IDEA Tendon und IDEA Beam berechnet wurden. Die folgenden Funktionen sind vorhanden:

- Auswertung der maßgebenden Schnittkräfte basierend auf der ausgewählten Strategie,
- Komfortable automatische oder manuelle Eingabe zusätzlicher Bewehrung ohne Vorspannung,
- Berechnung von kurz- und langfristigen Vorspannungsverlusten (aufgrund elastischer Verformung des Betons, Stahlrelaxation, Kriechen und Schrumpfen des Betons),
- Bemessung von Axialkraft, zweiachsiger Biegung, Schub, Torsion und kombinierten Schnittkräften,
- Bemessung von GZT und GZG für relevante Bemessungssituationen
- Detaillierte Ergebnisdokumentation unter Bezugnahme auf die in der Norm verwendeten und beschriebenen Gleichungen zur Bemessung,
- Beschreibende Grafiken im Ausgabebericht

2.1 Grenzen

- Die Struktur ändert ihr strukturelles System während der Bauphase nicht. Die Strukturanalyse wird nur mit einem Strukturmodell durchgeführt - Es wird angenommen, dass alle Spannglieder gleichzeitig vorgespannt sind
- Vor dem Vorspannprozess wird keine externe Last auf den vorgespannten Teil der Struktur aufgebracht. Mit dem Vorspannprozess können gleichzeitig externe Lasten oder das Eigengewicht aufgebracht werden,
- Ein Träger mit Vorspannung mit Verbund bildet ein (integrales) strukturelles System oder einen Teil eines solchen Systems (keine Gruppe unabhängiger Bauteile) in der Phase der Struktur, für die die Bemessung von Spanngliedern durchgeführt wird. Beispiele: Ein Struktursystem = einfach gelagerter Träger oder durchgehender Träger, Teil eines Struktursystems = Primärträger eines Portalrahmens,
- Querschnitte von 1D Betonbauteilen sind fest (kein Verbund) und wird in einer Bauphase gegossen.
- Spannglieder mit Vorspannung mit Verbund können nur für gerade und statisch bestimmte Bemessungsbauteile definiert werden

3 Terminologie

3.1 Allgemein

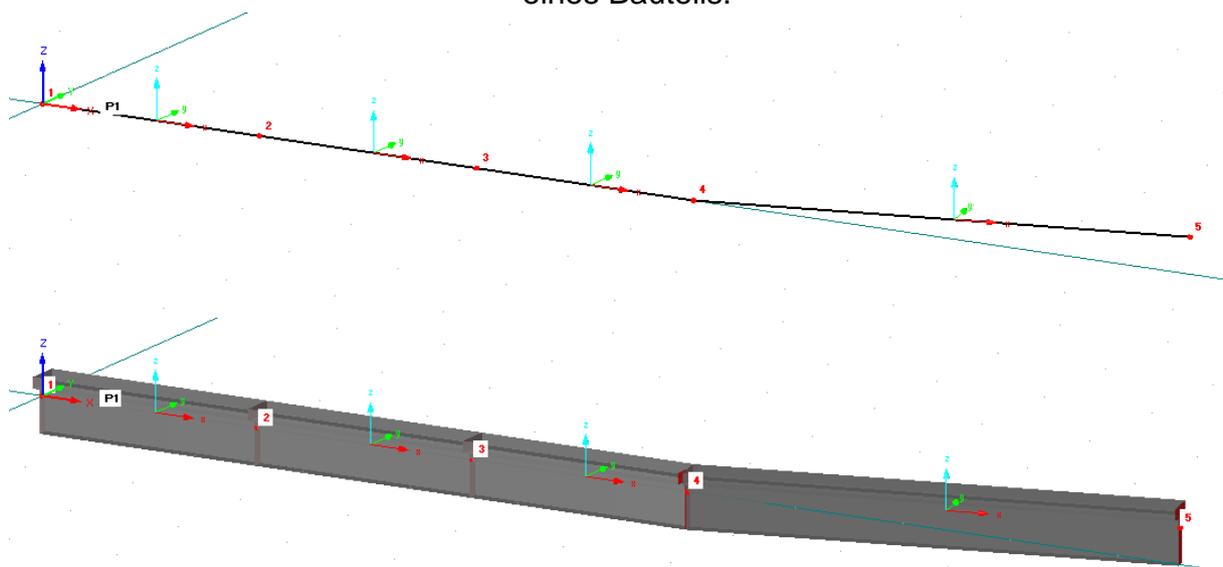
Teil eines Bauteils – Grundelement, das aus dem Strukturmodell importiert wird; es ist kein finites Element. Jeder Teil eines Bauteils ist mit einem geometrischen Grundelement (Linie, Kreisbogen, Parabelbogen) verbunden. Dieses Grundelement beinhaltet die Definition seines lokalen Koordinatensystems (LKS). In Bezug auf das Geometrieelement kann der Teil eines Bauteils am Anfang und am Ende als exzentrisch mit unterschiedlichen Exzentrizitäten definiert und mit konstanter Rotation entlang des Teils des Bauteils gedreht werden.

Bezugskurve – Vereinigung geometrischer Grundelemente von Teilen von Bauteilen. Die Bezugskurve verläuft durch Knoten des Strukturmodells. Ist das geometrische Grundelement eine gerade Linie, wird die Bezugskurve als Verbindungslinie der Knoten definiert (siehe unten).

Knoten eines Strukturmodells – Punkte, zu denen die Position von Teilen eines Bauteils definiert ist. Ein Teil eines Bauteils kann exzentrisch zum Anfangs- und Endknoten sein. Beispiel:

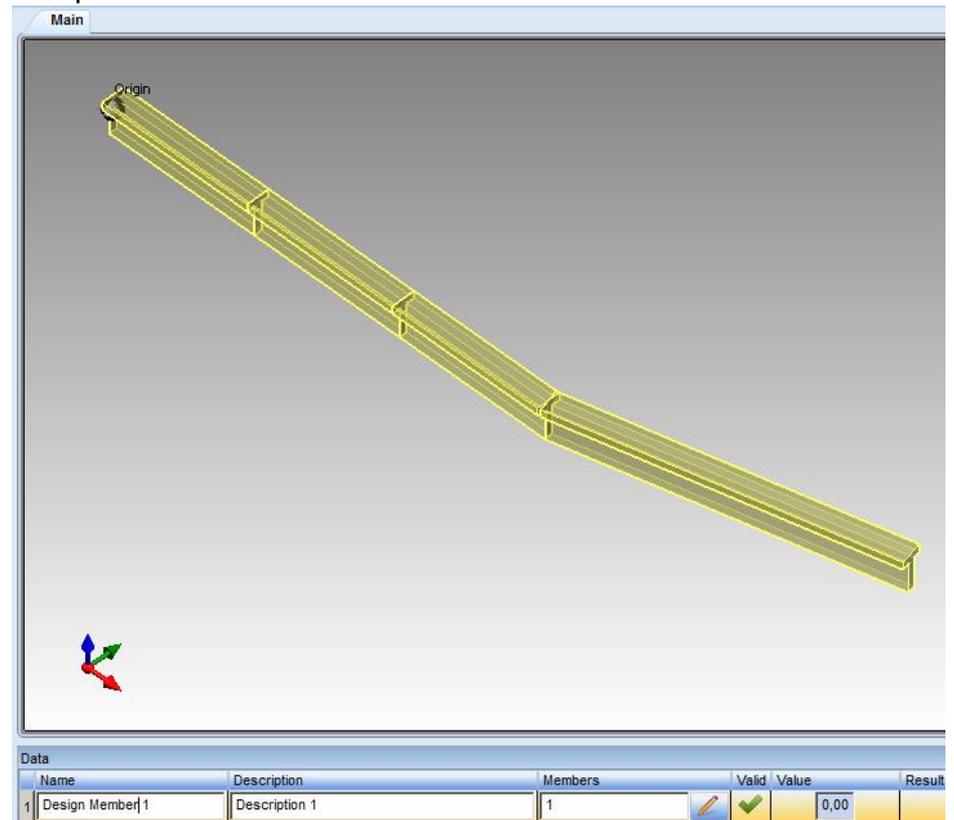
Das Bauteil P1 wird im FEM-Program durch Polygon definiert (übergeordnete verknüpfte Anwendung).

Das Polygon wird durch fünf Punkte 1 bis 5 definiert und besteht aus vier Segmenten. Das Bauteil in IDEA Tendon besteht aus vier Teilen eines Bauteils.



Bemessungsbauteil – Ein oder eine Gruppe aufeinanderfolgender Bauteile eines Strukturmodells. Aufeinanderfolgende Bauteile müssen einen gemeinsamen Knoten im Strukturmodell und dieselbe Ausrichtung haben - der Endpunkt eines Bauteils ist der Anfangspunkt des folgenden Bauteils. Das Bemessungsbauteil wird als Ganzes analysiert und die Bemessung der Vorspannbewehrung erfolgt auf dem Bemessungsbauteil.

Beispiel:



Das Bauteil P1 wurde aus einem FEM-Programm (Übergeordnete verlinkte Anwendung) nach IDEA Tendon exportiert. Es wurde das **Bemessungsbauteil 1** erzeugt, das aus einem **Bauteil (1)** besteht. Das Bauteil besteht aus 4 **Teilen eines Bauteils**.

Koordinatensystem des Bauteils – Rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem, das der übergeordneten Anwendung entnommen ist. Das Koordinatensystem des Bauteils besteht aus Koordinatensystemen einzelner Teile eines Bauteils.

Koordinatensystem des Bemessungsbauteils –

Ein Bemessungsbauteil verfügt nicht über ein eigenes Koordinatensystem. Die Geometrie des Bemessungsbauteils wird durch die Folge von Koordinatensystemen aufeinanderfolgender Bauteile von Bemessungsbauteilen definiert.

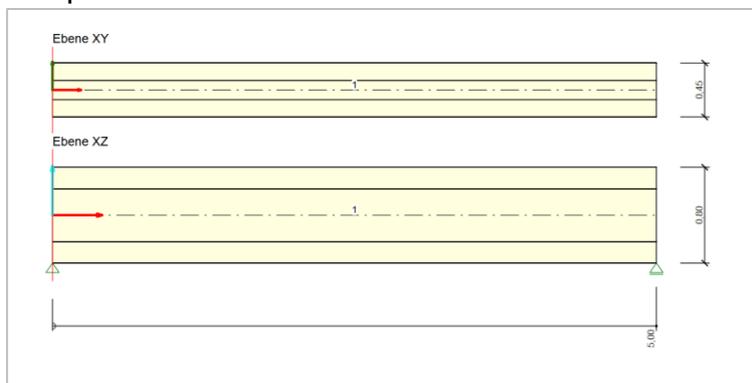
Abwickeln der Bezugskurve – Wird nacheinander für einzelne Bauteile des Bemessungsbauteils durchgeführt. Das Abwickeln, für die XZ-Ebene und für die XY-Ebene getrennt, beginnt mit dem zweiten Bauteil in der Reihenfolge. Das Abwickeln in die XZ-Ebene besteht beispielsweise aus den folgenden Schritten:

- Es wird eine Linie erzeugt, die parallel zur Z-Achse des Koordinatensystems des ersten Bauteils im Bemessungsbauteil verläuft und durch den Knoten führt, in dem das abgewickelte Bauteil benachbart zum abgewickelten Teil des Bemessungsbauteils ist
- Es wird eine Oberfläche (im Fall einer Kurve) oder Ebene (im Fall eines Polygons), die diese gerade Linie und die lokale x-Achse des Bauteils, das abgewickelt wird, verschachtelt, erzeugt.
- Die Oberfläche wird abgewickelt/ eben rotiert (einschließlich des Bauteils des Bemessungsbauteils und der ihm zugewiesenen Spannglieder), um parallel zur XZ-Ebene des Koordinatensystems des ersten Bauteils im Bemessungsbauteil zu liegen
- In ähnlicher Weise werden die abgewickelte lokale X-Achse des Bauteils und alle entsprechenden Elemente in der XY-Ebene abgewickelt (die Bezugskurve wird begradigt)
- Das Koordinatensystem des abgewickelten Bauteils (und aller entsprechenden Elemente) wird um die X-Achse rotiert, um mit dem lokalen Koordinatensystem des ersten Bauteils im Bemessungsbauteil identisch zu sein
- Eine eventuelle Übertragung aufgrund von Exzentrizitäten des Bauteils in Y-Richtung erfolgt nicht

Abgewickelte Ansicht (des Bauteils, Spannglieds, Bemessungsbauteils) –

Erhalten durch das Abwickeln der Bezugskurve/ des Polygons

Beispiel:



Abgewickelter Bemessungsbauteil in den Ebenen XY und XZ

Koordinatensystem der abgewickelten Ansicht – Koordinatensystem des ersten Bauteils in einem Bemessungsbauteil

3.2 Spanngliedgeometrie

Komponente der Spanngliedgeometrie – Geometrische Grundeinheit (Linie, Parabel, Kreis)

Spanngliedsegment – Gruppe von aufeinanderfolgenden Komponenten der Spanngliedgeometrie in einer Ebene. Angrenzende Spannglieder sind voneinander abhängig

Segmentparameter – Eingabewerte bezogen auf die Spanngliedgeometrie (Abstand des Spannglieds von der Ober-/ Unterkante oder vom Schwerpunkt des Querschnitts, Länge des geraden Teils, Bogendurchmesser).

Eigenständiges Segment – Segmenttyp, der einem anderen Segment nicht hinzugefügt werden kann

Endsegment – Segmenttyp, der am Anfang oder Ende des Spannglieds verwendet werden kann. Es folgt ein inneres Segment oder ein anderes Endsegment.

Inneres Segment – Segmenttyp, das nur zwischen zwei anderen Segmenten platziert werden kann

Bearbeitungspunkt – Punkt zum Ändern der Segmentparameter

Endpunkt – Typ des Bearbeitungspunkts, der am Anfang (oder Ende) des Endsegments platziert werden kann

Zwischenpunkt – Bearbeitungspunkt im Segment

Verbindungspunkt – Punkt an der Verbindungsstelle zweier Segmente.

Charakteristische Punkte des Spanngliedsegments –

Bearbeitungspunkte zum Bestimmen der Geometrie des Spanngliedsegments. Das Spanngliedsegment beinhaltet zwei oder drei Punkte, je nach Spanngliedform

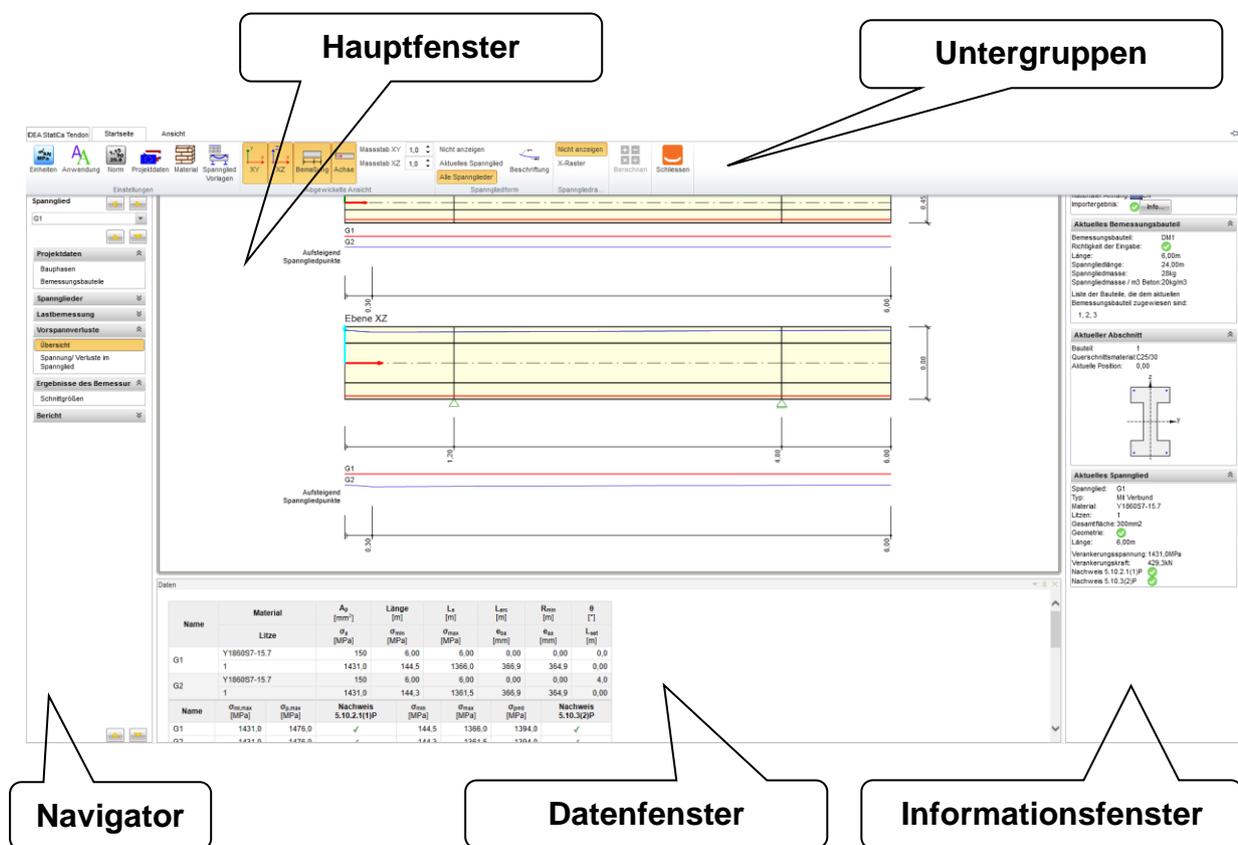
Definitionsgeometrie des Spannglieds – Spanngliedgeometrie, die in der abgewinkelten XY- oder XZ-Ansicht des Bemessungsbauteils definiert ist

Primäre Geometrie – Eine der benutzerdefinierten Definitionsgeometrien. Sie wird in Fällen verwendet, in denen die Position der Punkte in der zweiten Definitionsgeometrie von der Position der Punkte in der primären Definitionsgeometrie abhängt

4 Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche besteht aus mehreren zusammenarbeitenden Teilen.

- **Navigator** – Logisch angeordnete Befehlsreihe, beginnend mit der Eingabe, über Nachweisoptionen bishin zur Ausgabe und Berichterstellung
- **Untergruppen** – Befehle mit Bezug auf den aktuellen Navigatorbefehl
- **Hauptfenster** – Bild-, Diagramm- oder Textdialog zum aktuellen Navigatorbefehl
- **Datenfenster** – Informationen zum aktuellen Navigatorbefehl oder zum ausgewählten Element im Hauptfenster mit entsprechenden Tabellen oder Eigenschaften
- **Informationsfenster** – Aktuelle Informationen zum Projekt für einen schnellen Nutzerbezug



4.1 Informationsfenster

Das Informationsfenster von IDEA Tendon beinhaltet die nachfolgenden Gruppen

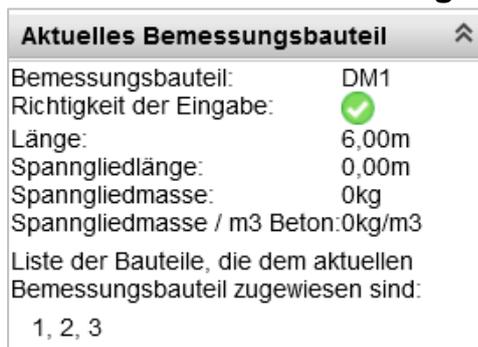
4.1.1 Projektdaten



Informationen in der Gruppe **Projektdaten**:

- Name des **Projekts**
- Aktuelle nationale **Norm**
- Aktueller **Nationaler Anhang**
- Informationen zum Status des Imports aus einer übergeordneten Anwendung zu IDEA Tendon. Wurden beim Import Probleme festgestellt, klicken Sie auf **Info**, um einen detaillierten Bericht über den Importstatus anzuzeigen

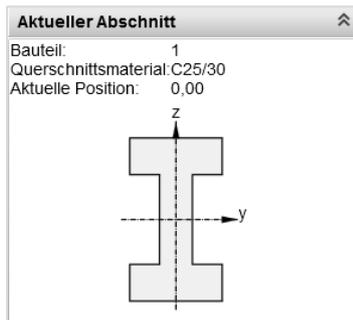
4.1.2 Aktuelles Bemessungsbauteil



Informationen in der Gruppe **Aktuelles Bemessungsbauteil**:

- Name des aktuellen Bemessungsbauteils
- Gültigkeitsstatus des aktuellen Bemessungsbauteils
- Länge des aktuellen Bemessungsbauteils
- Gesamtlänge aller Spannglieder im Bemessungsbauteil
- Gesamtgewicht aller Spannglieder im Bemessungsbauteil
- Gesamtgewicht aller Spannglieder im Bemessungsbauteil pro Volumen
- Liste der Bauteile im aktuellen Bemessungsbauteil

4.1.3 Aktueller Abschnitt



Informationen in der Gruppe **Aktueller Abschnitt**:

- Nummer des Bauteils, in dem sich die aktuelle Position befindet
- Material des Querschnitts
- Aktuelle Position am Bemessungsbauteil. Die Entfernung wird vom Anfang des Bemessungsbauteils aus gemessen
- Abbildung des Querschnitts im aktuellen Abschnitt einschließlich der in diesem Abschnitt definierten Spannglieder

4.1.3.1 Einstellen des aktuellen Abschnitts



Verwenden Sie die Untergruppe **Aktueller Abschnitt** zum Einstellen der Position des Abschnitts auf dem Bemessungsbauteils, für den Informationen zum Querschnitt im Informationsfenster angezeigt werden sollen. Der Wert der Position kann unter

Position eingegeben oder durch Klicken auf  geändert werden.

4.1.4 Aktuelles Spannglied

Aktuelles Spannglied	
Spannglied:	T1
Typ:	Ohne Verbund
Material:	Y1860S7-15.7
Litzen:	1
Gesamtfläche:	150mm ²
Geometrie:	
Länge:	12,24m
Verankerungsspannung:	1476,0MPa
Verankerungskraft:	221,4kN
Nachweis 5.10.2.1(1)P	
Nachweis 5.10.3(2)P	

Informationen in der Gruppe **Aktuelles Spannglied**:

- Name des aktuellen Spannglieds
- Typ des aktuellen Spannglieds
- Material des aktuellen Spannglieds
- Anzahl der Litzen im aktuellen Spannglied
- Gesamtfläche des aktuellen Spannglieds
- Gültigkeitsstatus der Geometrie des aktuellen Spannglieds
- Länge des aktuellen Spannglieds
- Verankerungsspannung des aktuellen Spannglieds
- Verankerungskraft des aktuellen Spannglieds
- Ergebnis für den Nachweis der maßgebenden Vorspannkraft
- Ergebnis für den Nachweis der Vorspannkraft nach Verankerung

4.2 Tabellen-Editor

Einige Eingabedaten (Eckpunkte, Werte der Schnittgrößen etc.) können mittels Tabellen-Editor eingegeben werden.

In die Zwischenablage kopieren und aus der Zwischenablage einfügen kann verwendet werden, um den Wert in eine einzelne Zelle einzugeben oder einen Zellbereich zu füllen (über die Tastenkürzel STRG + C (STRG + EINFÜG) und STRG + V (SHIFT + EINFÜG)).

	X [mm]	Y [mm]	
1	-750	537	
2	-750	357	
3	-110	297	
4	-110	-713	
5	-225	-743	
6	-225	-963	
7	225	-963	
8	225	-743	
9	110	-713	
10	110	297	
11	750	357	
12	750	537	

- Zellen (und/ oder Zellbereiche) können aus einer Microsoft Excel-Tabelle in die Tabelle eingefügt werden
- Beim Einfügen der Daten in die Tabelle werden die Daten an der aktuellen Position in der Tabelle eingefügt
- Ist die Anzahl der Spalten in der Zwischenablage größer als die Anzahl der Spalten in der Zieltabelle, werden die redundanten Spalten ignoriert
- Ist die Anzahl der Zeilen in der Zwischenablage > 1, werden die Zeilen nach der aktuellen Zeile in der Zieltabelle überschrieben. Ist die Anzahl der eingefügten Zeilen größer als die Anzahl der Zeilen in der Zieltabelle, wird die erforderliche Anzahl neuer Zeilen in die Zieltabelle eingefügt
- Ist in der Zieltabelle ein Bereich ausgewählt und enthält die Zwischenablage nur den Wert einer Zelle, werden alle Zellen im ausgewählten Bereich beim Einfügen aus der Zwischenablage mit demselben Wert ausgefüllt
- Zum Hinzufügen einer neuen Zeile zur Tabelle klicken Sie die Zelle „*“ an oder verwenden Sie das Tastenkürzel **STRG + ENTER** (die letzte Tabellenzeile muss als aktuelle Zeile eingestellt sein)

Mögliche Tastaturkürzel beim Arbeiten mit dem Tabellen-Editor:

STRG + + – Einfügen einer Zeile vor der aktuellen Zeile

STRG + ENTER – Anhängen einer Zeile an die aktuelle Zeile

STRG + - – Löschen der aktuellen Zeile.

STRG + A – Auswählen der gesamten Tabelle

STRG + C (STRG + INS) – Kopieren der ausgewählten Zellen in die Zwischenablage.

STRG + V (SHIFT + INS) – Einfügen des Inhalts der Zwischenablage in die Tabelle

-
- TAB** – Ändern der aktuellen Zelle durch Vorwärtsbewegung durch die Zellen
SHIFT + TAB – Ändern der aktuellen Zelle durch Rückwärtsbewegung durch die Zellen
<, >, ^, v – Ändern der aktuellen Zelle durch Bewegen nach Oben, Unten, Links, Rechts
F2 – Bearbeitungsmodus einer Zelle und Platzieren des Cursors ans Ende der aktuellen Zelle. Das Wechseln zu einer anderen Zelle beendet den Bearbeitungsmodus unter Einbehalten der Änderungen oder Verwerfen der Änderungen mittels **ESC**
ESC – Schließen des Bearbeitungsmodus und Verwerfen der Änderungen

4.3 Ansichtseinstellungen im 2D Fenster

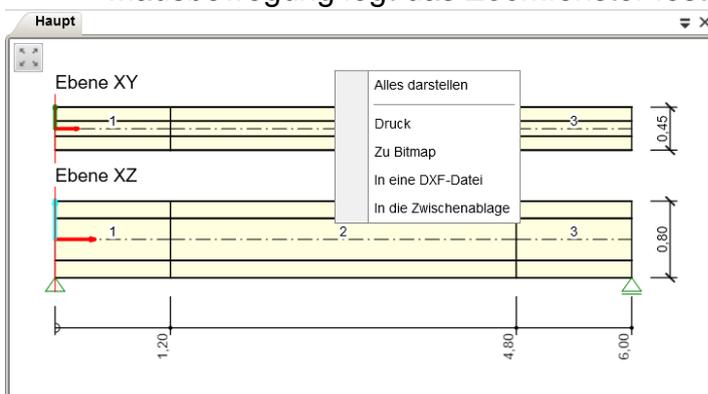
Die Ansicht im 2D-Fenster kann mit der Maus oder mit einem Tool in der linken oberen Ecke des Fensters eingestellt werden.



– Alles zoomen und Anpassen der gesamten Struktur an die Größe des 2D Fensters.

Kombinationen zum Einstellen der gewünschten Ansicht mittels Tastatur und Maus:

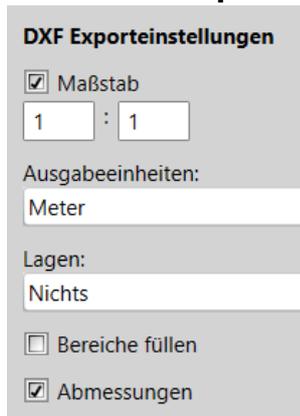
- Klicken und Halten der mittleren Maustaste – Mausbewegung verschiebt die Ansicht
- Scrollen mit mittlerer Maustaste – Mausbewegung vergrößert/ verkleinert die Ansicht
- Drücken von STRG + SHIFT und Halten der mittleren Maustaste – Mausbewegung legt das Zoomfenster fest



Befehle im Kontextmenü durch Rechtsklick im 2D Fenster:

- **Alles darstellen** – Anpassen der gesamten Struktur an die Größe des 2D Fensters
- **Drucken** – Drucken des aktuellen Inhalts des 2D-Fensters am ausgewählten Drucker
- **Zu Bitmap** – Export des aktuellen Inhalts des 2D-Fensters in eine Grafikdatei (PNG, GIF, BMP, JPEG, TIFF).
- **In die Zwischenablage** – Kopieren des aktuellen Inhalts des 2D-Fensters in die Zwischenablage von Windows
- **In eine DXF-Datei** – Export des aktuellen Inhalts des 2D-Fensters in eine 2D DXF-Datei

4.3.1 DXF Exporteinstellungen



The screenshot shows a dialog box titled "DXF Exporteinstellungen". It contains the following elements:

- A checked checkbox labeled "Maßstab".
- Two input fields, both containing the number "1", separated by a colon ":".
- A label "Ausgabeeinheiten:" followed by a text box containing "Meter".
- A label "Lagen:" followed by a text box containing "Nichts".
- An unchecked checkbox labeled "Bereiche füllen".
- A checked checkbox labeled "Abmessungen".

Einstellbare Parameter im Dialog **Speichern als** zum Exportieren einer Ansicht in eine 2D-Datei:

- **Maßstab** – Maßstab beim Erstellen der Zeichnung in der exportierten DXF-Datei
- **Ausgabeeinheiten** – Zeichnungseinheiten in der exportierten DXF-Datei
- **Lagen** – Typ der Ebenen-Generierung. Ebenen können nach Linientyp, Liniendicke, Elementtyp oder Elementfarbe erzeugt werden
- **Bereiche füllen** – Exportieren ausgefüllter Bereich (ansonsten werden nur Konturen exportiert)
- **Abmessungen** – Exportieren der Bemaßungslinien.

5 Einstellungen



Zahlreiche Einstellungen zur Anwendung können in der Untergruppe **Einstellungen** vorgenommen werden:

- **Einheiten** – Einstellen der Einheiten – Siehe 5.1 Einheiten einstellen
- **Anwendung** – Einstellen von Farben, Linientypen und Beschreibungsart der Elemente – Siehe **5.2 - Allgemeine Anwendungseinstellungen**
- **Norm** – Einstellen der Beiwerte für die nationale Norm und zur Berechnung, die beim Nachweis der bewehrten Querschnitte verwendet werden – Siehe **5.3 – Norm- und Berechnungseinstellungen**
- **Projektdaten** – Dateneingabe zur Projektidentifikation und zur Auswahl der nationalen Anhangs für den Nachweis der bewehrten Querschnitts – Siehe **5.4 Projektdaten**.
- **Material** – Einsehen und Bearbeiten der Projektbibliothek der Materialien für Vorspannbewehrung – Siehe **5.5 Materialbibliothek**.
- **Spannglied Vorlagen** – Starten des Managers von benutzerdefinierten Spanngliedvorlagen
– Siehe **8.10 Benutzerdefinierte Vorlage von Spanngliedern**

5.1 Einheiten einstellen

Die im Programm verwendeten Einheiten können in der Untergruppe **Einstellungen** unter **Einheiten** eingestellt werden.

	Einheitstyp	Einheit	Genauigkeit	Format
Ergebnisse	Länge - Konstruktion	m	2	D S A
	Länge - Querschnitt	mm	0	D S A
	Platten- oder Schweissnahtdicke, Schraubenlochdurchmesser	mm	1	D S A
	Winkel	°	1	D S A
	Kraft	kN	1	D S A
	Moment	kNm	1	D S A
	Spannung	MPa	1	D S A
	Temperatur	°C	0	D S A
	Zeit (langfristig)	d	1	D S A
	Koeffizient	-	2	D S A
	Relative Luftfeuchte	%	0	D S A
	Zeit (kurzfristig)	s	0	D S A

Standard - Metrisch Standard - Imperial Importieren Exportieren OK Abbrechen

Größen, für die die Einheiten eingestellt werden können, werden in die Kategorien Haupt, Material und Ergebnisse eingeteilt. Die Kategorien werden im linken Dialogbereich angezeigt. Für die ausgewählte Kategorie wird die Tabelle mit den entsprechenden Einheiten angezeigt. Für jede Größe in der Spalte **Einheitstyp** kann eine der verfügbaren Einheiten in der Spalte **Einheit** eingestellt werden. Für jede Größe kann in der Spalte **Genauigkeit** die Anzahl der nach dem Dezimalpunkt anzuzeigenden Stellen eingestellt werden.

Einstellen der Zahlenanzeige in der Spalte **Format**:

- **D** – Zahlanzeige im Standard-Dezimalformat ("ddd.ddd...").
- **S** – Zahlanzeige im Exponentialformat ("-d.ddd...E+ddd").
- **A** – Je nach Länge der resultierenden Zeichenfolge wird automatisch ausgewählt, ob das Dezimal- oder das Exponentialformat verwendet werden soll. In diesem Modus bedeutet der in der Spalte **Genauigkeit** angegebene Wert die Anzahl der signifikanten Stellen in der resultierenden Zeichenfolge

Standard – Metrisch – Anwenden des metrischen Einheitssystems

Standard – Imperial – Anwenden des imperialen Einheitssystems

Importieren – Einlesen von Einstellungen aus einer Datei.

Exportieren – Speichern von Einstellungen in eine Datei.

Klicken Sie **OK** zum Speichern der Änderungen und Anwenden beim nächsten Start.

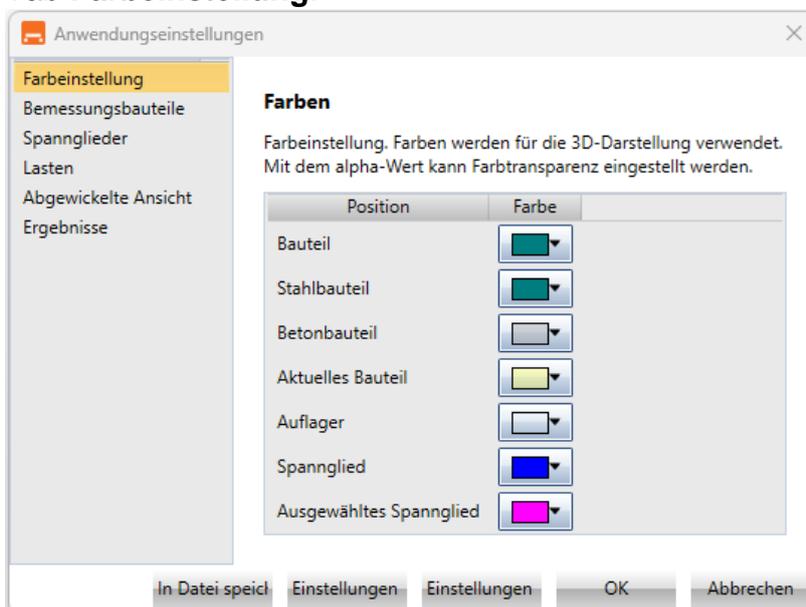
5.2 Allgemeine Anwendungseinstellungen

Zum Ändern der Anwendungsumgebung (Farben, Schriftarten, Linien) klicken Sie auf **Anwendung** in der Untergruppe **Einstellungen**. Die Einstellungen sind in mehreren Tabs zusammengefasst. Die gesamten Einstellungen können in einer Datei gespeichert oder mithilfe von Befehlen aus einer Datei eingelesen werden:

- **Speichern** – Speichern der aktuellen Anwendungseinstellungen in einer Datei
- **Einlesen** – Laden von Anwendungseinstellungen aus einer Datei
- **Standard** – Wiederherstellen der standardmäßigen Anwendungseinstellungen

5.2.1 Farbeinstellung der 3D Darstellung

Zur Farbeinstellung, zur Anzeige des Modells in der 3D Ansicht, klicken Sie auf den Tab **Farbeinstellung**.



Farbeeinstellungen im Tab **Farbeinstellung**:

- **Bauteil** – Farbe zur Darstellung von Bemessungsbauteilen
- **Stahlbauteil** – Farbe zur Darstellung von Stahlbauteilen
- **Betonbauteil** – Farbe zur Darstellung von Betonbauteilen
- **Aktuelles Bauteil** – Farbe zur Darstellung des aktuellen Bemessungsbauteils
- **Auflager** – Farbe zur Darstellung von Auflagern
- **Spannglieder** – Farbe zur Darstellung von Spanngliedern
- **Aktuelles Spannglied** – Farbe zur Darstellung des ausgewählten Spannglieds

5.2.2 Darstellung des Bemessungsbauteils

Zur Einstellung der Anzeige des Bemessungsbauteils in den abgewickelten Ansichten klicken Sie auf den Tab **Bemessungsbauteile**.

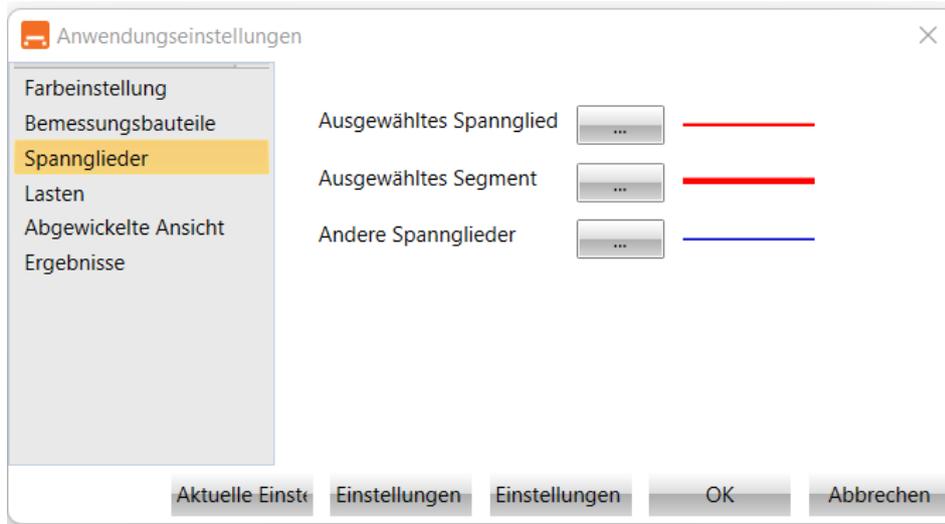


Linieneinstellung im Tab **Bemessungsbauteile**:

- **Konturlinie** – Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Kantenlinie** – Liniensstil zur Anzeige der Kanten eines Bemessungsbauteils. Alle Kanten (sichtbar und verdeckt) eines Bemessungsbauteils in der abgewickelten XY- und XZ-Ansicht werden als Kanten angesehen.
Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Bezugslinie** – Liniensstil zur Anzeige der Bezugskurve.
Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Farbe** – Farbe zur Anzeige der Füllung eines Bemessungsbauteils

5.2.3 Darstellung des Spannglieds

Zum Einstellen der Spannglieddarstellung in den abgewickelten Ansichten klicken Sie auf den Tab **Spannglieder**.

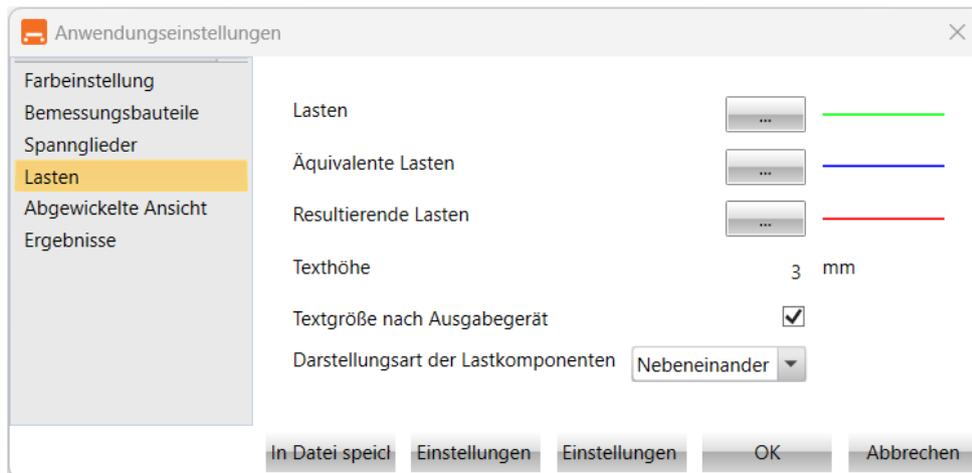


Einstellungen zur Spannglieddarstellung im Tab **Spannglieder**:

- **Ausgewähltes Spannglied** – Liniensstil zur Anzeige des ausgewählten Spannglieds. Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Ausgewähltes Segment** – Liniensstil zur Anzeige des ausgewählten Spanngliedsegments. Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Andere Spannglieder** – Liniensstil zur Anzeige nicht ausgewählter Spannglieder. Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**

5.2.4 Darstellung der Lasten

Zum Einstellen der Darstellung der äquivalenten Lasten und nicht ausgeglichener Lasten klicken Sie auf den Tab **Lasten**.

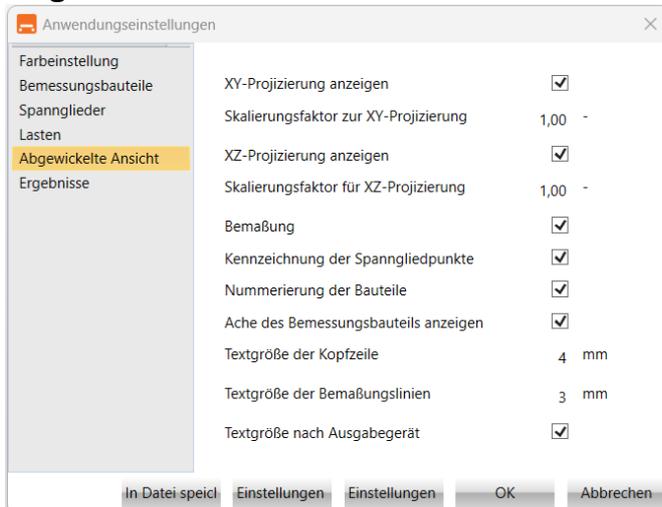


Einstellungen zur Lastdarstellung im Tab **Lasten**:

- **Lasten** – Liniensstil zur Anzeige externer Lasten.
Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**.
- **Äquivalente Lasten** – Liniensstil zur Anzeige von zu Spanngliedern äquivalenten Lasten.
Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**.
- **Resultierende Lasten** – Liniensstil zur Anzeige nicht ausgeglichener Lasten. Siehe **5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung**
- **Texthöhe** – Wert der Textgröße von Lastbeschriftungen
- **Textgröße nach Ausgabegerät** – Auswertung der Textgröße. Ist die Option aktiviert, entspricht die tatsächliche Texthöhe auf dem Ausgabegerät (2D-Fenster, Bericht, Drucker) dem festgelegten Wert in Millimetern (Längeneinheiten)
- **Darstellungsart der Lastkomponenten** – Darstellung der Lastverläufe
 - **Nebeneinander** – Darstellung der Verläufe werden nebeneinander angezeigt
 - **Untereinander** – Darstellung der Verläufe werden untereinander angezeigt

5.2.5 Abgewickelte Ansicht

Zum Einstellen der Darstellung der abgewickelten Ansicht klicken Sie auf den Tab **Abgewickelte Ansicht**.

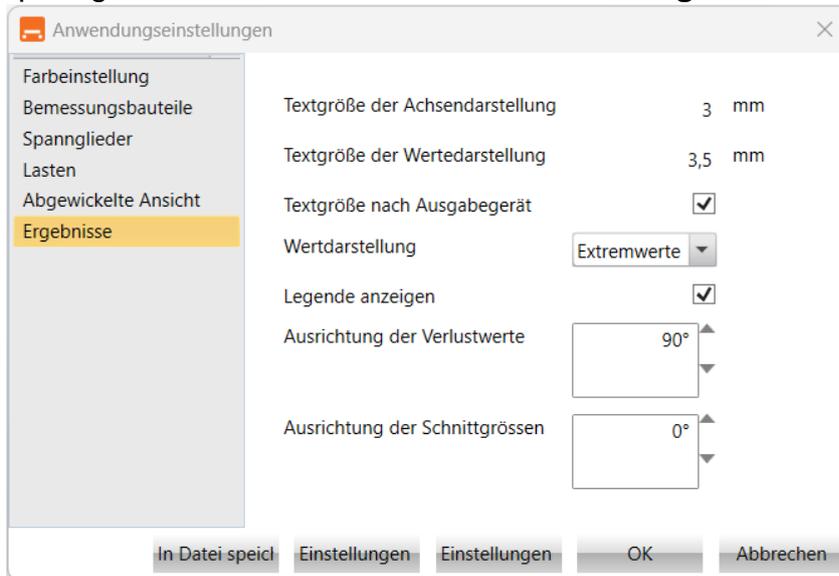


Einstellungen zur abgewickelten Ansicht im Tab **Abgewickelte Ansicht**:

- **XY-Projizierung anzeigen** – Anzeige des Bemessungsbauteils in der abgewickelten XY-Ansicht
- **Skalierungsfaktor zur XY-Projizierung** – Erweiterter Maßstab zur Anzeige des Bemessungsbauteils in der abgewickelten XY-Ansicht. Der erweiterte Maßstab ermöglicht eine übersichtlichere Darstellung von Spanngliedern in Bemessungsbauteilen, deren X-Achse die Größe der Y-Achse überschreitet.
- **XZ-Projizierung anzeigen** – Anzeige des Bemessungsbauteils in der abgewickelten XZ-Ansicht
- **Skalierungsfaktor zur XZ-Projizierung** – Erweiterter Maßstab zur Anzeige des Bemessungsbauteils in der abgewickelten XZ-Ansicht
- **Bemaßung** – Anzeige von Bemaßungslinien
- **Kennzeichnung der Spanngliedpunkte** – Beschriftung von Bearbeitungspunkten der Spannglieder
- **Nummerierung der Bauteile** – Anzeige von Bauteilnummern im Bemessungsbauteil
- **Achse des Bemessungsbauteils anzeigen** – Anzeige der Achse des Bemessungsbauteils
- **Textgröße der Kopfzeile** – Textgröße in der Kopfzeile von abgewickelten Ansichten
- **Textgröße der Bemaßungslinien** – Textgröße der Texte in Bemaßungslinien
- **Textgröße gemäß Ausgabegerät** – Auswertungstyp der Textgröße. Ist die Option aktiviert, entspricht die tatsächliche Texthöhe auf dem Ausgabegerät (2D-Fenster, Bericht, Drucker) dem angegebenen Wert in Millimetern (Längeneinheiten).

5.2.6 Darstellung und Beschreibung der Ergebnisse

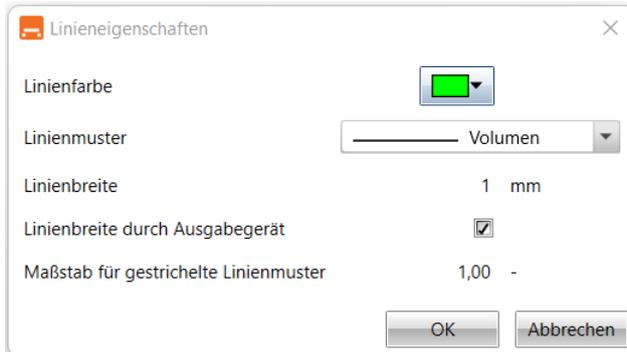
Zum Einstellen der Darstellung und Beschreibung von Schnittgrößen und Spanngliedverlusten klicken Sie auf den Tab **Ergebnisse**.



Einstellungen zur Ergebnisdarstellung im Tab **Ergebnisse**:

- **Textgröße der Achsendarstellung** – Textgröße zur Beschreibung der Achsen
- **Textgröße der Wertedarstellung** – Textgröße zur Beschreibung der Ergebniswerte
- **Textgröße gemäß Ausgabegerät** – Auswertungstyp der Textgröße. Ist die Option aktiviert, entspricht die tatsächliche Texthöhe auf dem Ausgabegerät (2D-Fenster, Bericht, Drucker) dem angegebenen Wert in Millimetern (Längeneinheiten).
- **Wertdarstellung** – Anzeigetyp zur Beschreibung der Verlustkurve des Spannglieds
 - **Keine Darstellung** – Keine Beschreibung von Werten in der Kurve
 - **Extremwerte** – Beschreibung von Extremwerten in der Kurve
 - **Alle** – Beschreibung aller Werte in der Kurve
- **Legende anzeigen** – Anzeige einer Legende in der Verlustkurve des Spannglieds
- **Ausrichtung der Verlustwerte** – Neigung bei der Beschreibung der Spanngliedverluste
- **Ausrichtung der Schnittgrößen** – Neigung bei der Beschreibung der Schnittgrößen

5.2.7 Einstellung zur Liniendarstellung



Einstellungen zu Linieigenschaften im Dialog **Linieigenschaften**:

- **Linienfarbe** – Festlegen der Linienfarbe
- **Linienmuster** – Festlegen des Linienmusters
- **Linienbreite** – Festlegen der Linienbreite in Längeneinheiten oder Anzahl von Pixeln
- **Linienbreite nach Ausgabegerät** –
Ist die Option aktiviert, wird die entsprechende Linie in der festgelegten Breite in entsprechenden Längeneinheiten dargestellt. Ist die Option deaktiviert, wird die Linie in der festgelegten Pixelanzahl dargestellt
- **Maßstab für gestrichelte Linienmuster** –
Maßstab zur Anzeige gestrichelter Linien

5.3 Norm- und Berechnungseinstellungen

Klicken Sie auf **Norm** in der Untergruppe **Einstellungen**, um die Werte und Berechnungsvariablen der nationalen Norm festzulegen.

Die Norm- und Berechnungseinstellungen werden beim Nachweis des vorgespannten, bewehrten Abschnitts im Modul IDEA RCS berücksichtigt.

Norm abhängige Variablen werden nach Kapiteln und Artikeln (Klauseln) der Norm gruppiert. Die letzte Gruppe **Allgemein** enthält Einstellungen für allgemeine (nicht Norm abhängige) Berechnungswerte.

Ist der nationale Anhang aktiviert (um den nationalen Anhang zu ändern, klicken Sie im Dialog **Projektdaten** auf **NA**), können die Werte des nationalen Anhangs geändert oder der Standardwert der EC-Norm verwendet werden. Zum Anzeigen der Hilfstexte mit detaillierten Informationen zu Normvariablen zeigt der Mauszeiger auf die Zeile mit der Normvariablen.

Abschnitt	Name	Wert	NA-Wert	Norm
Kapitel 2 Anzahl der Positionen: 7				
Kapitel 3 Anzahl der Positionen: 6				
3.1.4 (6)	t _s	7,0 d		
3.1.6 (1)	α _{cc}	1,00 -		
3.1.6 (2)	α _{ct}	1,00 -		
3.1.8 (1)	f _{ctm}	<input type="checkbox"/>		
3.2.7 (2)	ε _{ud} / ε _{uk}	0,90 -		
3.3.6 (7)	f _{p0,1k} / f _{pk}	0,90 -		
Kapitel 5 Anzahl der Positionen: 10				
Kapitel 6 Anzahl der Positionen: 23				
Kapitel 7 Anzahl der Positionen: 12				
Kapitel 8 Anzahl der Positionen: 6				
Kapitel 9 Anzahl der Positionen: 28				
Kapitel 12 Anzahl der Positionen: 3				
Allgemein Anzahl der Positionen: 17				

Alle Werte wiederherstellen – Zurücksetzen aller Werte der Normeinstellungen für EC und den aktuellen nationalen Anhang auf die Standardwerte für Norm und Anhang

NA-Werte wiederherstellen – Zurücksetzen der Werte des aktuellen nationalen Anhangs auf Standardwerte

Einstellung speichern – Speichern der aktuellen Einstellungen in eine Datei. Gespeicherte Einstellungen können in ein anderes Projekt durch Klicken auf **Norm** im Dialog **Projektdatei** eingelesen werden.

Suchen – Nach Eingabe eines Wertes filtert diese Funktion die verfügbaren Normvariablen heraus, die den eingegebenen Wert der Artikelnummer enthalten

Gruppierung – Gruppierung von Normvariablen nach Kapiteln. Ist die Gruppierung aktiviert, kann einzelne Kapitel der Normvariablen auf- oder zugeklappt werden

The screenshot shows a 'Filtern' (Filter) section with a checked checkbox. Below it are two dropdown menus: 'Gemäss Bauteil' (According to Component) with 'Träger' (Carrier) selected, and 'Gemäss Nachweis' (According to Proof) with 'Alle' (All) selected.

Filtern – Filtern der Normvariablen nach Kapitel. Ist der Filter aktiviert, kann zwischen **Gemäß Bauteil** oder **Gemäß Nachweis** ausgewählt werden

Alles aufklappen/ zuklappen – Erweitern/ Zuklappen aller Kapitel mit den Normvariablen

Spalte **Abschnitt** – Nummern einzelner Normabschnitte

Spalte **Name** – Namen der Normvariablen

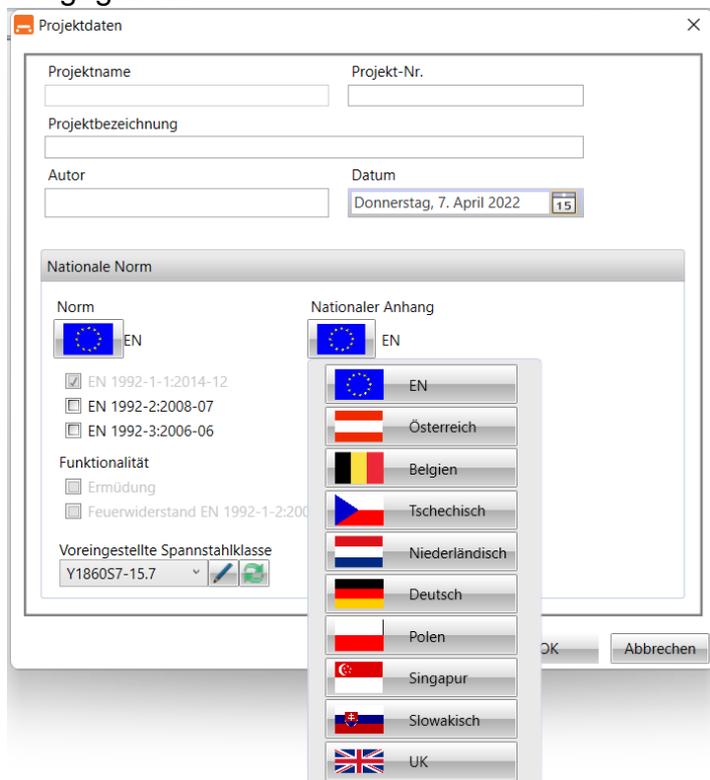
Spalte **Wert** – Bearbeiten der Normvariablen. Bei einem Kontrollkästchen kann der Wert für den Nachweis de-/ aktiviert werden. Das Bearbeiten von Normvariablen ist nur möglich, wenn die Spalte **Norm** auf EC-EN eingestellt ist

Spalte **NA-Wert** – Bearbeiten des nationalen Anhangs, wenn der Wert des nationalen Anhangs für die entsprechende Position der Normeinstellung verfügbar ist. Werte von Anhangsvariablen können nur bearbeitet werden, wenn die Spalte **Norm** auf „nationaler Anhang“ gesetzt ist

Spalte **Norm** – Die Flagge gibt an, welche Norm für die entsprechende Position der Normeinstellung aktiv ist. Klicken Sie auf das Flaggensymbol, um zwischen dem nationalen Anhang und der EC-Norm zu wechseln

5.4 Projektdaten

Zum Ändern der Projektdaten wählen Sie den nationalen Anhang und wählen Sie die Standardmaterialien. Klicken Sie auf **Projektdaten** in der Untergruppe **Einstellungen**. Der Dialog Projektdaten mit Projektdetails und Tabelle Nationale Norm erscheint. Projektidentifikationsdaten werden in der Kopfzeile des Berichts ausgegeben.



Einstellungsmöglichkeiten im Dialog **Projektdaten**:

- **Norm** – Einstellen der aktuellen Norm auf EC-EN oder Laden von benutzerdefinierten Einstellungen von Normparametern
- **NA** – Laden einer Gruppe mit Parametern des nationalen Anhangs
- **EN 1992-2** – Option zum Aktivieren des Querschnittsnachweises nach EN 1992-2-2 in IDEA RCS
- **Voreingestellte Spannstahlklasse** – Zuordnen der hier festgelegten Spannstahlklasse aus der angezeigten Liste zu neu hinzugefügten Spanngliedern

5.5 Materialbibliothek

Zum Öffnen des Dialogs **Materialbibliothek** klicken Sie auf **Material** in der Untergruppe **Einstellungen**.

Die erste Spalte enthält eine Liste der verfügbaren Materialtypen im Projekt.

Die zweite Spalte enthält die Liste der einzelnen Materialien im Projekt.

Die dritte Spalte enthält eine Tabelle mit Materialeigenschaften des ausgewählten Materials.

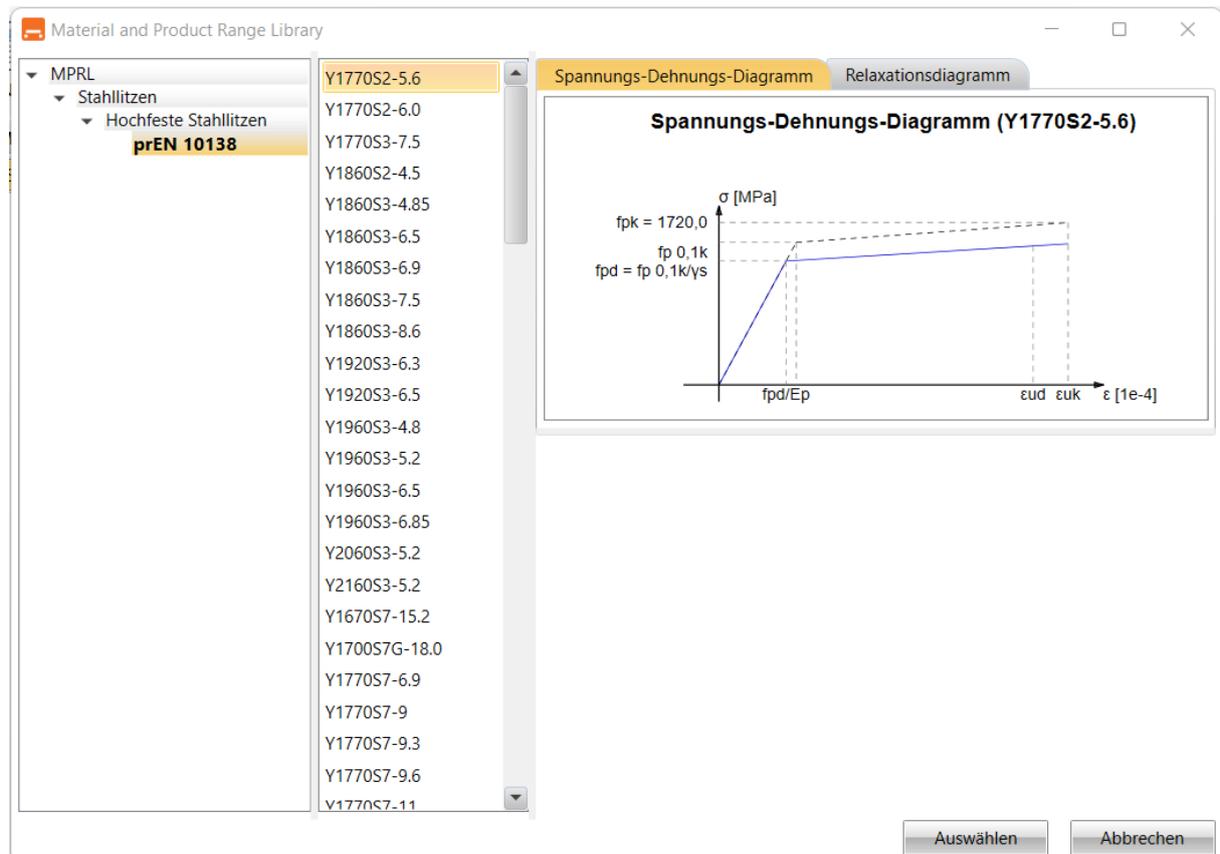
The screenshot shows the 'Materialbibliothek' dialog box. On the left, there is a list of materials under the 'Material' tab, with 'Spannstahl' selected. The main area displays a table of properties for the selected material 'Y1860S7-15.7'.

Name	Y1860S7-15.7	
Physikalische Eigenschaften		
m	7850	kg/m ³
E	195000,0	MPa
Durchmesser	16	mm
Fläche	150	mm ²
Anzahl der Drähte	7	
prEN 10138		
F _m	279,0	kN
F _{p01}	245,5	kN
A _{gt}	350,0	1e-4
F _r	190,0	MPa
EN 1992-1-1		
Abhängige Größen berechnen		<input checked="" type="checkbox"/>
f _{pk}	1860,0	MPa
f _{p01k}	1640,0	MPa
ε _{uk}	350,0	1e-4
Typ	Litze	▼
Oberflächenbeschaffenheit	Glatt	▼
Relaxationsdefinition	Nach Norm	▼
Relaxationsklasse	Klasse 2	▼
ρ ₁₀₀₀	0,03	
ρ _∞	0,06	
Herstellung	Niedrige Relaxation	▼
Diagrammtyp	Bilinear mit ansteigendem oberem Zweig	▼

Buttons: Neu, Löschen, Bearbeiten, Schliessen

5.5.1 Neues Material

Um ein neues Material aus der Systemmaterialbibliothek zur Projektmaterialbibliothek hinzuzufügen, klicken Sie im Dialog **Materialbibliothek** auf **Neu**.



Die erste Spalte des Dialogs enthält eine Liste der verfügbaren Positionen in der Systemdatenbank der Querschnitte und Materialien.

Die zweite Spalte enthält eine Liste einzelner Positionen, die in der ausgewählten Positionen verfügbar sind.

Die dritte Spalte enthält eine Tabelle mit den Eigenschaften der ausgewählten Bibliotheksposition.

Um ausgewähltes Material zur Projektbibliothek hinzuzufügen, klicken Sie auf **Auswählen**.

5.5.2 Material bearbeiten

Klicken Sie zum Bearbeiten der Materialeigenschaften, die im Dialog **Materialbibliothek** ausgewählt sind, auf **Bearbeiten**.

Es erscheint der Dialog **Spannstahl**, in dem die Eigenschaften des bearbeiteten Materials geändert werden können.

Spannstahl
✕

Name	Y1860S7-15.7	
Physikalische Eigenschaften		
m	7850	kg/m ³
E	195000,0	MPa
Durchmesser	16	mm
Fläche	150	mm ²
Anzahl der Drähte	7	
prEN 10138		
F _m	279,0	kN
F _{p01}	245,5	kN
A _{gt}	350,0	1e-4
F _r	190,0	MPa
EN 1992-1-1		
Abhängige Größen berechnen		<input checked="" type="checkbox"/>
f _{pk}	1860,0	MPa
f _{p01k}	1640,0	MPa
ε _{uk}	350,0	1e-4
Typ	Litze	▼
Oberflächenbeschaffenheit	Glatt	▼
Relaxationsdefinition	Nach Norm	▼
Relaxationsklasse	Klasse 2	▼
ρ ₁₀₀₀	0,03	
ρ _∞	0,06	
Herstellung	Niedrige Relaxation	▼
Diagrammtyp	Bilinear mit ansteigendem oberem Zweig	▼

OK
Abbrechen

6 Globale Zeitachse

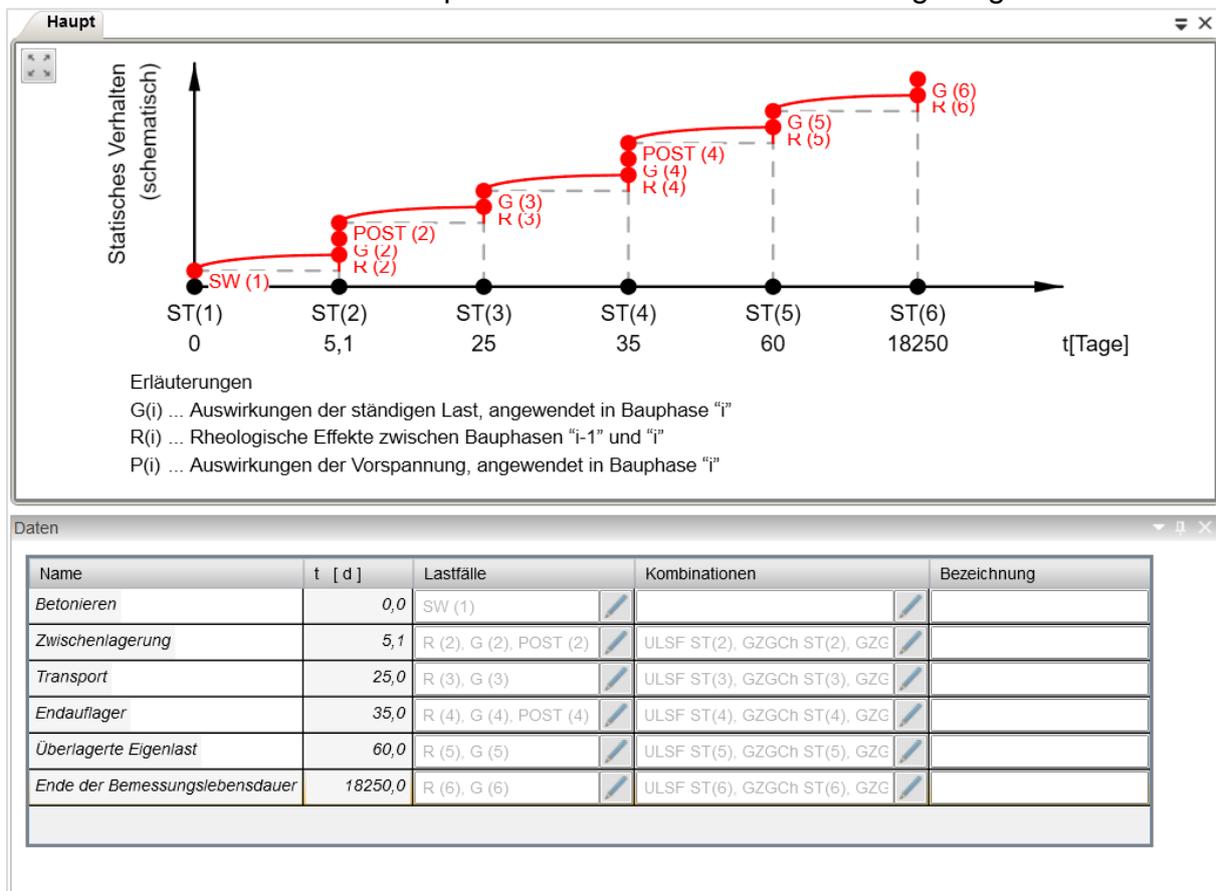
Die globale Zeitachse legt die Bau- und Herstellungsphasen der Struktur fest. Ein Projekt muss mindestens 3 Phasen beinhalten. Jede Phase wird durch ihre Dauer auf der globalen Zeitachse, durch die Liste der Lastfälle und durch die Liste der Kombinationen definiert. Name und Beschreibung der Phase können ebenfalls bearbeitet werden.

Zur Eingabe oder Bearbeitung von Bauphasen klicken Sie **Projektdatei > Bauphasen**.

Da IDEA Tendon aus IDEA Beam heraus gestartet wird und die die Daten der globalen Zeitachse (Phasen, Zuweisen von Lastfällen und Kombinationen zu Phasen usw.) aus IDEA Beam übernommen werden, sind Änderung in IDEA Tendon nicht verfügbar.

Die globale Zeitachse mit zugewiesenen Lastfällen wird im **Hauptfenster** angezeigt. Der Inhalt der den Bauphasen zugewiesenen Lastfälle und Kombinationen wird automatisch aus dem Projekt in IDEA Beam übernommen.

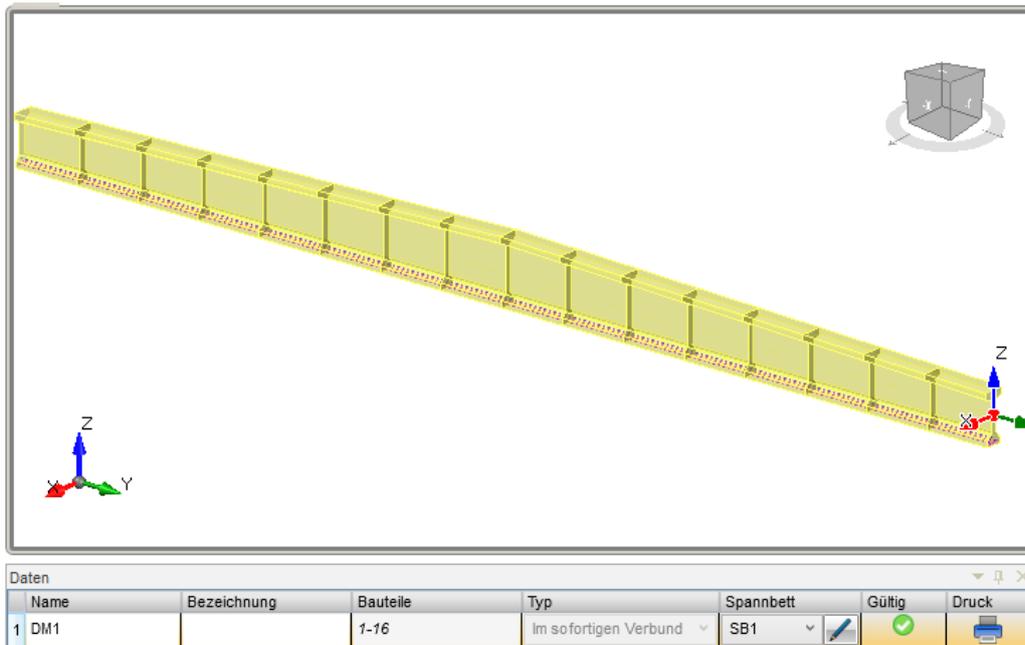
Die Tabelle mit definierten Bauphasen wird im **Datenfenster** angezeigt.



7 Bemessungsbauteile

Das Bemessungsbauteil ist ein grundlegendes Element für die Bemessung von Spanngliedern. Das Bemessungsbauteil besteht aus einem Bauteil oder einer Gruppe aufeinanderfolgender Bauteile des Strukturmodells.

Die Anzahl der Bauteile kann in der 3D-Strukturansicht angezeigt werden. Zum Wechseln zwischen abgewickelter Ansicht und 3D-Strukturansicht können die Buttons in der Untergruppe **Ansicht BB** verwendet werden – **Siehe 7.1.5 Untergruppe BB Ansichten**. Die Darstellung von Bauteilnummern kann in der 3D-Strukturansicht aktiviert werden.



Wird IDEA Tendon aus IDEA Beam heraus gestartet, können Bemessungsbauteile weder erstellt noch gelöscht werden. Die Liste der Bauteile im Bemessungsbauteil kann ebenfalls nicht geändert werden. Die Definition der Bemessungsbauteile stammt aus dem Projekt in IDEA Beam.

Beim Arbeiten mit Bemessungsbauteilen unter **Projektdatei > Bemessungsbauteile** sind die Untergruppen **BB Ansichten**, **Abgewickelte Ansicht**, **Berechnen**, **Bericht** und **Druck** verfügbar.

Aktuelle, abgewickelte Ansichten von Bemessungsbauteilen werden im Hauptfenster angezeigt. Die Tabelle mit der Liste der definierten Bemessungsbauteile wird im Datenfenster angezeigt.

Spalten in der Tabelle der Bemessungsbauteile:

- **Name** – Name des Bemessungsbauteils
- **Beschreibung** – Beschreibung des Bemessungsbauteils
- **Bauteile** – Liste der Bauteile, die das Bemessungsbauteil erzeugen
- **Typ** – Vorspannprozess auf dem Bemessungsbauteil:
 - **Mit Verbund** – Nur Definition von Spanngliedern mit Verbund
 - **Ohne Verbund** – Nur Definition von Spanngliedern ohne Verbund
 - **Mit/ohne Verbund** – Definition von Spanngliedern mit und ohne Verbund

- **Gültig** – Status zur Gültigkeit des Bemessungsbauteils – Aussage, ob das Bemessungsbauteil die Bedingungen zum Erzeugen aus der Liste der Bauteile erfüllt
- **Druck** – Einstellung, ob das Bemessungsbauteil im Bericht ausgegeben wird

Verfügbare Spalten bei Bemessungsbauteilen ohne Verbund:

- **Spannbett** – Auswählen des Spannbetts oder Bearbeiten der Eigenschaften des aktuellen Spannbetts

7.1 Annahmen beim Erzeugen eines Bemessungsbauteils

Wird IDEA Tendon zum ersten Mal für ein Projekt gestartet, versucht die Anwendung, aus importierten Bauteilen ein neues Bemessungsbauteil zu erstellen. Alle importierten Bauteile werden überprüft. Sind diese Bauteile aufeinanderfolgend, wird ein Bemessungsbauteil erstellt. Einzelne Bauteile müssen nicht in einer Linie liegen.

Folgende Regeln sind beim Erstellen eines Bemessungsbauteils zu beachten:

- Das gesamte Bemessungsbauteil muss aus Beton bestehen. Dies bedeutet, dass allen Bauteilen des Bemessungsbauteils ein Betonquerschnitt zugewiesen werden muss
- Alle Bauteile im Bemessungsbauteil müssen die gleiche Ausrichtung haben. Dies bedeutet, dass lokale X-Achsen von zwei aufeinanderfolgenden Bauteilen nicht gegeneinander ausgerichtet sein dürfen - mit anderen Worten: Zwei Bauteile in einem Bemessungsbauteil können keinen gemeinsamen Endpunkt haben
- Der Anfangsknoten des folgenden Bauteils muss der Endknoten des aktuellen Bauteils sein
- Das Bemessungsbauteil für die Vorspannung muss gerade und statisch bestimmt sein

Einzelne Bauteile vorhandener Bemessungsbauteile werden darauf überprüft, ob Geometrie oder Material geändert oder im IDEA Beam Projekt gelöscht wurden. Die Gültigkeit des Bemessungsbauteils wird in der Spalte **Gültig** in der Eigenschaftentabelle des Bemessungsbauteils oder im **Informationsfenster** für das Bemessungsbauteil angezeigt.



Name	Bezeichnung	Bauteile	Typ	Spannbett	Gültig	Druck
1 DM1		1-16	Im sofortigen Verbund	SB1		

7.2 Eigenschaften des Spannbetts

Zum Bearbeiten der Eigenschaften des Spannbettes klicken Sie auf den

Bearbeitungsbutton  in der Spalte Spannbett.

Spannbett	
Länge der Spanneinheiten	50,00 m
Spannprozess	Mit Verbund - Relaxationskorrektur
Berechnung der Relaxation	Zu der Zeit
Dauer des Haltens konstanter Spannung	300 s
Dauer von kurzzeitiger Relaxation	57600 s
Verlust infolge der Verformung der Endwiderlager	<input checked="" type="checkbox"/>
Definieren der Anzahl von Spanneinheiten	Gruppenweise
Verkürzung des Spannbetts	1 mm
Keilschlupf	2 mm
Verlust infolge Temperaturdifferenz	<input checked="" type="checkbox"/>
Normbeiwert	0,50 -
Tmax	50 °C
T0	20 °C
Absetzen der Spannkraft im Spannglied	Schrittweises Absetzen der Spannkraft

OK Abbrechen

- **Länge der Spanneinheiten** – Länge der Spannglieder zwischen den Ankern der Widerlager
- **Spannprozess** – Verfahren zum Spannen, Verankern und Übertragen der Vorspannung
- **Dauer des Haltens konstanter Spannung** – Dauer zum Halten einer konstanten Spannung während der Korrektur der Relaxation
- **Dauer von kurzzeitiger Relaxation** – Dauer der kurzzeitigen Relaxation vor dem Übertragen der Vorspannung
- **Verlust infolge der Verformung der Endwiderlager** – Berechnung der Verluste durch Verformung der Endbegrenzung des Spannbettes
 - **Definieren der Anzahl von Spanneinheiten** – Modus zum Bestimmen der Anzahl der Vorspanneinheiten zur Berechnung der Verluste
 - **Anzahl Spanneinheiten** – Eingabewert der Spanneinheiten bei benutzerdefinierter Anzahl von Spanneinheiten
 - **Verkürzung des Spannbetts** – Verkürzung des Spannbetts aufgrund der Belastung aller Vorspanneinheiten
- **Verankerung** – Wert der Verankerung
- **Verlust infolge Temperaturdifferenz** – Berechnung der Verluste aufgrund der Temperaturdifferenz der Vorspanneinheiten und des Spannbettes
 - **Normbeiwert** – Beiwert in der Gleichung (10.3) der EN 1992
 - **Tmax** – Höchstwert der Betontemperatur in der Nähe der Spannglieder
 - **T0** – Anfangswert der Betontemperatur in der Nähe der Spannglieder
- **Absetzen der Spannkraft im Spannglied** – Entspannen des Spannglieds

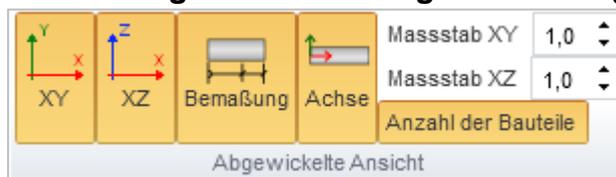
7.3 Untergruppe BB Ansichten



- **Abgewickelt** – Darstellung von abgewickelten Ansichten des aktuellen Bemessungsbauteils gemäß den aktuellen Einstellungen. Die abgewickelten Ansichten stellen das aktuelle Bemessungsbauteil in der XY- und XZ-Ebene da.
- **3D** – Anzeige der 3D-Ansicht der gesamten Struktur

7.4 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

Diese Untergruppe ist nur verfügbar, wenn die Ansicht in der Untergruppe **Ansicht Bemessungsbauteil** auf **Abgewickelt** eingestellt ist.



- **XY** – Anzeige der abgewickelten Ansicht in der XY-Ebene
- **XZ** – Anzeige der abgewickelten Ansicht in der XZ-Ebene
- **Bemaßung** – Anzeige der Bemaßungslinien des Bemessungsbauteils in den abgewickelten Ansichten
- **Achse** – Anzeige der Achsen in den abgewickelten Ansichten des Bemessungsbauteils
- **Maßstab XY, XZ** – Erweiterter Maßstab der Y-Achse (oder Z-Achse) in der abgewickelten XY- (oder XZ-) Ansicht. Der erweiterte Maßstab ermöglicht eine übersichtlichere Darstellung der Spannglieder und Formen langer Bemessungsbauteile. Der Maßstab der X-Achse ist immer mit 1 eingestellt
- **Anzahl der Bauteile** – Anzeige der Bauteilnummern in den abgewickelten Ansichten

7.5 Untergruppe Berechnung



Zur Neuberechnung von Schnittgrößen in einer übergeordneten Anwendung, klicken Sie auf den Button **Berechnen**. Der Hintergrund des Buttons wird rot hinterlegt, wenn eine Neuberechnung erforderlich ist - beispielsweise nach Änderungen der Spanngliedgeometrie.

7.6 3D Ansicht der Struktur

Ist die 3D-Ansicht der Struktur aktiv, stehen folgende Untergruppen zur Verfügung: **Strukturansichten**, **3D Ansicht**, **Strukturbezeichnung** und **LKS Bauteil**.

7.6.1 3D Ansicht

Zum Festlegen des gewünschten Ansichtspunktes im 3D-Fenster verwenden Sie die Befehle in der rechten oberen Ecke des 3D-Fensters oder Tastaturkürzel mit Maustasten.

Einstellungsmöglichkeiten im 3D Fenster:



- Zoomfenster: Ziehen Sie mit gehaltener linker Maustaste einen Rahmen, um den gewünschten Bereich darin zu vergrößern



- Vergrößern/ verkleinern: Ziehen Sie mit gehaltener linker Maustaste, um die Ansicht zu vergrößern/ verkleinern



- Schwenken: Ziehen Sie mit gehaltener linker Maustaste, um die Ansicht zu verschieben



- Rotieren: Ziehen Sie mit gehaltener linker Maustaste, um die Ansicht zu drehen



- Alles vergrößern. Anpassen des Modells an das 3D Fenster

Kombinationen zum Einstellen der gewünschten Ansicht mittels Tastatur und Maus:

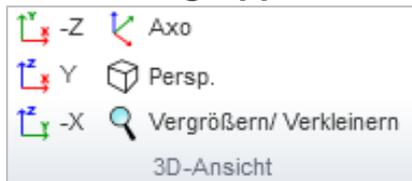
- Klicken und Halten der mittleren Maustaste – Mausbewegung verschiebt die Ansicht
- Scrollen mit mittlerer Maustaste – Mausbewegung vergrößert/ verkleinert die Ansicht
- Drücken von STRG + SHIFT und Halten der mittleren Maustaste – Mausbewegung legt das Zoomfenster fest
- Drücken von STRG und mittlerer Maustaste – Mausbewegung dreht die Ansicht

7.6.2 Untergruppe Strukturansichten



- **Volumenkörper** – Anzeigen der Strukturbauteile als Volumenkörper
- **Draht** – Anzeigen der Strukturbauteile als Drähte (= Stabachsen)

7.6.3 Untergruppe 3D Ansichten



- **-Z** – Ansicht von oben auf die Struktur (entgegen der globalen positiven Z-Halbachse)
- **Y** – Ansicht von vorne auf die Struktur (entgegen der globalen positiven Y-Halbachse)
- **-X** – Seitliche Ansicht auf die Struktur (entgegen der globalen positiven Z-Halbachse)
- **Axo** – Räumliche Ansicht und Anpassen der Struktur an das 3D Fenster
- **Vergrößern/verkleinern** – Anpassen des Bemessungsbauteils oder Bemessungsgruppe an das 3D Fenster
- **Persp.** – Perspektivische Ansicht auf die Struktur

7.6.4 Untergruppe Strukturbezeichnung

A Knoten

A 1D-Bauteile

A Hintergrund

Strukturbesch...

- **Knoten** – Anzeige der Knotennummern
- **1D Bauteile** – Anzeige der Nummern der 1D Bauteile
- **Hintergrund** – Anzeige eines Hintergrunds hinter den Nummern

7.6.5 Untergruppe LKS des Bauteils



- **1D** – Anzeige des lokalen Koordinatensystems auf 1D Bauteilen
- **2D** – Anzeige des lokalen Koordinatensystems auf 2D Bauteilen

8 Spanngliedgeometrie

8.1 3D Spanngliedgeometrie

Die Spanngliedgeometrie wird aus der sogenannten Definitionsgeometrie erstellt.

Die Definitionsgeometrie des Spannglieds DGY oder DGZ ist in der **abgewickelten Ansicht XY** (oder XZ) des Bemessungsbauteils definiert.

Die Definitionsgeometrie in der XZ-Ebene (oder XY-Ebene) ist definiert als horizontale (oder vertikale) Projektion des Spannglieds, das durch Abwickeln der Bezugskurve in die XZ-Ebene (oder XY-Ebene) des Koordinatensystems der abgewickelten Ansicht übertragen wird.

Es können 2 Typen von Segmentdefinitionen verwendet werden:

- **Bereiche** – Erzeugen des Spannglieds mittels einzelner Segmente, welche durch Koordinaten der charakteristischen Punkte definiert sind
- **Polygone** – Erzeugen des Spannglieds mittels Polygone, welche durch Koordinaten der Eckpunkte der Polygone definiert sind.

Beide Definitionsgeometrien werden unabhängig voneinander unter Beachtung folgender Regeln erstellt:

- Die X-Koordinaten der Anfangspunkte beider Definitionsgeometrien sind identisch
- Die X-Koordinaten der Endpunkte beider Definitionsgeometrien sind identisch

Sowohl Segmente als auch Polygone werden durch charakteristische Punkte

definiert. Definitionsgeometrien enthalten Informationen über z.B.

Bogendurchmesser, Tangententlängen oder Winkeländerungen in

Polygoneckpunkten.

Die 3D- Spanngliedgeometrie wird durch Zusammensetzen von

Definitionsgeometrien der Spannglieder zu einem räumlichen Polygon und dessen

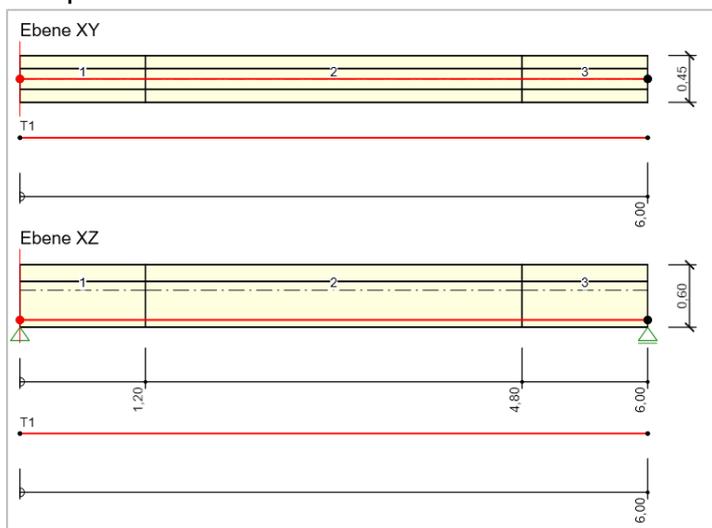
Rückwärtswicklung auf der **Bezugskurve/ Polygon** (räumliche Übertragung der

Definitionsgeometrie in ein Koordinatensystem jedes Bezugskurvenpunkts so erstellt, dass die X-Koordinate der Definitionsgeometrie Kurvenordinate der Bezugskurve

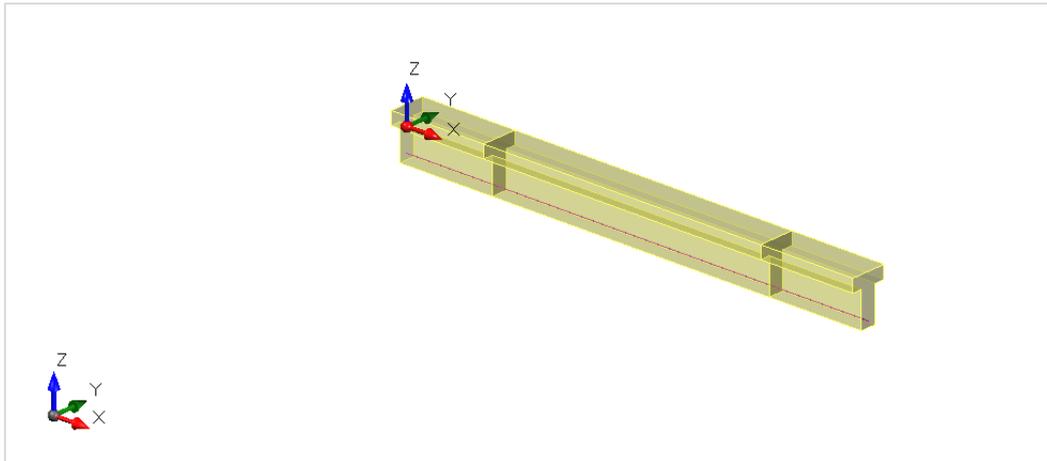
entspricht). Die finale 3D-Spanngliedgeometrie besteht nur aus Punkten ohne

Informationen über Bogenradien usw.

Beispiel 1:

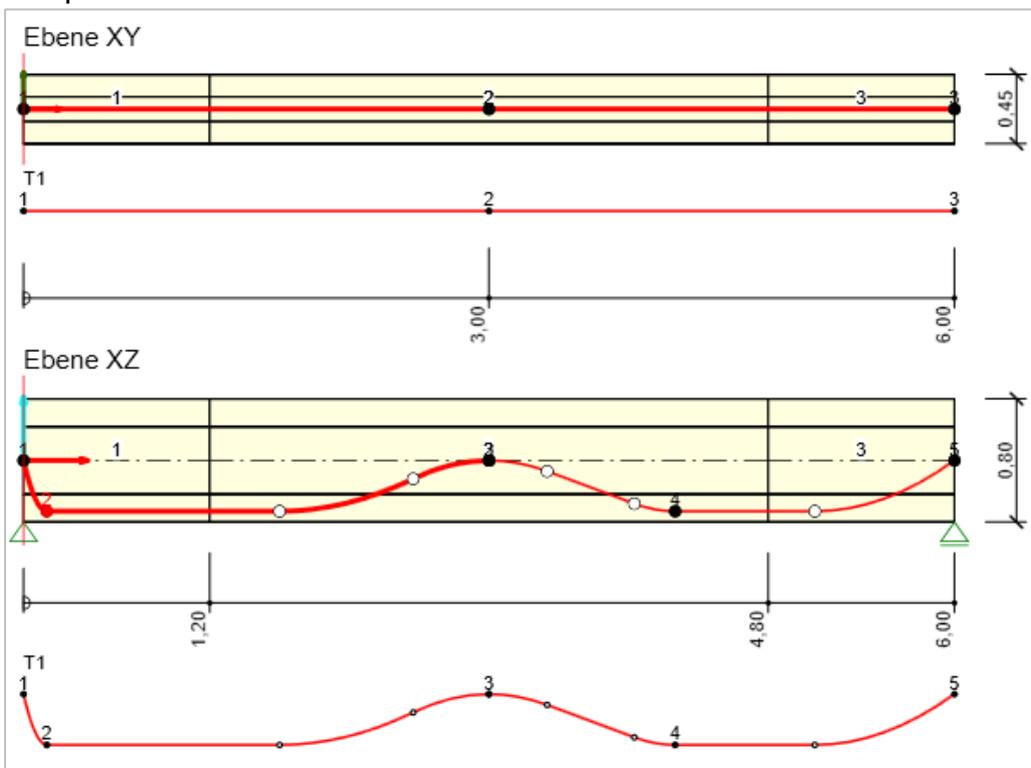


Abgewickelte Ansichten des Bemessungsbauteils in den XY- und XZ-Ebenen einschließlich des geraden Spannglieds

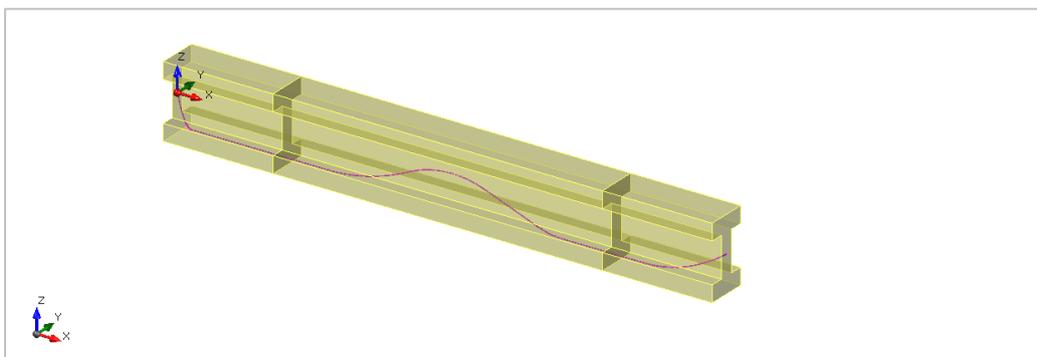


Finale 3D-Spanngliedgeometrie

Beispiel 2:



Abgewinkelte XZ-Ansicht des Bemessungsbauteils einschließlich des parabolischen Spannglieds



Finale 3D-Spanngliedgeometrie

8.2 Beschreibung von Abschnitten mit Spannglieddefinition

8.2.1 Segmenttyp zum Definieren der Spanngliedgeometrie

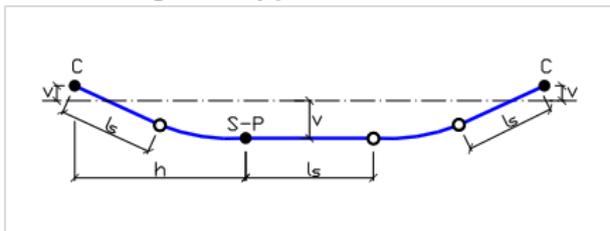
Zur Definition der Geometrie können 7 Segmenttypen verwendet werden. Ihre Verwendung hängt von der Segmentposition in der Spanngliedgeometrie ab, um die Kontinuität bestimmter Segmente und das Ende des Spannglieds aufrechtzuerhalten.

8.2.1.1 Segmenttyp 1 – Gerade, eigenständig



Dieses Segment besteht nur aus einem geometrischen Element - einer geraden Linie. Es kann nicht mit einem anderen Segment verbunden werden und kann nur als eigenständiges Segment verwendet werden. Die Form wird mit zwei C-Punkten definiert. Der Punkt C befindet sich immer am Anfang oder am Ende des Segments und seine Position wird durch den Abstand v von der Bezugskurve des Bauteils in der XY- oder der XZ-Ebene definiert.

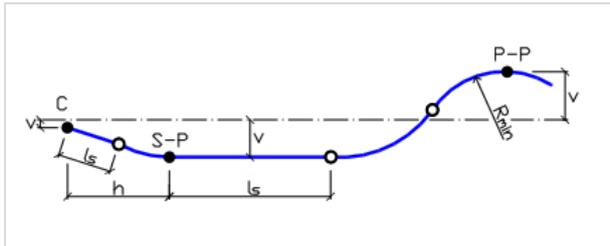
8.2.1.2 Segmenttyp 2 – Parabolisch mit eigenständigen Geraden



Standardsegment für neue Spannglieder. Keiner dieser Typen kann mit einem anderen Segment verbunden werden. Wenn das Segment jedoch geteilt wird, wird es automatisch durch das entsprechende Segment ersetzt, wodurch andere Segmente verbunden werden können. Geometrisch besteht es aus drei Kurven (Parabel, Gerade und Parabel). Eine gerade Linie kann weggelassen werden. Wenn Parameter des parabolischen Teils eine gerade Linie definieren, wird die gerade Linie anstelle der Parabel verwendet. Gerade Linien können den entsprechenden Teil der Parabel am Segmentanfang oder am Segmentende ersetzen.

Das Segment wird unter Verwendung von zwei **C** Punkten und einem **S-P** Zwischenpunkt (**S**traight-**P**arabolic – Zwischenpunkt zwischen gerader und parabolischer Komponente) definiert. Die Position des Punktes **S-P** wird durch den Abstand h vom linken oder rechten Endpunkt oder von der Mitte des Segments und durch den Abstand v der Bezugskurve des Bauteils in der XY- oder YZ-Ebene definiert. Der Abstand l_s ist die Länge des geraden Teils zwischen Parabeln. Die Koordinaten von weiß gefüllten Punkten im Bild werden nicht eingegeben, sondern aus eingegebenen Parametern berechnet.

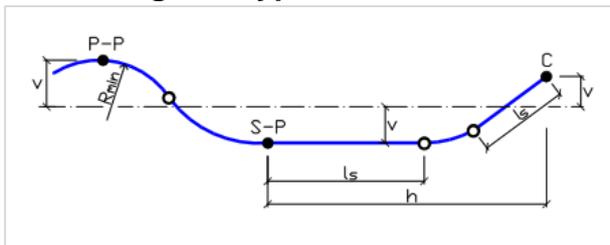
8.2.1.3 Segmenttyp 3 – Parabolisch mit abgeschlossener, linker Geraden



Dieser Typ kann als beginnendes Spanngliedsegment verwendet und das nächste Folgesegment kann damit verbunden werden. Dieses Segment besteht aus bis zu fünf Kurven - Gerade, Parabel, Gerade, Parabel und Parabel. Der Beginn einer geraden Linie kann weggelassen werden. Die beginnende Parabel kann teilweise durch einen geraden Teil ersetzt werden. Die letzten beiden Parabeln sind um 180 Grad gegeneinander rotiert.

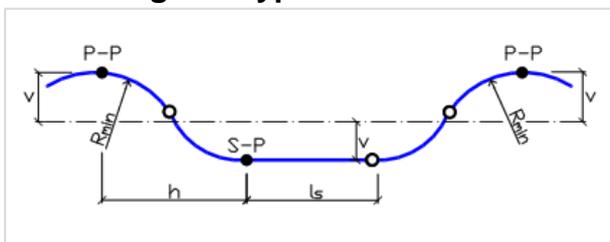
Das Segment wird unter Verwendung des Anfangspunkts **C**, des Zwischenpunkts **S-P** und des Punktes **P-P** (**P**arabolisch-**P**arabolisch - Verbindungspunkt zwischen zwei Parabeln) definiert. Der Punkt **P-P** beschreibt den Übergang vom Segment vom Typ 3 zum Folgesegment. Die Position von **P-P** wird durch den Abstand **v** von der Bezugskurve des Trägers und den Mindestradius der Parabeln definiert.

8.2.1.4 Segmenttyp 4 – Parabolisch mit abgeschlossener, rechter Geraden



Dieser Typ ist fast spiegelbildlich zu Segmenttyp 3 und kann als letztes Segment im Spannglied verwendet werden und folgt den vorherigen Segmenten.

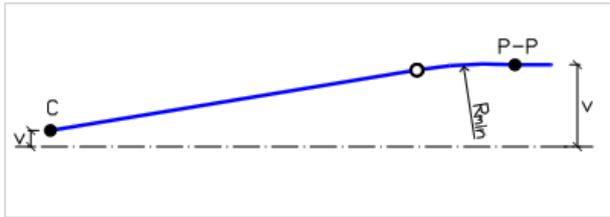
8.2.1.5 Segmenttyp 5 – Parabolisch mit innerer Geraden



Der Segmenttyp 5 kann nur zwischen zwei anderen Segmenten platziert werden, es handelt sich also um ein inneres Spanngliedsegment. Das Segment besteht aus fünf Kurven - Parabel, Parabel, Gerade, Parabel und Parabel. Der gerade Teil kann weggelassen werden, desweiteren können sich die Parabeln gemäß den eingegebenen Parametern zu Linien ändern.

Das Segment wird durch zwei **P-P** Punkte am Anfang und am Ende sowie durch einen dazwischen liegenden Punkt **S-P** definiert.

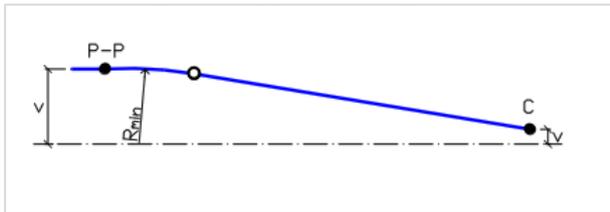
8.2.1.6 Segmenttyp 6 – Abgeschlossene, linke Gerade



Dieses Segment kann als Anfangssegment einer Spanngliedgeometrie verwendet werden. Es beginnt mit einem geraden Teil, der sich in einen parabolischen Teil ändert, um das folgende Segment zu verbinden.

Das Segment wird durch Starten des Punktes **C** und Beenden des Punktes **P-P** definiert.

8.2.1.7 Segmenttyp 7 – Abgeschlossene, rechte Gerade



Der Segmenttyp 7 ist der Spiegeltyp zum Segmenttyp 6 und kann als letztes Spanngliedsegment verwendet werden, das den vorherigen Segmenten folgt.

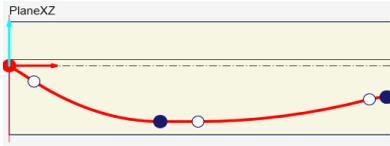
8.2.2 Regeln und Grenzen zur Abschnittsdefinition

Alle oben aufgeführten Segmenttypen unterliegen folgenden Einschränkungen:

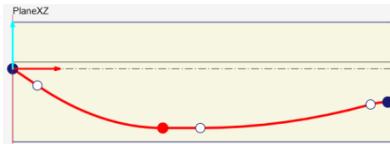
- Benachbarte Segmente haben eine gemeinsame Tangente an den Segmentgrenzen (Punkt P-P). Die Tangente des Winkels dieser Tangente ist in der aktuellen Version gleich Null (Tangente ist parallel zur x-Achse).
- Der Mindestradius der Parabel im Punkt **P-P** hat für die Parabeln von der linken und von der rechten Seite die gleichen Werte
- Die inneren, geraden Segmentteile sind stets parallel zur Bezugskurve des Bauteils. Dies gilt nicht für gerade Schlusssegmente und eigenständige gerade Segmente.

8.2.3 Detaillierte Beschreibung der Geometrie-Eigenschaften

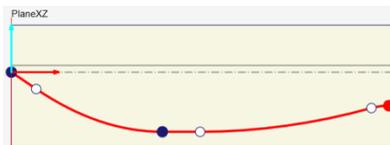
Segment



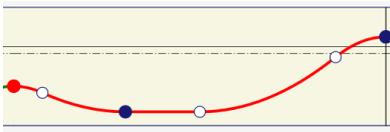
Typ 3 im Bild. Gespiegelter Typ 4. Die erste Hälfte ist identisch mit Typ 2 einschließlich des geraden Teils; das Ende sollte zum Anfang gespiegelt sein.



Typ 3



Typ 3



Typ 5

Bearbeitung

Endpunkt (C)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Schwerpunkt Ycg
Abstand Ycg	0 mm
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in horizontaler Richtung	
Gerade Länge - l _{s,c}	0,00 m

Zwischenpunkt gerade - Parabel Punkt (S-P)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Bezugsachse v
Abstand v	70 mm
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in horizontaler Richtung	
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}	0,50 -
Gerade Länge - l _{S,P}	0,00 -

Verbindungspunkt zwischen zwei Parabeln (P-P)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Minimum Z-
Abstand Z-	200 mm
Minimalradius - Rmin	2,00 m
Länge der Geraden - links	0,00 m

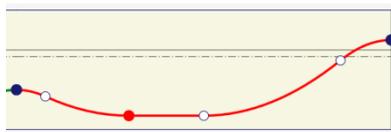
Beschreibung

Endpunkt. Der vertikale Versatz zur Unter- oder Oberkante oder Mitte kann festgelegt werden. Die Länge des geraden Teils gibt die Anfangslänge der geraden Linie an. Von der geraden Linie läuft die Parabel tangential weiter.

Zwischenpunkt des Segments. Tatsächlich sind es Punktepaare, die einen geraden Teil des Segments definieren. Der Wert des vertikalen Versatzes, des relativen Anfangs und der Länge des geraden Teils kann festgelegt werden. Ist die Länge Null, fehlt ein gerader Teil. Für dieses Punktepaar hat die Parabel (von links oder von rechts) ihren Scheitelpunkt in diesem Punkt.

Verbindungspunkt. Dieser Punkttyp wird in Verbindung mit zwei Segmenten verwendet. Der vertikale Versatz und der Mindestradius der verbundenen Parabeln können festgelegt werden. Beide Parabeln haben an diesem Punkt einen Scheitelpunkt und die Tangente an diesem Scheitelpunkt verläuft parallel zur X-Achse des Bauteils. Beide Parabeln werden mit dem angegebenen Mindestdurchmesser erstellt und mit „invertierten“ Parabeln fortgesetzt, die im inneren Punkt im Scheitelpunkt enden.

Segment



Typ 5

Bearbeitung

Zwischenpunkt gerade - Parabel Punkt (S-P)

Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung

Bezogen auf	Bezugsachse v	
Abstand v		70 mm

Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in horizontaler Richtung

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}		0,30 -
Gerade Länge - l _{S,S-P}		0,40 -

Zwischenpunkt, identisch zu den Typen 2, 3, 4.



Typ 7, gespiegelter Typ 6

Verbindungspunkt zwischen zwei Parabeln (P-P)

Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung

Bezogen auf	Maximum Z+	
Abstand Z+		-70 mm

Minimalradius - R _{min}	2,00 m
Länge der Geraden - links	0,00 m
Länge der Geraden - rechts	0,00 m

Verbindungspunkt mit identischen Eigenschaften wie bei den Typen 3 und 5. Der Unterschied besteht darin, dass die Parabel für Segmente vom Typ 6 und 7 nicht mit der „invertierten“ Parabel fortgesetzt wird, sondern mit einer geraden Linie, die am Schlusspunkt endet. Daher kann die Länge der folgenden geraden Linie nicht direkt festgelegt werden, sondern hängt vom definierten Mindestradius der Parabel ab.



Typ 7

Endpunkt (C)

Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung

Bezogen auf	Schwerpunkt Zcg	
Abstand Zcg		0 mm

Schlusspunkt der Segmente 6 und 7. Der vertikale Versatz zur Ober- oder Unterkante oder Mitte kann angegeben werden. Die Länge des geraden Teils hat keine Bedeutung.

8.2.4 Beschreibung der Punkte zur Definition der Spanngliedgeometrie

Die Geometrie jedes Spanngliedsegments wird je nach Segmenttyp durch zwei oder drei charakteristische Punkte definiert. Diese Punkte werden als schwarz gefüllter Kreis dargestellt. Der aktuelle Punkt (zum Bearbeiten ausgewählt) wird als rot gefüllter Kreis dargestellt. Punkte können im Bild mit der Maus ausgewählt werden. Andere Punkte, die zur Definition der Geometrie erforderlich sind, werden automatisch berechnet. Diese Punkte sind beispielsweise Punkte an den Enden von geraden Spanngliedsegmenten oder Punkte im Übergang zwischen invertierten Parabeln. Diese Punkte werden mit einem schwarzen Kreis dargestellt, der mit weißer Farbe gefüllt ist, und sie können nicht ausgewählt und bearbeitet werden. Ihre Position hängt z.B. von der definierten Länge der geraden Teile ab.

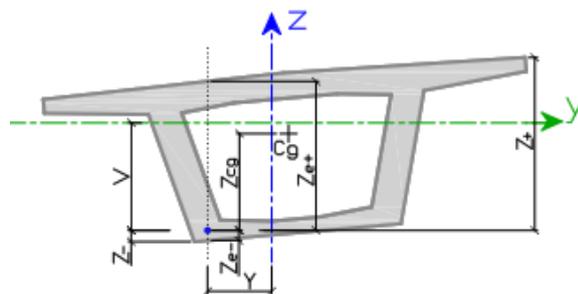
8.2.4.1 Punkt „C“ – Endpunkt des Spannglieds

Der Punkt **C** befindet sich immer am Anfang des ersten Segments oder am Ende des letzten Segments. Somit ist nur der Abstand v von der Bezugskurve in der XY- oder der XZ-Ebene definiert.

Die Eigenschaften von Punkt **C** können in der folgenden Tabelle bearbeitet werden:

Endpunkt (C)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Schwerpunkt Ycg
Abstand Ycg	0 mm
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in horizontaler Richtung	
Gerade Länge - $l_{s,c}$	0,00 m

- **Bezogen auf** – Ursprung zur Bestimmung der Koordinate v des vertikalen Spanngliedpunktes (z.B. in der XZ-Ebene, siehe nachfolgendes Bild):
 - Maximale positive Z-Koordinate – **Maximum Z+**,
 - Maximale positive Z-Koordinate (im lokalen Koordinatensystem des Bemessungsbauteils) des Schnittpunktes der Linie parallel zur Z-Achse in der Y-Koordinate des Spannglieds mit der Querschnittskante – **Kantenschnittpunkt Ze+**,
 - Abstand von der Bezugsachse – **Bezugsachse v**,
 - Vertikaler Abstand vom Schwerpunkt – **Schwerpunkt Zcg**
 - Minimale negative Z-Koordinate (im lokalen Koordinatensystem des Bemessungsbauteils) des Schnittpunktes der Linie parallel zur Z-Achse in der Y-Koordinate des Spannglieds mit der Querschnittskante – **Kantenschnittpunkt Ze-**,
 - Minimale negative Z-Koordinate – **Minimum Z-**,



- **Abstand** – Punktabstand, gemessen vom Ursprung; ein positiver Wert liegt auf der positiven Z-Achse (Y-Achse) des Trägers
- **Gerade Länge $l_{s,c}$** – Länge des geraden Teils, gemessen vom Anfangspunkt (Endpunkt) des Segments

8.2.4.2 Punkt „S-P“ – Innerer Punkt zwischen geradem und parabolischem Segment

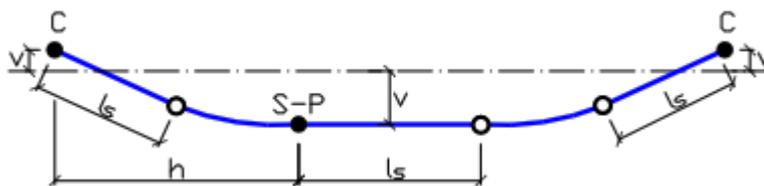
Punkt **S-P** ist immer der innere Punkt des Spanngliedsegments.

Die Eigenschaften des Punktes können in der folgenden Tabelle bearbeitet werden:

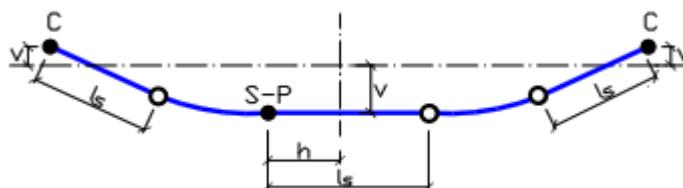
Zwischenpunkt gerade - Parabel Punkt (S-P)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Bezugsachse v <input type="text"/>
Abstand v	70 mm
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in horizontaler Richtung	
Bezogen auf	<input checked="" type="radio"/> Links <input type="radio"/> Mittelpunkt <input type="radio"/> Rechts
Relativ	<input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein
Abstand - h_{S-P}	0,30 -
Gerade Länge - $l_{S,S-P}$	0,40 -

- **Bezogen auf** – Ursprung zur Bestimmung der Koordinate v des vertikalen Spanngliedpunktes – siehe vorheriger Abschnitt
- **Abstand** – Punktabstand, gemessen vom Ursprung; ein positiver Wert liegt auf der positiven Z-Achse (Y-Achse) des Trägers
- **Bezogen auf** – Ursprung zur Eingabe der Position des horizontalen Punktes. Folgende Punkte können als Bezugspunkt für die horizontale Koordinate verwendet werden h_{S-P} :

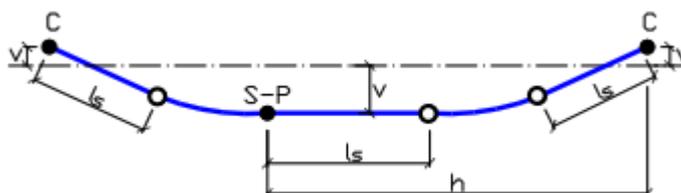
- Anfangspunkt des Segments



- Mitte des Segments



- Schlusspunkt des Segments



- **Relativ** – Umschalten zur Eingabe des Abstands h und der geraden Länge l_s
- **Abstand h_{S-P}** – Horizontaler Abstand h vom ausgewählten Punkt
- **Gerade Länge $l_{S,S-P}$** – Länge des inneren geraden Spanngliedteils

8.2.4.3 Punkt „P-P“ – Verbindungspunkt zwischen parabolischen Segmenten

Punkt **P-P** befindet sich immer in Verbindung mit 2 Segmenten und definiert den Übergang zwischen Parabeln

Die Eigenschaften des Punktes können in der folgenden Tabelle bearbeitet werden:

Verbindungspunkt zwischen zwei Parabeln (P-P)	
Position des Punktes in abgewickelter Ansicht in vertikaler Richtung	
Bezogen auf	Maximum Z+ <input type="text"/>
Abstand Z+	-70 mm
Minimalradius - Rmin	0,12 m
Länge der Geraden - links	0,00 m
Länge der Geraden - rechts	0,00 m

- **Bezogen auf** – Ursprung zur Bestimmung der Koordinate v des vertikalen Spanngliedpunkte – siehe vorheriger Abschnitt
- **Abstand** – Punktabstand, gemessen vom Ursprung; ein positiver Wert liegt auf der positiven Z-Achse (Y-Achse) des Trägers
- **Mindestradius Rmin** – Mindestradius der Parabel
- **Länge der Geraden - links** – Länge des geraden Teils auf der linken Seite des Segments, gemessen vom Endpunkt des Segments
- **Länge der Geraden - rechts** – Länge des geraden Teils auf der rechten Seite des Segments, gemessen vom Endpunkt des Segments

8.2.5 Zusammensetzung von Segmenten zum Erzeugen von Spanngliedgeometrien in abgewickelter Ansicht

Möglichkeiten zum Zusammenstellen der Spanngliedgeometrie, unter Verwendung mehrerer Segmentzahlen, werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

8.2.5.1 Spannglied bestehend aus einem Segment

Besteht die Spanngliedgeometrie in der abgewickelten Ansicht nur aus einem Segment, können zwei Arten von eigenständigen Segmenten ausgewählt werden:

- Typ 1 – gerade, eigenständig



- Typ 2 – Parabolisch mit eigenständiger Gerade



Keines dieser beiden Segmente kann mit einem anderen Segmenttyp kombiniert werden.

8.2.5.2 Spannglied bestehend aus zwei Segmenten

Vier Segmenttypen können verwendet werden, um Spannglieder zu definieren, die aus zwei Segmenten bestehen - zwei Typen für das erste Segment und zwei Typen für das zweite Segment.

Folgende Segmenttypen können für das erste Segment verwendet werden:

- Typ 3 – Parabolisch mit linker Gerade
- Typ 6 – Linke Endgerade

Folgende Segmenttypen können für das zweite Segment verwendet werden:

- Typ 4 – Parabolisch mit rechter Gerade
- Typ 6 – Rechte Endgerade

Mögliche Kombinationen von Segmenttypen in der folgenden Tabelle:

First segment	Tendon shape	Second segment
Type 6	6 + 4	Type 4
Type 3	3 + 4	Type 7
Type 6	3 + 7	
Type 6	6 + 7	

8.2.5.3 Spannglied bestehend aus drei oder mehr Segmenten

Die Geometrie des Spannglieds, das aus drei und mehr Segmenten besteht, setzt sich ähnlich wie die Geometrie des Spannglieds zusammen, das aus zwei Segmenten besteht.

Für äußere Segmente können identische Segmenttypen verwendet werden, für interne Segmente kann nur ein Segment vom Typ 5 verwendet werden. Mögliche Kombinationen von Segmenttypen in der folgenden Tabelle:

First segment	Inner segment - type 5	Last segment
Type 6	6 + 5 + 4	Type 4
Type 3	3 + 5 + 4	Type 7
Type 6	3 + 5 + 7	
Type 6	6 + 5 + 7	

8.3 Eingabe und Bearbeitung von Spanngliedern

Zur Eingabe und Bearbeitung von Spanngliedern klicken Sie im Navigator

Spannglieder > Anordnung der Spannglieder.

Abgewickelte Ansichten des aktuellen Bemessungsbauteils werden im **Hauptfenster** dargestellt.

Im **Datenfenster** werden Tabs mit Spannglied-Eigenschaften und Spanngliedgeometrie-Eigenschaften angezeigt.

Einstellungsmöglichkeiten:

- **Spannglieder** – Eigenschaften der Spannglieder des aktuellen Bemessungsbauteils. Nach Änderungen werden die äquivalenten Lasten automatisch aktualisiert
- **Spanngliedgeometrie XY** – Bearbeiten der Spanngliedgeometrie ohne Verbund in der abgewickelten XY-Ansicht
- **Spanngliedgeometrie XZ** – Bearbeiten der Spanngliedgeometrie ohne Verbund in der abgewickelten XZ-Ansicht
- **Gruppe mit Verbund** – Bearbeiten der Eigenschaften von Spanngliedgruppen mit Verbund in dem Querschnitt, der dem Abschnitt in der Position entspricht, der in den Eigenschaften des Bemessungsbauteils definiert ist

8.3.1 Eigenschaften von Spanngliedern

Eigenschaften von Spanngliedern ohne Verbund können in der Tabelle **Spannglieder ohne Verbund** im Tab **Spannglieder** im Datenfenster bearbeitet werden.

Spanngliedname	Lastfall	Material	Litzen	Kanaldurchmesser [mm]	Material des Spannkanals	Spannung von	Spannprozess	Detail	Geometrie	Gesperrt	Spannungsnachweis	
1	T4	POST (2)	Y1860S7-15.7	1	14	Metall	Anfang	Keine Korrektur		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Spalten in der Tabelle **Spannglieder ohne Verbund**:

- **Spanngliedname** – Name des Spannglieds
- **Lastfall** – Name des Lastfalls, auf den die Auswirkungen der Vorspannung aus dem Spannglied übertragen werden
- **Material** – Materialauswahl im Projekt. Das erforderliche Material muss aus der Materialbibliothek zum Projekt hinzugefügt werden
 - – Bearbeiten der Eigenschaften des aktuellen Materials
 - – Hinzufügen von neuem Material zum Projekt durch Auswählen aus der Materialbibliothek
 - – Speichern des aktuellen Materials in der benutzerdefinierten Materialbibliothek
- **Litzen** – Anzahl der Litzen im Spannglied
- **Kanaldurchmesser** – Minimaler Kanaldurchmesser. Der Standardwert des minimalen Kanaldurchmessers wird anhand der Spanngliedfläche berechnet
- **Material des Spannkanals** – Material des Spannkanals; es sind zwei Materialien verfügbar – Kunststoff oder Metall
- **Spannung von** – Spannungstyp. Das Aufbringen der Spannung kann vom Anfang, vom Ende oder von beiden Enden des Bemessungsbauteils erfolgen
- **Spannprozess** – Auswahl des Spannprozesses mit oder ohne Korrektur der Relaxation möglich
- **Detail** – Öffnen eines Dialogs zur Anzeige und Bearbeitung der detaillierten Spanngliedeigenschaften
- **Geometrie** – Status der Spanngliedgeometrie. Der Ergebniswert hängt von den Teilergebnissen der Nachweise aller Spanngliedsegmente in beiden abgewinkelten Ansichten ab. Bei ungültiger Spanngliedgeometrie können Spanngliedverluste nicht berechnet und das entsprechende Bemessungsbauteil nicht nachgewiesen werden
- **Gesperrt** – Sperren des Spannglieds und der Bearbeitungsmöglichkeit
- **Spannungsnachweis** – Nachweis mit der Maximalspannung im Spannglied nach EN 1992-1-1 5.10.2.1(1)P

Eigenschaften von Spanngliedern mit Verbund können in der Tabelle **Spanngliedgruppen mit Verbund** im Tab **Spannglieder** im Datenfenster bearbeitet werden.

	Gruppenname	Lastfall	Material	Ausgangsspannung [MPa]	Geometrie	Grenzwert der Spannung [MPa]	Spannungsnachweis
1	G1	PRE (2)	Y1860S7-15.7	1431,0	✓	1476,0	✓

Spalten in der Tabelle **Spanngliedgruppen mit Verbund**:

- **Spanngliedname** – Names des Spannglieds
- **Lastfall** – Name des Lastfalls, auf den die Auswirkungen der Vorspannung aus dem Spannglied übertragen werden
- **Material** – Materialauswahl im Projekt. Das erforderliche Material muss aus der Materialbibliothek zum Projekt hinzugefügt werden
 -  – Bearbeiten der Eigenschaften des aktuellen Materials
 -  – Hinzufügen von neuem Material zum Projekt durch Auswählen aus der Materialbibliothek
 -  – Speichern des aktuellen Materials in der benutzerdefinierten Materialbibliothek
- **Ausgangsspannung** – Wert der anfänglichen Spannung im Spannglied
- **Geometrie** – Status der Spanngliedgeometrie. Der Ergebniswert hängt von den Teilergebnissen der Nachweise aller Spanngliedsegmente in beiden abgewickelten Ansichten ab
- **Grenzwert der Spannung** – Wert der im Spannglied angewendeten maximalen Spannung
- **Spannungsnachweis** – Nachweis mit der Maximalspannung im Spannglied nach EN 1992-1-1 5.10.2.1(1)P

8.3.1.1 Detaillierte Spanngliedeigenschaften

Zur Bearbeitung von detaillierten Spanngliedeigenschaften klicken Sie auf den Bearbeitungsbutton  in der Spalte **Detail** in der Tabelle der Spanngliedeigenschaften.

Spannglied	
Namen	T1
Material	Y1860S7-15.7 
Anzahl der Litzen	1
Kanaldurchmesser	14 mm
Kanalmaterial	Metall
Reibungskoeffizient	0,20
Unbeabsichtigte Winkeländerung pro Längeneinheit	0,00 m-1
Spannung von	Anfang
Spannprozess	Keine Korrektur
Schlupf (Anfang)	5 mm
Schlupf (Ende)	
Dauer des Haltens konstanter Spannung	
Verankerungsspannung (Anfang)	1476,0 MPa
Verankerungsspannung (Ende)	
Maximal auf das Spannglied aufgebrauchte Spannung	1476,0 MPa

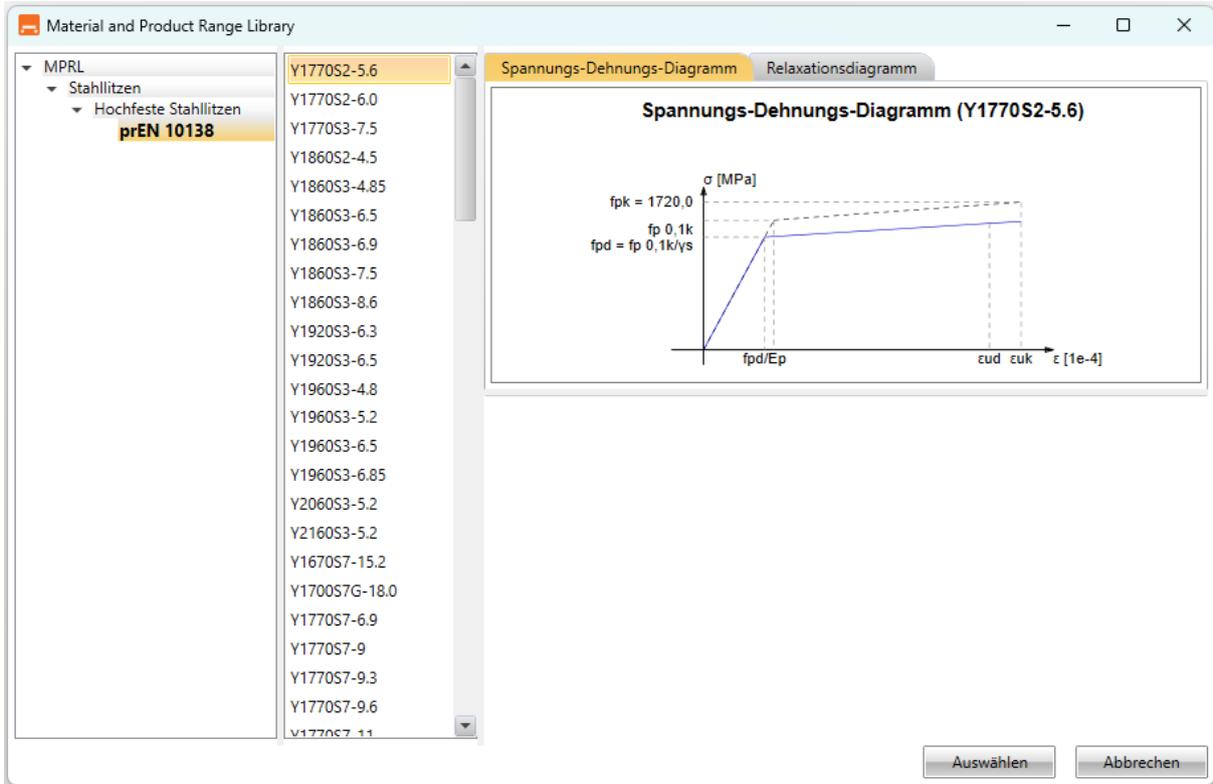
OK Abbrechen

Einstellungsmöglichkeiten im Dialog **Spannglied**:

- **Name** – Names des bearbeiteten Spannglieds
- **Material** – Aktuelles Material des Spannglieds. Klicken Sie  zum Ändern der Eigenschaften
- **Anzahl der Litzen** – Anzahl der Litzen im Spannglied
- **Kanalmaterial** – Material des Spannkanals (Metall oder Kunststoff)
- **Reibungszahl** – Reibungsbeiwert des Spannglieds
- **Unbeabsichtigter Umlenkwinkel pro Längeneinheit** – Erhöhen der Reibungsverluste im Spannglied aufgrund unbeabsichtigter Welligkeit des Spannglieds
- **Spannung von** – Spannungstyp. Das Aufbringen der Spannung kann vom Anfang, vom Ende oder von beiden Enden des Bemessungsbauteils erfolgen
- **Spannprozess** – Auswahl des Spannprozesses mit oder ohne Korrektur der Relaxation möglich
- **Schlupf (Anfang)** – Verankerung am Anfang des Spannglieds. Verfügbar, wenn **Spannung von** auf **Anfang** eingestellt ist
- **Schlupf (Ende)** – Verankerung am Ende des Spannglieds. Verfügbar, wenn **Spannung von** auf **Ende** eingestellt ist
- **Dauer des Haltens der konstanten Spannung** – Dauer, um die Spannung während der Belastung konstant zu halten; nur verfügbar beim Spannprozess mit Korrektur der Relaxation
- **Verankerungsspannung (Anfang)** – Ankerspannung am Anfang des Spannglieds; verfügbar, wenn unter Spannung von die Option **Anfang** eingestellt ist
- **Verankerungsspannung (Ende)** – Ankerspannung am Ende des Spannglieds; verfügbar, wenn unter Spannung von die Option **Ende** eingestellt ist
- **Maximal auf das Spannglied aufgebrauchte Spannung** – Maximalspannung im Spannglied

8.3.1.2 Neues Vorspannmaterial zum Projekt hinzufügen

Zum Hinzufügen neuen Spanngliedmaterials zum Projekt klicken Sie  neben dem Dropdown Menü in der Tabelle der Spanngliedeigenschaften.



The screenshot displays the 'Material and Product Range Library' dialog. On the left, a tree view shows 'MPRL' expanded to 'Stahllitzen' and 'Hochfeste Stahllitzen', with 'prEN 10138' selected. A list of material codes is shown on the right, with 'Y1770S2-5.6' highlighted. The right pane shows a 'Spannungs-Dehnungs-Diagramm' (Stress-Strain Diagram) for 'Y1770S2-5.6'. The graph plots stress σ [MPa] on the y-axis against strain ϵ [1e-4] on the x-axis. Key points are marked: $f_{pk} = 1720.0$, $f_p 0.1k$, and $f_{pd} = f_p 0.1k/ys$. The diagram shows a linear elastic region up to f_{pd} , followed by a yield plateau and a strain-hardening region. The x-axis is labeled with f_{pd}/E_p and $e_{ud} e_{uk}$. At the bottom right, there are 'Auswählen' and 'Abbrechen' buttons.

Wählen Sie im Dialog **Material- und Querschnittsbibliothek** das gewünschte Vorspannmaterial aus. Die Eigenschaften des ausgewählten Materials und das Spannungs-Dehnungs-Diagramm werden im Tab **Spannungs-Dehnungs-Diagramm** abgebildet. Der Verlauf des finalen Relaxationsverlusts, in Bezug auf die relative Spanngliedspannung, ist im Tab Relaxationsdiagramm abgebildet. Klicken Sie **Auswählen**, um das ausgewählte Material zum Projekt hinzuzufügen.

8.3.1.3 Bearbeiten von Vorspannbewehrung

Zum Bearbeiten von Spanngliedmaterial klicken Sie  neben dem Dropdown Menü in der Tabelle der Spanngliedeigenschaften.

Name		Y1860S7-15.7
Physikalische Eigenschaften		
m		7850 kg/m ³
E		195000,0 MPa
Durchmesser		16 mm
Fläche		150 mm ²
Anzahl der Drähte		7
prEN 10138		
F _m		279,0 kN
F _{p01}		245,5 kN
A _{gt}		350,0 1e-4
F _r		190,0 MPa
EN 1992-1-1		
Abhängige Größen berechnen		<input checked="" type="checkbox"/>
f _{pk}		1860,0 MPa
f _{p01k}		1640,0 MPa
ε _{uk}		350,0 1e-4
Typ	Litze	▼
Oberflächenbeschaffenheit	Glatt	▼
Relaxationsdefinition	Nach Norm	▼
Relaxationsklasse	Klasse 2	▼
P ₁₀₀₀		0,03
P _∞		0,06
Herstellung	Niedrige Relaxation	▼
Diagrammtyp	Bilinear mit ansteigendem oberem Zweig	▼

Eigenschaften der Vorspannbewehrung:

- **Name** – Name des Materials der Vorspannbewehrung

Gruppe **Physikalische Eigenschaften**

- **m** – Dichte des Vorspannmaterials
- **E** – E-Modul des Vorspannmaterials
- **Durchmesser** – Nomineller Durchmesser des Vorspannmaterials
- **Fläche** – Fläche des Vorspannmaterials
- **Anzahl der Drähte** – Drahtanzahl in der Vorspannbewehrung

Gruppe **prEN1038**

- **F_m** – Charakteristischer Wert der Maximalkraft
- **F_{p0.1}** – Charakteristischer Wert von 0,1% der Prüfkraft
- **A_{gt}** – Gesamtdehnung bei Maximalkraft
- **F_r** – Bereich der Ermüdungssspannung

Gruppe **EN-1992-1-1**

- **Abhängige Größen berechnen** – Automatische Berechnung der Werte für f_{pk} , f_{p01k} und ϵ_{uk} . Bei Nichtauswahl können die Werte durch Anwendereingabe erfolgen
- **f_{pk}** – Charakteristische Zugfestigkeit
- **f_{p01k}** – 0.1% der charakteristischen Prüfspannung
- **ϵ_{uk}** – Charakteristische Dehnung der Bewehrung bei maximaler Last
- **Typ** – Typ der Vorspannbewehrung:
 - **Glatter Draht**
 - **Profilierte Kabel**
 - **Litze**
 - **Verdichteter Strang**
 - **Glatter Rundstab**
 - **Gerippter Stab**
- **Oberflächenbeschaffenheit** – Oberflächentyp der Vorspannbewehrung:
 - **Glatte Oberfläche**
 - **Profiliert**
 - **Gerippt**
- **Relaxationsdefinition** – Bestimmen der Relaxation der Vorspannbewehrung:
 - **Nach Norm** – Bestimmen nach nationaler Norm
 - **Durch Anwender p_{1000}** – Bestimmen nach ausgewählter Relaxationsklasse und dem festgelegten Anteil des Relaxationsverlusts 1000 Stunden nach dem Spannvorgang
 - **Durch Anwendertabelle** – Bestimmen durch benutzerdefinierte Tabelle
 - **Bearbeiten** – Öffnen des Editors der benutzerdefinierten Relaxationstabelle
- **Relaxationsklasse** – Anzeige/ Auswahl der aktuellen Relaxationsklasse
- **p_{1000}** – Eingabe/ Anzeige des berechneten Anteils des Relaxationsverlusts bei 1000 Stunden nach dem Spannvorgang
- **p_{∞}** – Berechneter Anteil des Relaxationsverlusts bei 50000 Stunden nach dem Spannvorgang
- **Herstellung** – Herstellungsmethode der Vorspannbewehrung:
 - **Warmgewalzt und vergütet**
 - **Patentiert**
 - **Kaltgezogen**
 - **Entlastete Spannung**
 - **Niedrige Relaxation**
- **Diagrammtyp** – Typ des Spannungs-Dehnungsdiagramm der Vorspannbewehrung:
 - **Bilinear mit ansteigendem oberem Zweig**
 - **Bilinear mit horizontalem oberem Zweig**

8.3.1.4 Benutzerdefinierte Tabelle zur Vorspannbewehrung

Entspannungstabelle

Y1860S7-15.7

Gesamter Relaxationsverlust

Verhältnis [-]	Relaxation [-]
1	0,00
2	0,10
3	0,20
4	0,30
5	0,40
6	0,50
7	0,60
8	0,70
9	0,80
10	0,90
11	0,95
*	

Die Entwicklung der Relaxation über den Zeitverlauf

ist unabhängig von der relativen Spannung in der vor

Gewähltes Verhältnis: 0,00

Dauer [d]	Zugehörig [-]
1	0,0
2	0,0
3	0,0
4	0,0
5	0,0
6	0,0
7	0,0
8	0,2
9	0,8
10	4,2
11	8,3
*	

OK Abbrechen

Die Verhältnisse des gesamten Spannungsverlustes zur relativen Spannung im Spannglied sind in der linken Tabelle definiert:

- **Verhältnis** – Verhältnis von Spannung im Spannglied zu charakteristischer Zugfestigkeit des Vorspannstahl f_{pk}
- **Relaxation** – Verhältnis des gesamten Spannungsverlustes bei unendlicher Zeit und der Spannung im Spannglied

Die Entwicklung des Relaxationsverlustes über die Zeit ist in der rechten Tabelle definiert. Ist die Option **Ist bewusst von der relativen Spannung in der**

Vorspannbewehrung ausgewählt, gilt die definierte Entwicklung des

Relaxationsverlustes über die Zeit für jede relative Spannung im Spannglied.

Ist die Option nicht ausgewählt, kann die Entwicklung des Relaxationsverlusts über die Zeit für jede relative Spannung separat definiert werden.

- **Dauer** – Belastungsdauer des Spannglieds
- **Zugehörig** – Verhältnis von aktuellem zu gesamtem Relaxationsverlust

8.3.2 Bearbeiten der Geometrie von Spanngliedabschnitten

Die Geometrie der Spanngliedsegmente wird für beide abgewinkelten XY- und XZ-Ansichten separat in Tabellen (**Spanngliedgeometrie XY** und **Spanngliedgeometrie XZ**) bearbeitet.

Das Bearbeiten von Tabellen entspricht der Darstellung von abgewinkelten Ansichten, wobei folgende Elemente in verschiedenen Farben dargestellt werden:

- Ausgewähltes Spanngliedsegment (Standardmäßig dicke rote Linie);
- Ausgewählter charakteristischer Punkt (roter Vollkreis)

Die folgenden Elemente sind für beide abgewinkelten Ansichten auf bestimmten Tabs verfügbar:

Daten

Spannglieder **Spanngliedgeometrie XY** **Spanngliedgeometrie XZ**

T1

Gespernte Spanngliedgeometrie Primäre Geometrie

Spanngliedsegmente

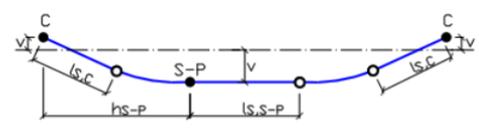
Anfang X [m]	Ende X [m]	Mit nächstem zusammenführ:	Teilen	Segmentgeometrie	Gültig	
1	0,00	5,00	-	+	Parabelförmig mit geraden, einze	<input checked="" type="checkbox"/>

Spanngliedpunkte

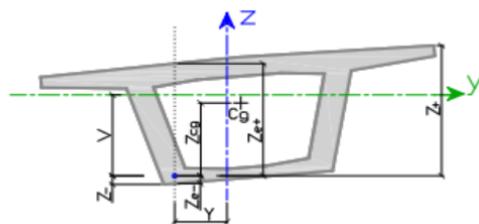
X [m]	v [mm]
1	0,00
2	1,50
3	5,00

Kein Punkt ausgewählt!
Wählen Sie einen Punkt aus der Tabelle oder in der Grafik des Hauptfensters, um die Spanngliedgeometrie bearbeiten zu können.

Parabelförmig mit geraden, einzeln



Bezogene Parameter in der XZ-Ebene



- **Liste der bestehenden Spannglieder** – Auswählen des aktuellen Spannglieds aus der Liste
- **Gespernte Spanngliedgeometrie** – Sperren der Bearbeitungsmöglichkeit der Spanngliedgeometrie
- **Primäre Geometrie** – Annahme der Spanngliedgeometrie als primäre Spanngliedgeometrie in der entsprechenden Ebene
- **Spanngliedsegmente** – Bearbeitungsmöglichkeit der einzelnen Spanngliedsegmente in der Tabelle
- **Spanngliedpunkte** – Auflistung der Punkte des aktuellen Spanngliedsegments in der Tabelle
- **Eigenschaften der Spanngliedpunkte** – Bearbeitungsmöglichkeit des aktuellen Spanngliedpunktes in der Tabelle

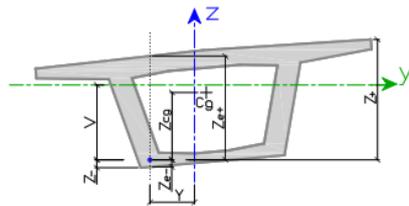
8.3.2.1 Primäre Spanngliedgeometrie

Die primäre Spanngliedgeometrie bestimmt die primäre abgewinkelte Ansicht für die Eingabe der Spanngliederposition im Querschnitt.

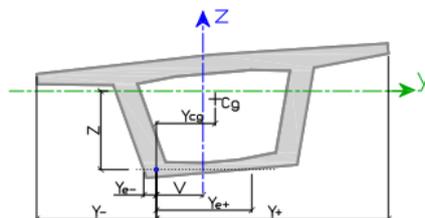
Gemäß dem Prinzip der Eingabe der Spanngliedgeometrie mittels Verwendung von zwei unabhängigen, abgewinkelten Ansichten ist es erforderlich, die primäre, abgewinkelte Ansicht zu ermitteln, wenn sich charakteristische Spanngliederpunkte auf Schnittpunkte mit Querschnittskanten in der zweiten abgewinkelten Ansicht beziehen.

Die Ermittlung der Schnittpunkte erfolgt durch:

- Vertikale Linie in **Y**-Koordinate des Spannglieds mit der Querschnittskante in der primären abgewinkelten **XY**-Ansicht. Die **Z**-Position des Spannglieds im Querschnitt kann sich auf den Schnittpunkt dieser vertikalen Linie mit den Querschnittskanten beziehen. Alle verfügbaren Bezugspunkte für die Eingabe der **Z**-Position des Spannglieds werden im folgenden Bild dargestellt. Schnittpunkte der vertikalen Linie in der **Y**-Koordinate des Spannglieds mit Querschnittskanten sind mit den Bemaßungslinien Z_{e+} und Z_{e-} dargestellt.



- Horizontale Linie in **Z**-Koordinate des Spannglieds mit der Querschnittskante in der primären abgewinkelten **XZ**-Ansicht. Die **Y**-Position des Spannglieds im Querschnitt kann sich auf den Schnittpunkt dieser horizontalen Linie mit den Querschnittskanten beziehen. Alle verfügbaren Bezugspunkte für die Eingabe der **Z**-Position des Spannglieds werden im folgenden Bild dargestellt. Schnittpunkte der horizontalen Linie in der **Z**-Koordinate des Spannglieds mit Querschnittskanten sind mit den Bemaßungslinien Y_{e+} und Y_{e-} dargestellt.



In der primären abgewinkelten Ansicht können keine Bezugspunkte an den Querschnittskanten eingegeben werden. Es können nur minimale oder maximale Querschnittskordinaten verwendet werden.

8.3.2.2 Tabelle der Spanngliedsegmente

Spanngliedsegmente

	Anfang X [m]	Ende X [m]	Mit nächstem zusammenführen	Teilen	Segmentgeometrie	Gültig
1	0,00	2,50	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓
2	2,50	5,00	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓

Alle Segmente des aktuellen Spannglieds sind in der Tabelle aufgeführt. Die Tabelle enthält die folgenden Spalten:

- **Anfang** – Anfangsposition des Spanngliedsegments, gemessen in der Achse der abgewickelten Ansicht vom Anfang des Bemessungsbauteils
- **Ende** – Endposition des Spanngliedsegments, gemessen in der Achse der abgewickelten Ansicht vom Anfang des Bemessungsbauteils
- **Mit nächstem zusammenführen** – Klicken Sie  zum Entfernen des Segments durch Zusammenfügen des aktuellen Segments mit dem nächsten. Das Zusammenfügen führt zu einer Änderung der Segmentgeometrie: Die Segmentlänge ist gleich der Summe der Segmentlängen vor dem Zusammenfügen
- Die Segmentlänge ist die Summe der Segmentlängen vor dem Zusammenführen. Z.B. beim Zusammenführen folgender Segmente:

Spanngliedsegmente

	Anfang X [m]	Ende X [m]	Mit nächstem zusammenführen	Teilen	Segmentgeometrie	Gültig
1	0,00	1,50	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓
2	1,50	3,00	–	+	Parabelförmig mit gerader inne	✓
3	3,00	6,00	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓

Es werden zwei gerade parabolische Segmente erzeugt:

Spanngliedsegmente

	Anfang X [m]	Ende X [m]	Mit nächstem zusammenführen	Teilen	Segmentgeometrie	Gültig
1	0,00	1,50	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓
2	1,50	6,00	–	+	Parabelförmig mit geraden, am Ende	✓

- **Teilen** – Klicken Sie  zum Aufteilen des aktuellen Spanngliedsegments in 2 Segmente mit gleicher Länge. Je nach Position des aktuellen Segments kann sich die Segmentgeometrie ändern.
- **Segmentgeometrie** – Segmenttyp. Alle verfügbaren Geometrietypen sind in **9.2.1 Segmenttyp zum Definieren der Spanngliedgeometrie** beschrieben.

Der Listeninhalt wird automatisch gefiltert, um nur die zulässigen Segmenttypen anzuzeigen. Besteht ein Spannglied z.B. aus nur einem Segment, kann die Geometrie nur durch die Segmenttypen 1 oder 2 definiert werden. Die Geometrie des aktuellen Segments, einschließlich der charakteristischen Punkte, ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

8.3.2.3 Tabelle der Spanngliedpunkte

Die Koordinaten der charakteristischen Punkte des aktuellen Spanngliedabschnitts sind in der Tabelle **Spanngliedpunkte** aufgeführt. Koordinaten können nicht bearbeitet werden, da sie aus der abgewickelten Sehnengeometrie berechnet werden.

Spanngliedpunkte

	X [m]	v [mm]
1	0,00	0
2	0,75	-457
3	2,50	-457

Spalten in der Tabelle:

- **Nummer des Punktes** – Nummer des charakteristischen Spanngliedpunktes in der abgewickelten Ansicht
- **X** – Position des Punktes, gemessen in der abgewickelten Ansicht vom Anfang des Bemessungsbauteils
- **v** – Position des Punktes **Y** oder **Z** in der abgewickelten **XY**- oder **XZ**-Ansicht in Bezug auf den Ursprung des Koordinatensystems des Querschnitts.

8.3.2.4 Tabelle der aktuellen, charakteristischen Parameter des Spannglieds

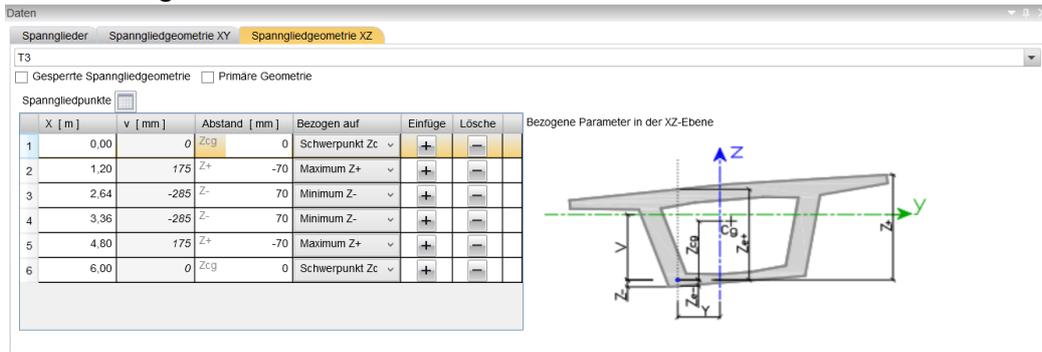
Neben der Tabelle **Spanngliedpunkte** wird die Tabelle zur Bearbeitung der aktuellen Kennlinienparameter angezeigt. Der aktuelle charakteristische Punkt kann durch Auswahl einer geeigneten Zeile in der Tabelle **Spanngliedpunkte** oder mit der Maus in der Darstellung der abgewickelten Ansicht eingestellt werden. Die Tabellen mit alle verfügbaren Typen von charakteristischen Punkten sind in Kapitel **0 Beschreibung der Punkte zur Definition der Spanngliedgeometrie** beschrieben.

8.3.3 Bearbeiten der Geometrie von polygonen Spanngliedern

Die Geometrie eines polygonalen Spannglieds wird ähnlich wie die Geometrie der Spanngliedsegmente bearbeitet.

Der ausgewählte Eckpunkt des Polygons wird in abgewickelten Ansichten rot dargestellt.

Die folgenden Elemente sind für beide abgewickelten Ansichten auf den einzelnen Tabs verfügbar:



The screenshot shows the 'Spanngliedpunkte' table with the following data:

X [m]	v [mm]	Abstand [mm]	Bezogen auf	Einfüge	Lösche
1	0,00	0	Zcg	Schwerpunkt Zc	
2	1,20	175	Z+	Maximum Z+	
3	2,64	-285	Z-	Minimum Z-	
4	3,36	-285	Z-	Minimum Z-	
5	4,80	175	Z+	Maximum Z+	
6	6,00	0	Zcg	Schwerpunkt Zc	

To the right of the table is a 3D diagram of a tendon cross-section with a coordinate system (X, Y, Z). The Z-axis is vertical, the X-axis is horizontal, and the Y-axis is depth. The diagram shows the tendon's profile with various points labeled Zcg, Z+, and Z-.

- **Liste der bestehenden Spannglieder** – Auswählen des aktuellen Spannglieds aus der Liste
- **Gesperrte Spanngliedgeometrie** – Sperren der Bearbeitungsmöglichkeit der Spanngliedgeometrie
- **Primäre Geometrie** – Annahme der Spanngliedgeometrie als primäre Spanngliedgeometrie in der entsprechenden Ebene
-  – Haben alle Eckpunkte des Spanngliedpolygons in der Eigenschaft "Bezogen auf" den gleichen Wert, insbesondere abgewickelte Ansichten, klicken Sie auf diesen Button, um die Geometrie des Spanngliedpolygons im Tabelleneditor zu bearbeiten
- **Spanngliedpunkte** – Bearbeitung der Punkte des aktuellen Spanngliedpolygons

8.3.3.1 Tabelle der Spanngliedpunkte

Spanngliedpunkte

	X [m]	v [mm]	Abstand [mm]	Bezogen auf	Einfügen	Löscher
1	0,00	0	Zcg 0	Schwerpunkt : v	+	-
2	1,20	175	Z+ -70	Maximum Z+	+	-
3	2,64	-285	Z- 70	Minimum Z-	+	-
4	3,36	-285	Z- 70	Minimum Z-	+	-
5	4,80	175	Z+ -70	Maximum Z+	+	-
6	6,00	0	Zcg 0	Schwerpunkt : v	+	-

Die Eckpunkte des Spanngliedpolygons sind in der Tabelle aufgeführt. Die Tabelle enthält folgende Spalten:

- **X** – Abstand vom Anfang des Bemessungsbauteils
- **v** – Berechneter Abstand zwischen dem Eckpunkt des Polygons und der Bezugskurve
- **Abstand** – Abstand zwischen dem Eckpunkt und dem in der Spalte „**Bezogen auf**“ festgelegten Punkt
- **Bezogen auf** – Querschnittspunkt, auf den sich der eingegebene Abstand bezieht
- **Einfügen** – Klicken Sie zum Einfügen eines neuen Eckpunktes an den aktuellen Eckpunkt
- **Löschen** – Klicken Sie zum Löschen des aktuellen Eckpunkts

8.3.3.2 Bearbeiten von Polygonpunkten mittels Tabellen-Editor

Beziehen sich alle Polygoneckpunkte in der jeweiligen abgewickelten Ansicht auf denselben Punkt, klicken Sie auf , um den Tabelleneditor anzuzeigen und die Eckpunkte beider abgewickelter Ansichten gleichzeitig zu bearbeiten.

Spanngliedgeometrie für abgewickelte Ansicht

Projektion XY			Projektion XZ		
Bezogen auf	Schwerpunkt Ycg v		Bezogen auf	Bezugsachse v v	
	X [mm]	Y [mm]		X [mm]	Z [mm]
1	0	0	1	0	70
2	6000	0	2	6000	70
*			*		

OK Abbrechen

Einstellungsmöglichkeiten für beide abgewickelten Ansichten:

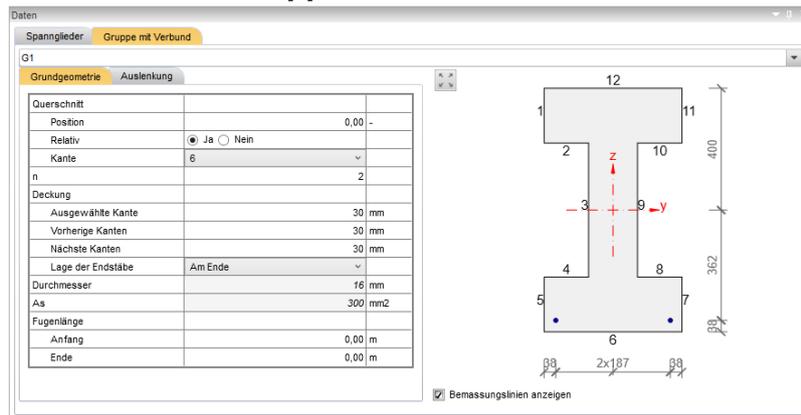
- **Bezogen auf** – Querschnittspunkt, auf den sich der eingegebene Abstand bezieht
- Zur Eingabe der Koordinaten der Eckpunkte in den Ebenen XY oder XZ wird der Tabellen-Editor verwendet – siehe **4.2 Tabellen-Editor**.

8.3.4 Geometriebearbeitung bei Spanngliedgruppen mit Verbund

Spannglieder mit Verbund werden zu Gruppen zusammengefasst. Die Eigenschaften der Gruppe von Spanngliedern mit Verbund können in der Tabelle **Gruppe mit Verbund** bearbeitet werden, die für beide abgewinkelten Ansichten des Spannglieds mit Verbund gleich ist. Für die Gruppe von Spanngliedern mit Verbund können Versätze aus der geraden Richtung definiert werden.

8.3.4.1 Vorgespannte Spanngliedern auf einer Querschnittskante

Folgende Eigenschaften der auf dem Querschnitt definierten Vorspanngruppe können im Tab **Gruppe mit Verbund** bearbeitet werden:



- **Liste der bestehenden Gruppen mit Verbund** – Auswählen des aktuellen Spannglieds aus der Liste

Tab **Grundgeometrie**:

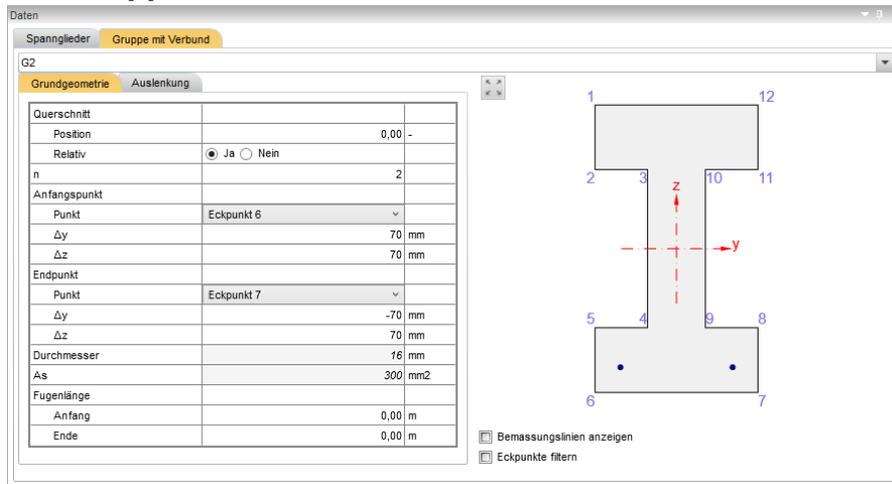
- **Position** – Position des Querschnitts, für den die Definition der Spanngliedgruppe vorgenommen wird. Die Position bezieht sich auf den Anfang des Bemessungsbauteils
- **Relativ** – Bei **Ja** wird der Positionswert als relativ angesehen. Bei **Nein** ist der Positionswert absolut zum Anfang des Bemessungsbauteils
- **Kante** – Kante des Querschnitts, auf die sich die Spanngliedgruppe bezieht
- **n** – Anzahl der Spannglieder in der Gruppe
- **Deckung** – define the cover related to the edges of cross-section.
 - **Ausgewählte Kante** – Deckung zur aktuellen Kante des Querschnitts
 - **Vorherige Kanten** – Deckung zu den vor der aktuellen Kante liegenden Kanten
 - **Nächste Kanten** – Deckung zu den nach der aktuellen Kante liegenden Kanten
- **Durchmesser** – Spannglieddurchmesser
- **As** – Spanngliedfläche
- **Fugenlänge**
 - **Anfang** – Bedeckte Länge am Spanngliedanfang
 - **Ende** – Bedeckte Länge am Spanngliedende

Tab **Auslenkung** – Siehe **9.3.4.3 Auslenkung von Spanngliedern mit Verbund**

Bemaßung anzeigen – Darstellung der Bemaßungslinien des Querschnitts und der Spannglieder

8.3.4.2 Vorgespannte Spannglieder auf einer Linie

Folgende Eigenschaften der auf einer Linie definierten Vorspanngruppe können im Tab **Gruppe mit Verbund** bearbeitet werden:



- **Liste der bestehen Gruppen mit Verbund** – Auswahl der Gruppe mit Verbund aus der Liste

Tab **Grundgeometrie**:

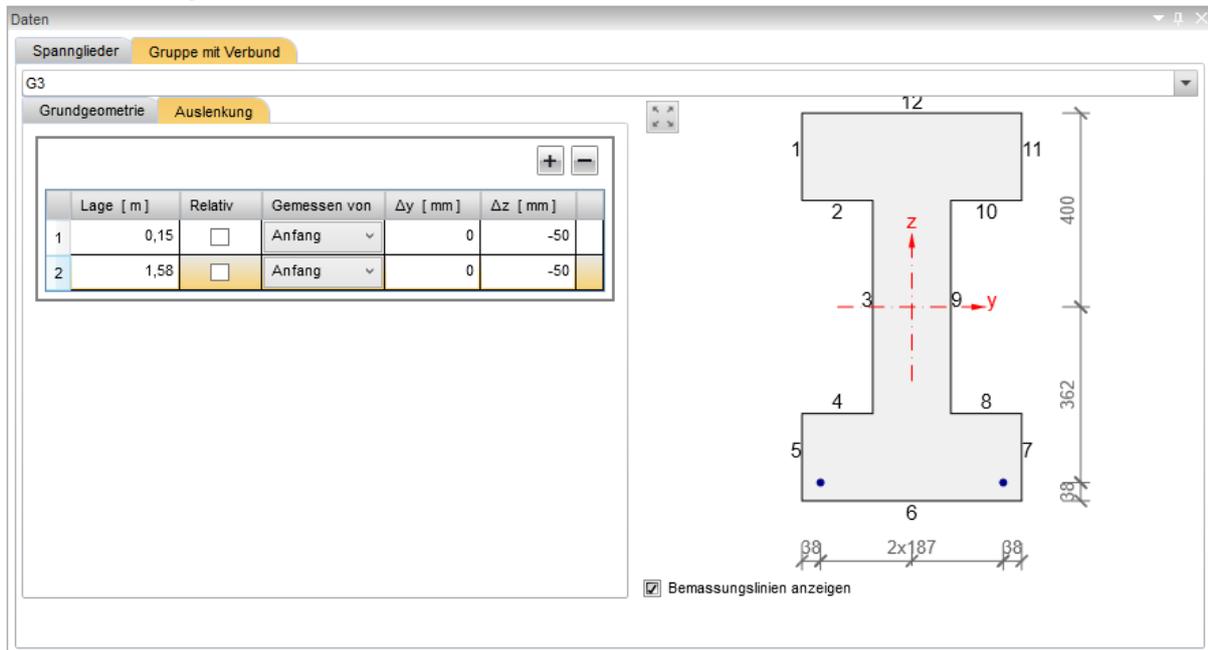
- **Position** – Position des Querschnitts, für den die Definition der Spanngliedgruppe vorgenommen wird. Die Position bezieht sich auf den Anfang des Bemessungsbauteils
- **Relativ** – Bei **Ja** wird der Positionswert als relativ angesehen. Bei **Nein** ist der Positionswert absolut zum Anfang des Bemessungsbauteils
- **n** – Anzahl der Spannglieder in der Gruppe
- **Anfangspunkt** – Definition des Anfangspunktes der Spanngliedlinie
 - **Punkt** – Bezugspunkt zur Positionseingabe des ersten Spannglieds in der Linie
 - **Δy** – Abstand zwischen dem ersten Spannglied in der Linie und dem Bezugspunkt in Richtung der Y-Achse des Querschnitts
 - **Δz** – Abstand zwischen dem ersten Spannglied in der Linie und dem Bezugspunkt in Richtung der Z-Achse des Querschnitts
- **Endpunkt** – definition of the end point of the tendons line.
 - **Punkt** – Bezugspunkt zur Positionseingabe des letzten Spannglieds in der Linie
 - **Δy** – Abstand zwischen dem letzten Spannglied in der Linie und dem Bezugspunkt in Richtung der Y-Achse des Querschnitts
 - **Δz** – Abstand zwischen dem letzten Spannglied in der Linie und dem Bezugspunkt in Richtung der Z-Achse des Querschnitts
- **Durchmesser** – Spannglieddurchmesser
- **As** – Spanngliedfläche
- **Fugenlänge**
 - **Anfang** – Bedeckte Länge am Spanngliedanfang
 - **Ende** – Bedeckte Länge am Spanngliedende

Tab **Auslenkung** – Siehe **9.3.4.3 Auslenkung von Spanngliedern mit Verbund**

Bemaßung anzeigen – Darstellung der Bemaßungslinien des Querschnitts und der Spannglieder

8.3.4.3 Auslenkung von Spanngliedern mit Verbund

Die Abweichung des Spannglieds mit Verbund mit gerade Ausrichtung ist im Tab **Auslenkung** definiert. Die Abweichung wird durch eine Liste von Punkten und Verschiebungen in einzelnen Punkten definiert.



- – Hinzufügen einer neuen Zeile zur Tabelle zur Punktdefinition
- – Entfernen der aktuellen Zeile zur Punktdefinition aus der Tabelle
- **Position** – Abstand des Punktes vom ausgewählten Ursprung
- **Relativ** – Eingabe eines Relativwertes für die Länge des aktuellen Bemessungsbauteils. Bei Nichtauswahl wird der Absolutwert des Abstands vom Ursprung des aktuellen Bemessungsbauteils oder des ausgewählten Bauteils eingegeben
- **Gemessen von** – Ursprung, auf den sich der definierte Punkt bezieht:
 - **Anfang** – Definition eines Punktes im angegebenen Abstand vom Anfang des Bemessungsbauteils
 - **Ende** – Definition eines Punktes im angegebenen Abstand vom Ende des Bemessungsbauteils
 - **Beide symmetrisch** – Definition von 2 Punkten mit angegebenem (gleichem) Abstand vom Anfang und Ende des Bemessungsbauteils
- **Δy** – Abstandswert in Y-Richtung des Querschnitts
- **Δz** – Abstandswert in Z-Richtung des Querschnitts

8.4 Überprüfen der Gültigkeit von Spanngliedabschnitten

Die Geometrie jedes Spanngliedsegments wird automatisch überprüft. Die Gültigkeit der Segmentgeometrie kann in der Tabelle der Spanngliedsegmente überprüft werden.

Mögliche Ursachen für ungültigen Geometrien:

- Ein Einfügen der Parabel mit dem Mindestradius ist nicht möglich
- Die eingegebenen Längen der geraden Segmente sind länger als die Segmentlänge
- Das gesamte Segment oder ein Teil davon befindet sich außerhalb des Bemessungsbauteils

Spanngliedsegmente						
	Anfang X [m]	Ende X [m]	Mit nächstem zusammenführen	Teilen	Segmentgeometrie	Gültig
1	0,00	1,20	—	+	Am Ende, gerade, links	✓
2	1,20	4,80	—	+	Parabelförmig mit gerader in	✓
3	4,80	6,00	—	+	Am Ende, gerade, rechts	✓

Ähnlich wie bei der Überprüfung von Spanngliedsegmenten wird die Geometrie des gesamten Spannglieds überprüft. Die Gültigkeit der Spanngliedgeometrie kann in der Spanngliedertabelle überprüft werden

Die Geometrie des Spannglieds ist gültig, wenn folgende Annahmen erfüllt sind:

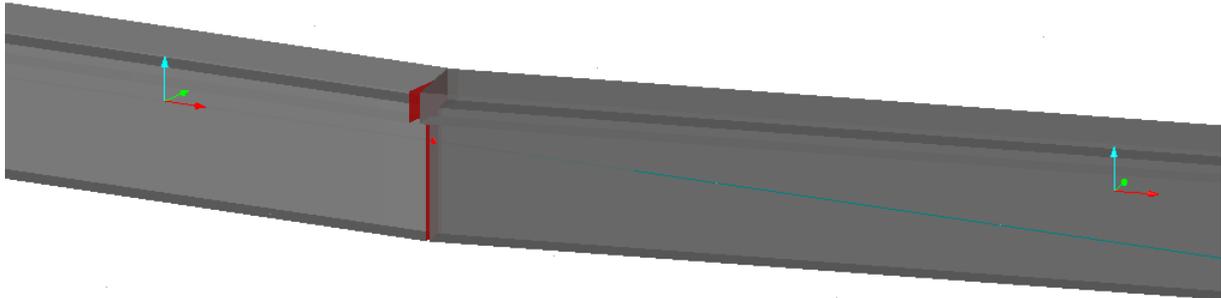
- Gültige Geometrie aller Segmente
- Glatter Segmentverlauf; das bedeutet, dass die Winkeltangente in Segmentübergängen Null sein muss
- Gültige Geometrie des Bemessungsbauteils; das bedeutet, dass alle Bauteile des Bemessungsbauteils korrekt verlaufen müssen

Ist die Spanngliedgeometrie ungültig, kann das Spannglied nicht analysiert werden. Weder Spanngliedverluste noch äquivalente Lasten können berechnet werden. Daher kann ein Spannglied mit ungültiger Geometrie nicht in eine übergeordnete Anwendung exportiert werden.

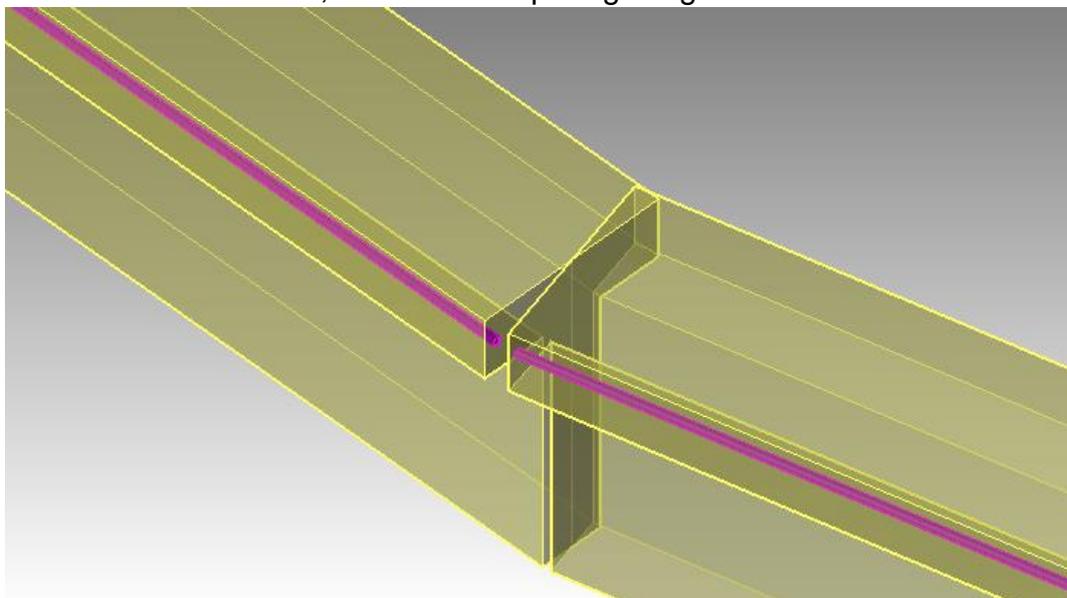
Daten											
Spannglieder											
Spannglieder ohne Verbund											
Spanngliedname	Lastfall	Material	Litzen	Kanaldurchmesser [mm]	Material des Spannglieds	Spannung von	Spannprozess	Detail	Geometrie	Gesperrt	Spannungsnachweis
1 T1	POST (2)	Y1860S7-15.7	1	14	Metall	Anfang	Keine Korrektur		✗	<input type="checkbox"/>	?

8.5 Nicht kontinuierliche Spannglieder bei Bauteilen mit Polygonform

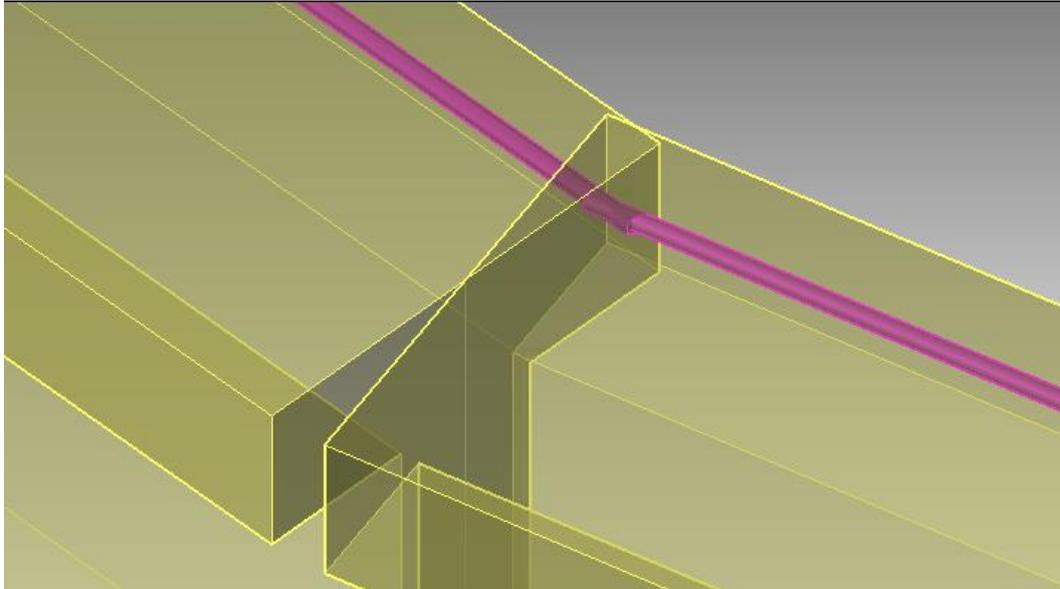
Im Punkt des Risses Bemessungsbauteils tritt ein scheinbarer Spanngliedriss auf, da die entsprechenden lokalen Koordinatensysteme der Bauteile (oder eines Teils der Bauteile) im Punkt des Bruchs nicht identisch sind. Auf dem Bild ist der Bruch des Bemessungsbauteils, mit nicht identischen lokalen Koordinatensystemen der folgenden Bauteile, sichtbar.



In diesem Fall beginnen oder enden bestimmte Spanngliedsegmente in einem Punkt, der in der Ebene senkrecht zur Bezugskurve im Bruchpunkt liegt. Liegt dieser Punkt außerhalb des Bruchs, scheint das Spannglied gebrochen zu sein.



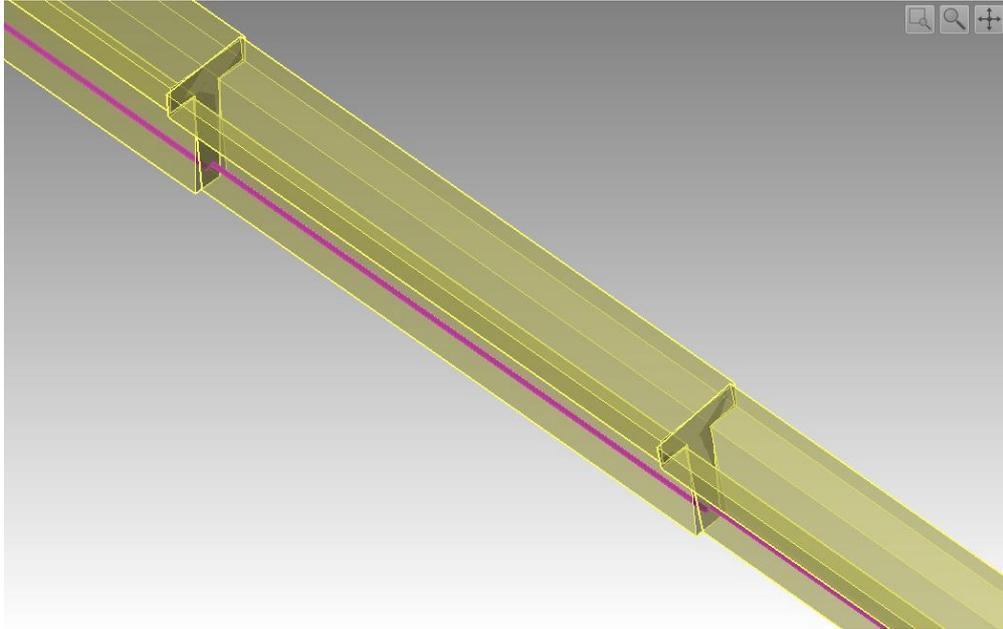
Liegt der Punkt auf der Innenseite des Bruchs, scheinen sich Spanngliedsegmente zu kreuzen.



Bei der Spanngliedanalyse wird eine Winkeländerung zwischen den Tangenten der Spanngliedenden am Bruchpunkt angenommen.

8.6 Nicht kontinuierliche Spannglieder bei gedrehten Bauteilen

Ein identischer Fall tritt auf, wenn zwei benachbarte Teile des Bauteils nicht das identische lokale Koordinatensystem haben, sich die LKS jedoch nur in der Rotation um die X-Achse unterscheiden. Dies bedeutet, dass der Winkel zwischen den Y-Achsen nicht gleich Null ist. Das Spannglied ist auch an diesem Punkt gerissen, aber beide Endpunkte liegen in einer Ebene, die senkrecht zur X-Achse des lokalen Koordinatensystems des Teils des Bauteils ist. Diese Rotation wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Es wird angenommen, dass die Rotation zwischen den Bauteilen sehr gering ist. Ist dies nicht der Fall, sollte das Analysemodell angepasst werden.



8.7 Eingabe eines neuen Spannglieds

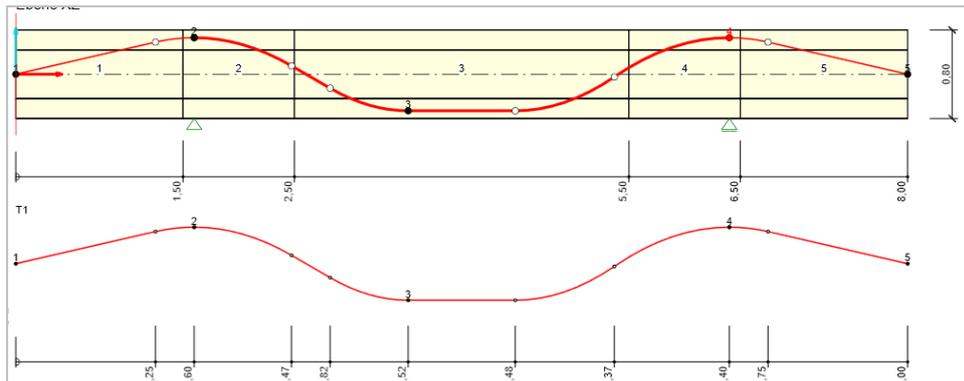


Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Neues Spannglied**:

- **Bereich > Auflager berücksichtigen** – Erzeugen eines neuen Spannglieds definiert durch Segmente unter Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils
- **Bereich > Auflager nicht berücksichtigen** – Erzeugen eines neuen Spannglieds definiert durch Segmente ohne Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils
- **Bereich > Gerade** – Erzeugen eines neuen geraden Spannglieds definiert durch Segmente
- **Polygon > Auflager berücksichtigen** – Erzeugen eines neuen Spannglieds definiert durch Koordinaten der Eckpunkte der Polygone unter Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils
- **Polygon > Auflager nicht berücksichtigen** – Erzeugen eines neuen Spannglieds definiert durch Koordinaten der Eckpunkte der Polygone ohne Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils
- **Polygon > Gerade** – Erzeugen eines neuen geraden Spannglieds definiert durch Koordinaten der Eckpunkte des Polygons

8.7.1 An Kante vorgespannt – Spanngliedgruppe mit Verbund, bezogen auf Querschnittskante, definiert durch Abschnitte unter Berücksichtigung der Auflager

Zum Erstellen eines Spannglieds, das durch Segmente mit Bezug auf die Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils definiert ist, klicken Sie **Bereich > Auflager berücksichtigen** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das Berücksichtigen von Auflagern bedeutet, dass das Spannglied am unteren Ende des Querschnitts im Bereich zwischen den Auflagern und am oberen Ende des Querschnitts über den Auflagern verläuft. Das Spannglied besteht aus mindestens einem Segment in jeder Ebene.



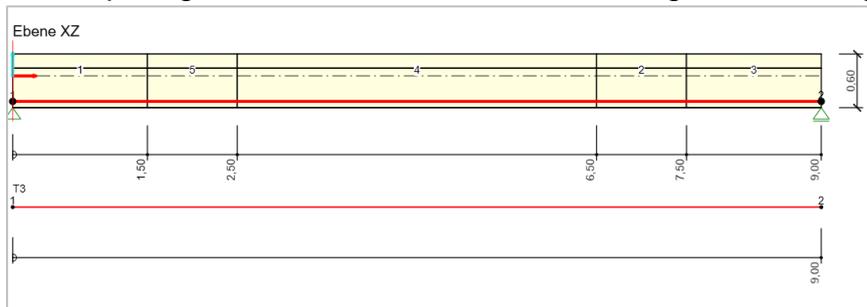
8.7.2 Definition durch Abschnitte bei Berücksichtigung der Auflager

Zum Erzeugen eines neuen, durch Segmente definierten, Spannglieds, das die Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils nicht berücksichtigt, klicken Sie auf **Bereich > Auflager nicht berücksichtigen** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das neue Spannglied besteht aus genau einem Segment in jeder Ebene. Das Spannglied ist in der XY-Ebene (Grundriss) über die gesamte Länge des Bemessungsbauteils gerade und in der vertikalen XZ-Ebene parabolisch.



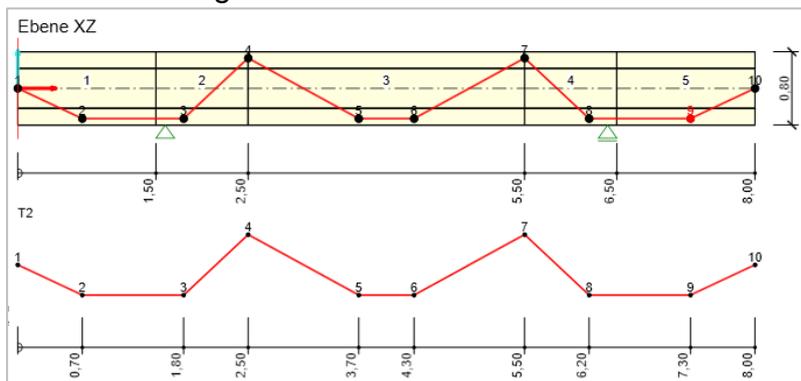
8.7.3 Gerade Spannglieder, definiert durch Abschnitte

Zum Erzeugen eines neuen, durch Segmente definierten, geraden Spannglieds klicken Sie auf **Segment > Gerade** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das neue Spannglied besteht in beiden Teilen aus genau einem geraden Segment.



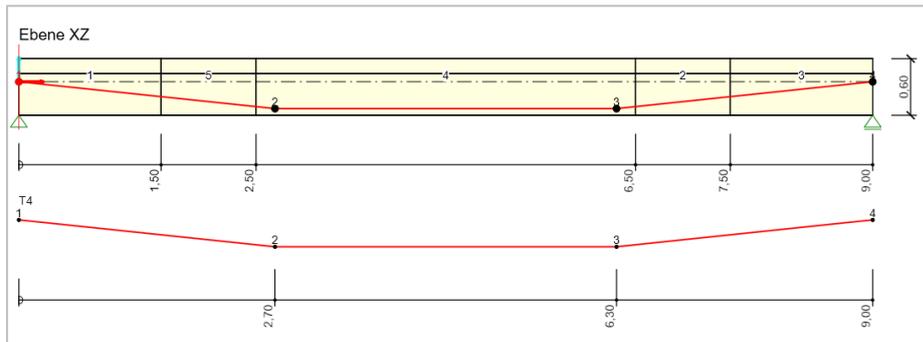
8.7.4 Polygonale Spannglieder, die Auflager berücksichtigen

Zum Erzeugen eines neuen polygonalen Spannglieds unter Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils klicken Sie auf **Polygon > Auflager berücksichtigen** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das Berücksichtigen von Auflagern bedeutet, dass das Spannglied am unteren Ende des Querschnitts im Feld zwischen den Auflagern und am oberen Ende des Querschnitts über den Auflagern verläuft.



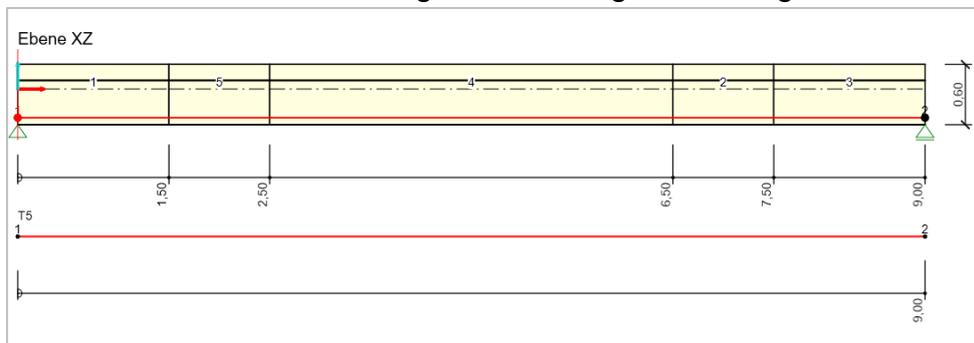
8.7.5 Polygonale Spannglieder, die Auflager nicht berücksichtigen

Zum Erzeugen eines neuen polygonalen Spannglieds ohne Berücksichtigung der Positionen der Auflager des Bemessungsbauteils klicken Sie auf **Polygon > Auflager nicht berücksichtigen** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das Spannglied ist über die gesamte Länge des Bemessungsbauteils gerade und wird durch zwei Punkte in der XY-Ebene (Grundriss) definiert. Sie wird durch vier Punkte in der XZ-Ebene definiert und verläuft von der Schwerpunktsachse bis zur unteren Querschnittskante.



8.7.6 Gerade, polygonale Spannglieder

Zum Erzeugen eines neuen geraden polygonalen Spannglieds klicken Sie auf **Polygon > Gerade** in der Untergruppe **Neues Spannglied**. Das neue Spannglied besteht in beiden Teilen aus genau einem geraden Segment



8.8 Spanngliedtools

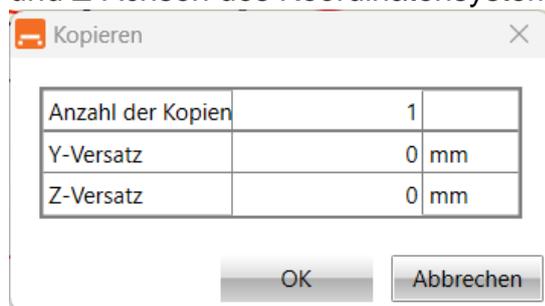


Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Spanngliedtools**:

- **Verlängern/ verkürzen** – Längen Anpassung des aktuellen Spannglieds gemäß der Länge des aktuellen Bemessungsbauteils
- **Kopieren** – Kopieren des aktuellen Spannglieds
- **Verschieben** – Verschieben des aktuellen Spannglieds
- **Löschen** – Löschen des aktuellen Spannglieds
- **Alles löschen** – Löschen aller Spannglieder im aktuellen Bemessungsbauteil

8.8.1 Spannglieder im Bemessungsbauteil kopieren

Klicken Sie **Kopieren** in der Untergruppe **Spanngliedtools** zum Kopieren des aktuellen Spannglieds. Durch Kopieren erzeugte Spannglieder können sich in den Y- und Z-Achsen des Koordinatensystems des Bemessungsbauteils bewegen.



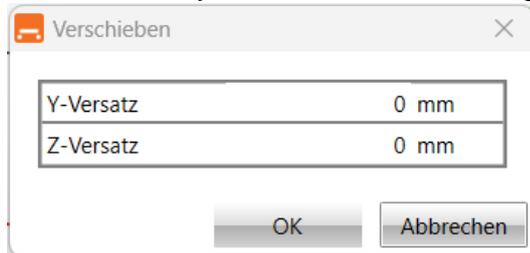
Einstellungsmöglichkeiten im Dialog **Kopieren**:

- **Anzahl der Kopien** – Erforderliche Anzahl an Kopien des aktuellen Spannglieds
- **Y-Versatz** – Abstandswert zwischen den Kopien in der Y-Achse
- **Z-Versatz** – Abstandswert zwischen den Kopien in der Z-Achse

Durch Kopieren erzeugte Spannglieder haben identische Eigenschaften wie die ursprüngliche Spannglieder, einschließlich charakteristischer Punkte in abgewinkelten Ansichten. Die Spannglied geometrie in abgewinkelten Ansichten darf jedoch nicht vollständig identisch sein, da sich die charakteristischen Punkte des Spanngliedsegments auf Punkte an Querschnittskanten beziehen können

8.8.2 Spannglied im Querschnitt verschieben

Zum Bewegen des Spannglieds klicken Sie **Bewegen** der Untergruppe **Spanngliedtools**. Das Spannglied kann sich in der Y- und Z-Achse des Koordinatensystems des Bemessungsbauteils bewegen.



Einstellungsmöglichkeiten im Dialog **Verschieben**:

- **Y-Versatz** – Abstandswert in der Y-Achse
- **Z-Versatz** – Abstandswert in der Z-Achse

Beziehen sich charakteristische Punkte auf Punkte an Querschnittskanten, darf die Spanngliedgeometrie des bewegten Spannglieds nicht vollständig mit dem ursprünglichen Spannglied übereinstimmen.

8.9 Importieren und Exportieren von Spanngliedern



Die Geometrie erstellter Spannglieder kann in einer Datei gespeichert werden. Neue Spannglieder können durch Importieren aus einer Datei erstellt werden. Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Importieren, Exportieren**.

- **Importieren > Neues(s) Spannglied(er) aus TXT Datei** – Erzeugen neuer Spannglieder durch Importieren der Geometrie aus einer Textdatei. Ist das importierte Spannglied länger als das Ziel Bemessungsbauteil, wird das importierte Spannglied automatisch gekürzt
- **Importieren > Neues Spannglied aus Tabelle** – Erzeugen neuer Spannglieder mittels Tabellen-Editor zum Definieren der Eckpunkte des Spanngliedpolygons
- **Importieren > Neue Spanngliedvorlage** – Erzeugen neuer Spannglieder durch Auswahl der erforderlichen Form aus der Datenbank für benutzerdefinierte Vorlagen – Siehe **8.10 Benutzerdefinierte Vorlagen von Spanngliedern**
- **Importieren > Neues Spannglied aus DXF Datei** – Erzeugen neuer polygonaler Spannglieder durch Importieren der Spanngliedgeometrie aus einer DXF Datei
- **Importieren > Änderung der Geometrie aus DXF Datei > XY-Geometrie** – Importieren der Spanngliedgeometrie des aktuellen Spannglieds aus einer DXF Datei in die abgewinkelte XY-Ansicht
- **Importieren > Änderung der Geometrie aus DXF Datei > XZ-Geometrie** – Importieren der Spanngliedgeometrie des aktuellen Spannglieds aus einer DXF Datei in die abgewinkelte XZ-Ansicht
- **Exportieren > Aktuelles Spannglied** – Speichern der Geometriedefinition des aktuellen Spannglieds in einer Textdatei
- **Exportieren > Alle Spannglieder** – Speichern der Spannglieddefinition aller Spannglieder des Bemessungsbauteils in einer Textdatei
- **Exportieren > Als Vorlage speichern** – Speichern der Geometriedefinition des aktuellen Spannglieds in die Datenbank der Benutzervorlagen. Der Dialog **Vorlage erstellen** erscheint und im linken Dialogbereich muss der Zielordner ausgewählt werden. Das aktuelle Spannglied wieder als Vorlage im ausgewählten Ordner gespeichert (Siehe **8.10 Benutzerdefinierte Vorlagen von Spanngliedern**).

8.9.1 Eingabe von Spanngliedern mittels Tabellen-Editor

Zum Erstellen eines neuen polygonalen Spannglieds klicken Sie **Importieren > Neues Spannglied aus Tabelle** in der Untergruppe **Importieren, Exportieren**.

Eckpunktkoordinaten von polygonalen Spanngliedern werden in Tabellen für abgewickelte XY-/ XZ-Ansichten definiert. Ebenso kann ein Versatz des Ursprungspunktes der Spannglieds definiert werden.

- **Bezogen auf** – Bezugspunkt, auf den sich die Koordinaten der Eckpunkte beziehen
- **v (Y-, Y+, Ycg, oder Z-, Z+, Zcg)** – Abstand zwischen Anfangspunkt des Spannglieds und dem „Bezogen auf“ Punkt
- **X-Abstand** – Abstand zwischen Anfangspunkt des Spannglieds und dem Anfangspunkt des Bemessungsbauteils

Einzelne Koordinaten von Eckpunkten werden für beide XY- und XZ-Ebenen in den Tabellen mithilfe des integrierten Tabelleneditors definiert

– Siehe **4.2 Tabellen-Editor**.

8.9.2 Eingabe von Spanngliedern mittels DXF Datei

Der Import aus einer DXF Datei kann verwendet werden zum:

- Erstellen eines neuen Spannglieds. Es wird nur eine Definitionsgeometrie (in ausgewählter Ebene) während des Imports aus der DXF Datei erzeugt. Die zweite Definitionsgeometrie kann durch Importieren der DXF Datei an das vorhandene Spannglied angepasst werden
- Anpassen der ausgewählten Definitionsgeometrie des ausgewählten Spannglieds

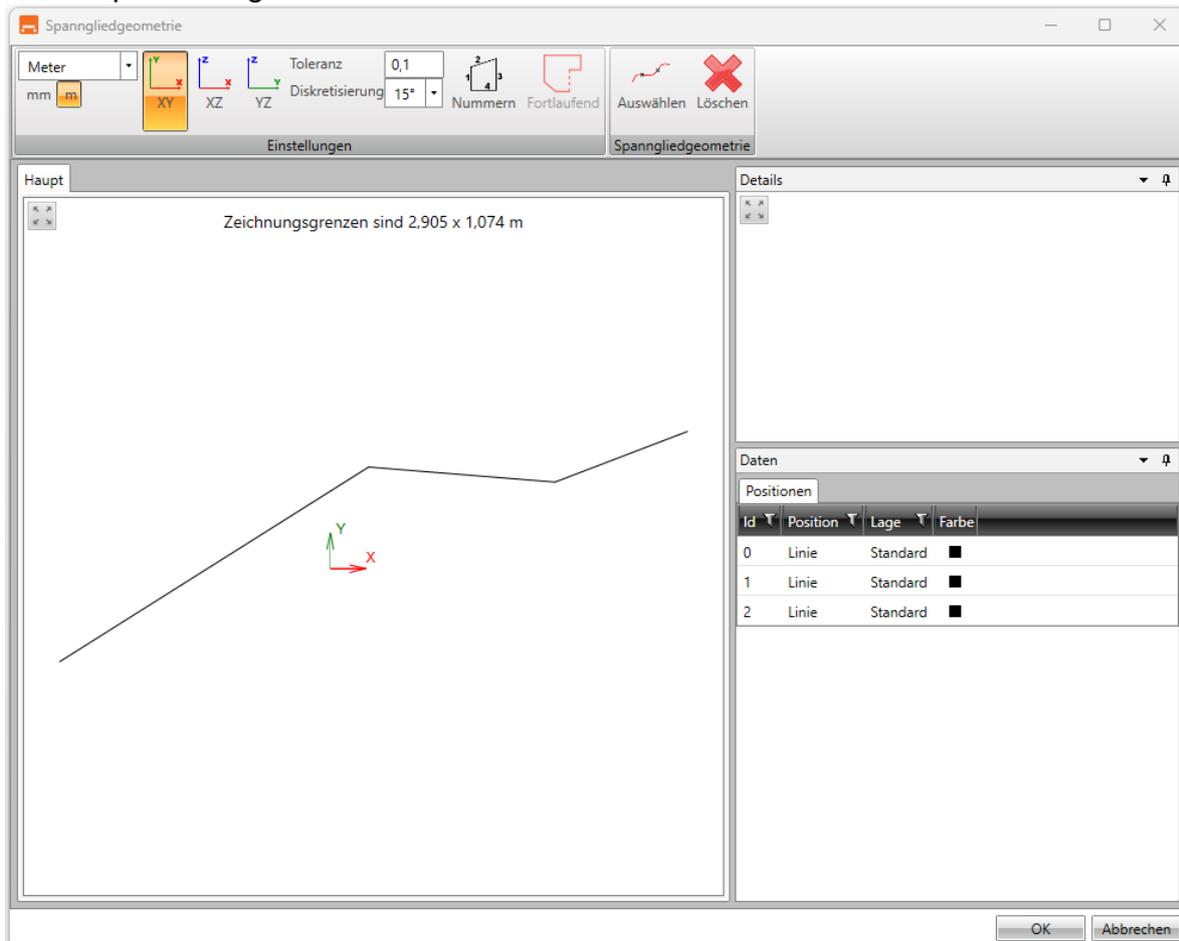
8.9.3 Eingabe von Spanngliedern mittels DXF Datei

Zum Erstellen eines neuen Spannglieds mittels DXF Import klicken Sie **Importieren > Neues Spannglied aus DXF-Datei**.

Schritte beim Import eines Spannglieds:

- Auswahl der Linien, durch die das Spannglied in der DXF Datei definiert ist
- Einfügen eines Polygons in die gewünschte abgewinkelte Ansicht.

Folgende Elementtypen werden aus der DXF-Datei eingelesen: LINIE, POLYLINIE, SPLINE, BOGEN, KREIS, TEXT. Blöcke werden nicht importiert. Blöcke müssen vor dem Import zerlegt werden.



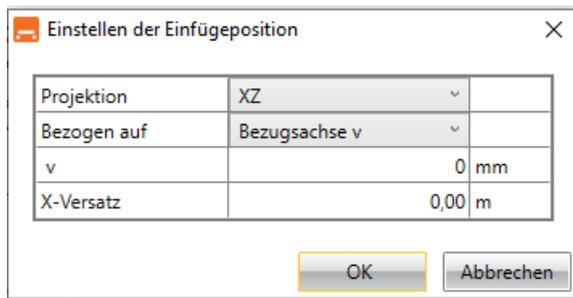
Der Inhalt der importierten DXF-Datei wird im Dialog **Spannglied geometrie** angezeigt.

Linien, die Spanngliedpolygone erzeugen, müssen im Hauptfenster ausgewählt werden. Halten Sie zur Mehrfachauswahl die STRG-Taste gedrückt und wählen Sie einzelne Zeilen aus.

Nach Beenden der Auswahl klicken Sie **Auswählen** in der Untergruppe **Spannglied geometrie**. Die aus den ausgewählten Linien erstellte Form wird im Detailfenster angezeigt.

Nach dem Klicken auf **OK** wird im Dialogfeld **Einstellung des Einfügepunktes** die Einfügedetails festgelegt.

Die Koordinaten der Eckpunkte des Spanngliedpolygons werden während des Imports aus DXF so übertragen, dass der äußerste linke Eckpunkt des Spanngliedpolygons die Koordinate [0; 0] hat.



Einstellungsmöglichkeiten im Dialog **Einstellen des Einfügepunktes**:

- **Projektion** – Zielebene der abgewickelten Ansicht, in der das polygonale Spannglied eingefügt wird
- **Bezogen auf** – Bezugspunkt, auf den der Abstand der Spanngliedanfanges definiert ist
- **v (Y-, Y+, Ycg, resp. Z-, Z+, Zcg)** – Abstand zwischen dem Anfangspunkt der Spannglieds und dem 'Bezogen auf' Punkt
- **X-Versatz** – Abstand zwischen dem Anfangspunkt des Spannglieds und dem Anfang des Bemessungsbauteils

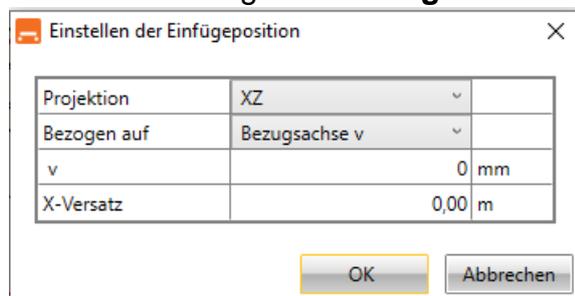
8.9.4 Bearbeiten einer Spanngliedgeometrie mittels DXF Import

Zur Bearbeitung der Geometrie eines vorhandenen polygonalen Spannglieds durch Importieren der Spanngliedgeometrie aus der DXF-Datei können die folgenden Befehle verwendet werden:

- **Importieren > Änderung der Geometrie aus DXF-Datei > XY-Geometrie** zum Bearbeiten der Spanngliedgeometrie in der abgewickelten XY-Ansicht
- **Importieren > Änderung der Geometrie aus DXF-Datei > XZ-Geometrie** zum Bearbeiten der Spanngliedgeometrie in der abgewickelten XZ-Ansicht

Das durch Segmente definierte Spannglied kann nicht durch Importieren der Spanngliedgeometrie aus der DXF-Datei geändert werden.

Die Schritte zum Bearbeiten der Spanngliedgeometrie mittels DXF Import sind ähnlich den Schritten zum Importieren eines neuen Spannglieds. Die Ebene der abgewickelten Ansicht und der Versatz vom Anfang des Bemessungsbauteils können im Dialog **Einstellung des Einfügepunktes** jedoch nicht geändert werden.



Nach dem Klicken auf OK im Dialog **Einstellung des Einfügepunktes** wird die Spanngliedgeometrie in der entsprechenden abgewickelten Ansicht durch die aus der DXF-Datei importierte Spanngliedgeometrie überschrieben.

8.10 Benutzerdefinierte Vorlagen von Spanngliedern

Die vorhandene Spanngliedgeometrie kann in der Datenbank mit benutzerdefinierten Vorlagen gespeichert werden. Die gespeicherte Spanngliedgeometrie-Vorlage kann verwendet werden, um in anderen Bemessungsbauteilen im aktuellen Projekt oder in Bemessungsbauteilen in anderen Projekten Vorspannung aufzubringen.

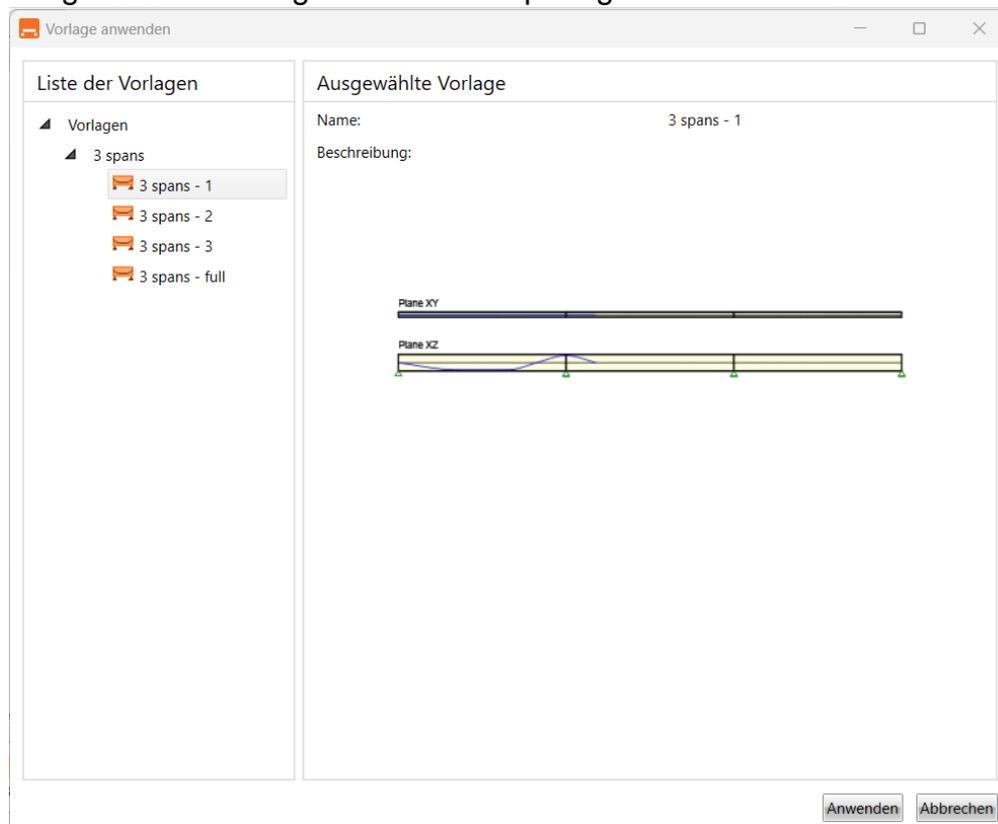
Zum Arbeiten mit Spanngliedgeometrie-Vorlagen sind die Befehle **Importieren > Neue Spanngliedvorlage** und **Exportieren > Als Vorlage speichern** in der Untergruppe **Importieren, Exportieren** und **Spanngliedvorlagen** in der Untergruppe **Einstellungen** verfügbar.

8.10.1 Neues Spannglied mittels benutzerdefinierter Geometrievorlage

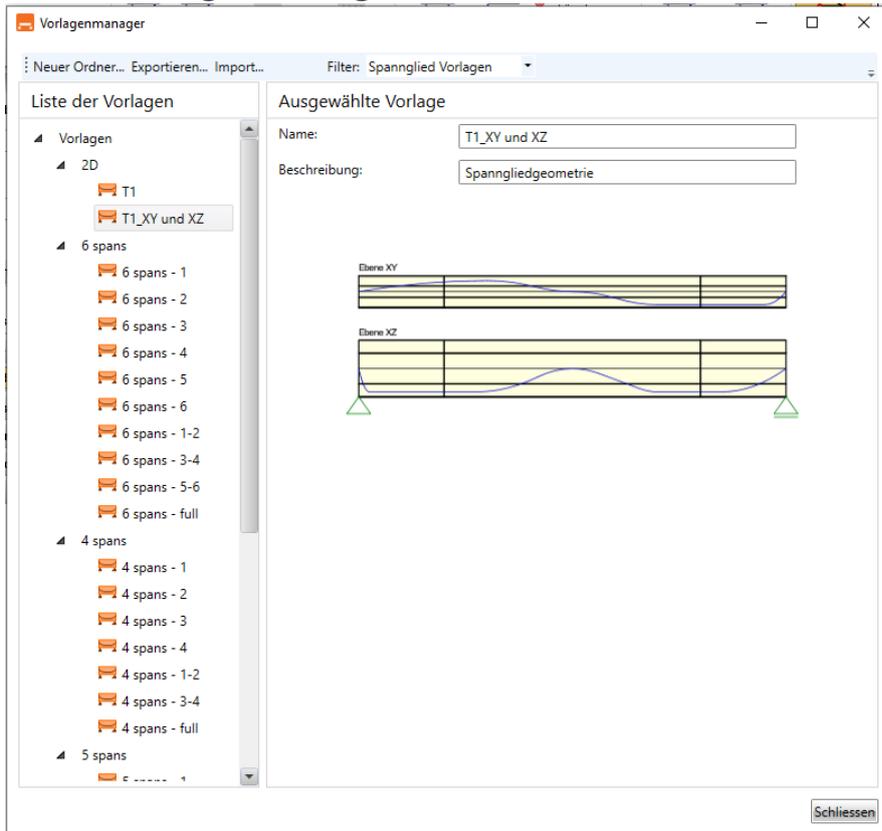
Der Dialog **Vorlage auswählen** wird angezeigt, nachdem mit dem Erstellen eines neuen Spannglieds durch eine benutzerdefinierte Spanngliedgeometrie-Vorlage begonnen wurde.

Im linken Dialogbereich sind nur Vorlagen verfügbar, deren Anzahl an Feldern im Bemessungsbauteil mit der Anzahl der Felder im aktuellen Bemessungsbauteil übereinstimmt.

Wählen Sie die gewünschte Vorlage aus und klicken Sie auf **Auswählen**, um mit der ausgewählten Vorlage eine neues Spannglied zu erstellen.



8.10.2 Vorlagenmanager



Der Vorlagenmanager wird zum Verwalten von Vorlagen in der Datenbank verwendet und beinhaltet Vorlagen für:

- Bewehrungsvorlagen
- Vorlagen für Spanngliedformen
- Vorlagen für Herstellungsoperationen bei Verbindungen

Die anzuzeigenden Vorlagentypen können unter **Filter** ausgewählt werden. Die Vorlagen werden unter Verwendung der Struktur von Ordnern und Elementen in Ordnern gespeichert (ähnlich der Struktur von Ordnern und Dateien auf einem Computer).

Die Datenbankstruktur (in Bezug auf die Filtereinstellungen) wird im linken Dialogbereich angezeigt. Details der ausgewählten Vorlage oder des ausgewählten Ordners werden im rechten Dialogbereich angezeigt.

Einstellungsmöglichkeiten im Vorlagenmanager:

- **Neuen Ordner erstellen** – über **Neuer Ordner...** im Hauptmenü zum Erstellen eines neuen Ordners im Ursprungsordner oder im aktuellen Unterordner
- **Ordner umbenennen** – Über **Bearbeiten** im Kontextmenü mittels Rechtsklick auf den gewünschten Ordner
- **Ordner verschieben** – “Drag & Drop” des ausgewählten Ordners zum Zielordner
- **Ordner löschen** – Über **Löschen** im Kontextmenü durch Rechtsklick auf den ausgewählten Ordner. Der Ordner wird einschließlich aller Unterordner und aller Vorlagen in den gelöschten (Unter-)Ordnern gelöscht

- **Name und Beschreibung der Vorlage bearbeiten** – Anzeigen von Name und Beschreibung im rechten Dialogbereich; Name und Beschreibung sind änderbar
- **Vorlage verschieben** – “Drag & Drop” der ausgewählten Vorlage(n) zum Zielordner
- **Vorlage/n löschen** – Über **Löschen** im Kontextmenü mittels Rechtsklick auf die gewünschte Vorlage
- **Vorlage exportieren** – Über **Exportieren...** im Hauptmenü. Die Vorlagen werden in einer Datei mit der Endung *.EXP gespeichert und können z.B. auf einem anderen Computer verwendet werden
- **Vorlage importieren** – Über **Importieren...** im Hauptmenü. Die Vorlagen aus der ausgewählten Datei mit der Endung *.EXP werden in die Datenbank mit den Vorlagen importiert

8.11 Kürzen und Verlängern eines Spannglieds

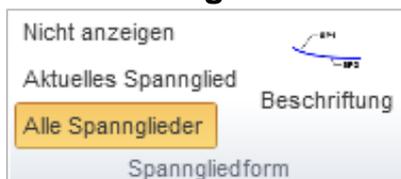
Zum Kürzen oder Verlängern des aktuellen Bemessungsbauteils klicken Sie **Verlängern/ verkürzen** in der Untergruppe **Spanngliedtools**.



Liegt der Schlusspunkt des letzten Spannglieds innerhalb des Bemessungsbauteils liegt, wird er so verschoben, dass er dieselbe X-Koordinate wie der letzte Punkt des Bemessungsbauteils hat. Andere Koordinaten bleiben unverändert.

Liegt der Schlusspunkt des letzten Spannglieds außerhalb des Bemessungsbauteils (Spannglied ragt aus dem Bemessungsbauteil heraus), wird das Spannglied verkürzt. Bei den ersten Segmenten, die außerhalb des Bemessungsbauteils liegen, werden zunächst alle Segmente gelöscht. Danach wird die Länge des letzten Segments verkürzt, damit die X-Koordinate des Schlusspunkts mit der X-Koordinate des letzten Punktes des Bemessungsbauteils identisch ist.

8.11.1 Anzeigeeinstellungen zu Spanngliedern



Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Spanngliedform**:

- **Nicht anzeigen** – Detaillierte Darstellung der Spanngliedform
- **Aktuelles Spannglied** – Detaillierte Darstellung der Spanngliedform des aktuellen Spannglieds
- **Alle Spannglieder** – Detaillierte Darstellung der Spanngliedform aller Spannglieder
- **Beschriftung** – Detaillierte Beschreibung aller Spanngliedteile

8.11.2 Abstände bei Spanngliedern

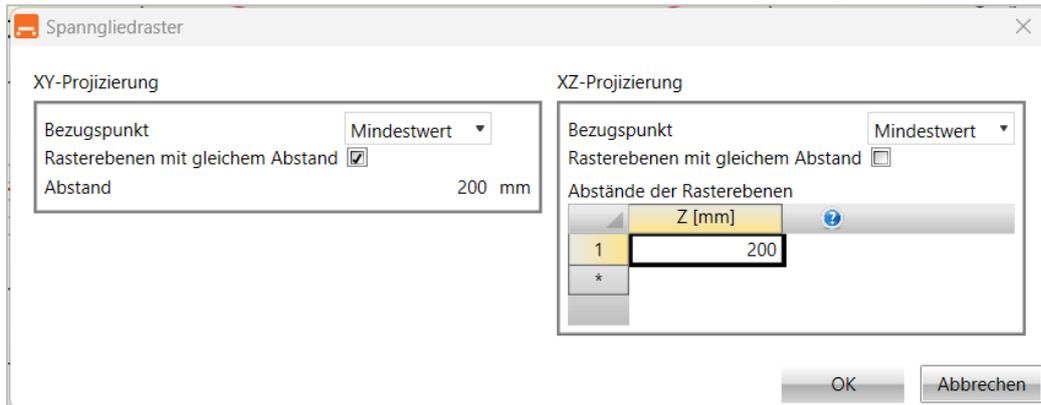
Abstandsraster für Spannglieder können entlang des Bemessungsbauteils angezeigt werden.



Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Spanngliedraaster**:

- **Nicht anzeigen** – Keine Anzeige des Spanngliedraasters
- **X- Raster** – Darstellung des Spanngliedraasters, für das die Y- und Z Koordinaten in Punkt mit gleichmäßigem Abstand auf der X-Achse berechnet wurden. Anzeigeoptionen:
 - **X-Abstand** – Gleichmäßiger Punktabstand auf der X-Achse, auf der die Y- und Z-Koordinaten des Spannglieds berechnet wurden
 - **Bezogen auf** – Bezugspunkt, für den die Y- und Z-Koordinaten des Spannglieds berechnet wurden
 - **Aus Spannglied** – Beginn der Abstandsmessung auf der X-Achse bis zum Beginn des Spannglieds
 - **Aus BB** – Beginn der Abstandsmessung auf der X-Achse bis zum Beginn des Bemessungsbauteils
- **YZ Raster** – Darstellung des Spanngliedraasters zur Berechnung von Abständen auf der X-Achse, für die die benutzerdefinierten Y- und Z-Koordinaten des Spanngliedpunktes erreicht sind
- **YZ Raster einstellen** – Starten der Definition der Y- und Z-Koordinaten des Spannglieds zur Anzeige des **YZ Rasters**

8.11.2.1 YZ Definition des Abstandsrasters des Spannglieds



Einstellungsmöglichkeiten für beide abgewickelten Ansichten:

- **Bezugspunkt** – Ursprung, auf den sich die Koordinaten des Spannglieds beziehen
- **Rasterebenen mit gleichem Abstand** –
Bei aktivierter Option werden die Rasterebenen mit gleichem Abstand mit dem festgelegtem **Abstandswert** in der entsprechenden abgewickelten Ansicht erzeugt.
Ist die Option nicht aktiviert, können benutzerdefinierte Rasterwerte in der Tabelle **Abstände der Rasterebenen** – Siehe – **4.2 Tabellen-Editor** definiert werden.

8.12 Formatieren von Textdateien zum Importieren/ Exportieren

Die Definition der Spanngliedgeometrie erfolgt im Abschnitt **<BondedTendons>** **</BondedTendons>**. Dieser Abschnitt enthält Informationen zu allen importierten/ exportierten Spanngliedern. Die Daten für ein Spannglied sind im Abschnitt **<BondedTendon>** **</BondedTendon>** definiert.

Der Abschnitt **<BondedTendon>** muss 3 Basis-Tags beinhalten:

- **<BondedTendonData>** - Beinhaltet Spannglieddaten
- **<BondedTendonSpansXY>** - Beinhaltet Daten zur Spanngliedgeometrie in der XY-Ebene
- **<BondedTendonSpansXZ>** - Beinhaltet Daten zur Spanngliedgeometrie in der XZ-Ebene
- **<BondedTendonData>** **</BondedTendonData>** - Beinhaltet zwei Linien. Name des Spannglieds in der ersten Linie. Die zweite Zeile enthält nach und nach: Anzahl der Litzen, Primäre Geometrie (XY or XZ) zur Bestimmung der Spanngliedposition im Querschnitt, Durchmesser des Spannkanaals, Material des Spannkanaals (1 = Metall, 2 = Kunststoff). Die nächsten Parameter beschreiben den Typ der Spanngliedspannung (1 = am Anfang, 2 = am Ende, 3 = beidseitig mit Verankerung am Anfang, 4 = beidseitig mit Verankerung am Ende) und des Spannprozesses (3 = mit Relaxationskorrektur, 4 = ohne Korrektur)

<BondedTendonSpansXY>**</BondedTendonSpansXY>** Beinhaltet die nächsten 2 Tags –

<SpansData> and **<SpansPoints>** Beschreibung der Spanngliedgeometrie in der XY-Ebene

<SpansData>**</SpansData>** Beschreibung der geometrischen Spanngliedsegmente in der XY-Ebene. Die Anzahl der Zeilen entspricht der Anzahl der geometrischen Spanngliedsegmente in der XY-Ebene. Jede Zeile besteht aus der Identifizierung des Segmenttyps, des Anfangspunkts und des Endpunkts, die sich auf die Bezugskurve beziehen.

<SpansPoints>**</SpansPoints>** Beschreibung der Punkte, die die Geometrie von Spanngliedsegmenten bestimmen. Jede Zeile legt einen Punkt fest. Für jedes gerade Segment müssen zwei Punkte festgelegt werden, für andere Segmente müssen 3 Punkte festgelegt werden. Die Definition eines Punktes beinhaltet:

- Nummer des Segments, auf dem der Punkt liegt,
- Punkttyp (1= Punkt am Anfang oder Ende des gesamten Spannglieds – Punkt C, 2 = Punkt zwischen geradem Teil und Parabel – Punkt S-P, 3 = Punkt zwischen zwei Parabeln – Punkt P-P),

- Typ des Bezugspunktes für die Eingabe vertikale Position des Segmentpunktes (1 = maximale Y-Koordinate, 2 = Ursprung der Bezugskurve, 3 = minimale Y-Koordinate, 4 = maximale Koordinate des Schnittpunktes der horizontalen Linie durch die Mitte des Spannglieds mit Querschnittskanten, 5 = minimale Koordinate des Schnittpunktes der horizontalen Linie durch die Mitte des Spannglieds mit Querschnittskanten, 6 = Schwerpunkt des Querschnitts – muss nicht immer mit der Referenzkurve identisch sein)
- Vertikaler Abstand vom Bezugspunkt
- Für den Punkt **C**: Länge des geraden Teils am Ende
- Für den Punkt **S-P**:
 - Typ des Bezugspunktes für die Eingabe horizontale Position des Segmentpunktes (1 = Eingabe mit Bezug auf den linken Segmentrand, 2 = Eingabe mit Bezug auf die Segmenmitte, 3 = Eingabe mit Bezug auf den rechten Segmentrand)
 - Horizontaler Abstand vom Bezugspunkt
 - Länge des geraden Spanngliedteils
 - Typ der Eingabewerte (1 = Relativ, Abstände beziehen sich auf die Länge des Spanngliedsegments, 0 = Absolute Abstände)
- Für den Punkt **P-P**: Mindestradius der Parabel

<BondedTendonSpansXZ>**</BondedTendonSpansXZ>** beinhaltet gleiche Tags und Daten als Tags **<BondedTendonSpansXY>****</BondedTendonSpansXY>**, jedoch mit Beschreibung der Geometrie in der XZ-Ebene.

8.12.1 Beispiel einer Textdatei für den Import eines Spannglieds

<BondedTendons> ... Beginn des Abschnitts zur Definition aller Spannglieder

<BondedTendon> ... Beginn des Abschnitts zur Definition eines Spannglieds

<BondedTendonData> ... Beginn des Abschnitts der Spannglieddaten

Tendon 6 ... Name des Spannglieds

1 XY 14 1 1 4 ... schrittweise: **1** Litze im Spannglied, Primäre Geometrie **XY**, Durchmesser des Spannkanaals **14** mm, Material des Spannkanaals **1**(Metall), Spannprozess von Anfang **1**, Spannprozess ohne Korrektur der Relaxation **4**

</BondedTendonData> ... Ende des Abschnitts zur Eingabe der Spanglieddaten

<BondedTendonSpansXY> ... Beginn des Abschnitts zur Geometrieeingabe in der abgewickelten XY-Ansicht

<SpansData> ... Beginn des Abschnitts zur Eingabe von Spanngliedsegmenten

1 0.00000 30.00000 ... schrittweise: Segmenttyp **1** (gerade, eigenständig), X-Koordinate des Segmentanfangs, X-Koordinate vom Segmentende

</SpansData> ... Ende des Abschnitts zur Eingabe von Spanngliedsegmenten

- <SpansPoints>** ... Beginn des Abschnitts zur Eingabe von charakteristischen Punkten von Spanngliedsegmenten
- 1 1 2 0.00 0.00000** ... schrittweise: Punkt liegt im ersten Segment – **1**, Punkttyp **C - 1**, Vertikale Position mit Bezug auf den Ursprung der Bezugskurve – **2**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0** mm, Länge des geraden Teils ist **0** m
- 1 1 2 0.00 0.00000** ... zum vorherigen Punkt identische Parameter
- </SpansPoints>** ... Ende des Abschnitts zur Eingabe von charakteristischen Punkten von Spanngliedsegmenten
- </BondedTendonSpansXY>** ... Ende des Abschnitts zur Geometrieingabe in der abgewickelten XY-Ansicht
- <BondedTendonSpansXZ>** ... Beginn des Abschnitts zur Geometrieingabe in der abgewickelten XZ-Ansicht
- <SpansData>** ... Beginn des Abschnitts zur Eingabe von Spanngliedsegmenten
- 3 0.00000 10.00000** ... schrittweise: Segmenttyp **3** (Parabel mit Gerade, links), X-Koordinate des Segmentanfangs, X-Koordinate vom Segmentende
- 5 10.00000 20.00000** ... schrittweise: Segmenttyp **5** (Parabel mit Gerade, innen), X-Koordinate des Segmentanfangs, X-Koordinate vom Segmentende
- 4 20.00000 30.00000** ... schrittweise: Segmenttyp **4** (Parabel mit Gerade, rechts), X-Koordinate des Segmentanfangs, X-Koordinate vom Segmentende
- </SpansData>** ... Ende des Abschnitts zur Eingabe von Spanngliedsegmenten
- <SpansPoints>** ... Beginn des Abschnitts zur Eingabe von charakteristischen Punkten von Spanngliedsegmenten
- 1 1 2 0.00 0.00000** ... schrittweise: Punkt liegt im ersten Segment – **1**, Punkttyp **C - 1**, Vertikale Position mit Bezug auf die Bezugskurve – **2**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0** mm, Länge des geraden Teils ist **0** m
- 1 2 1 -70.00 1 0.30000 0.30000 1** ... schrittweise: Punkt liegt im ersten Segment – **1**, Punkttyp **S-P - 2**, Vertikale Position mit Bezug auf die maximale Querschnittskoordinate der Z-Achse – **1**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **-70** mm, Horizontale Position bezieht sich auf den linken Segmentrand – **1**, Horizontaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0,3**, Länge des geraden Teils ist **0,3**, die Werte von horizontalem Abstand und horizontaler Länge des geraden Teils beziehen sich auf die Länge des Spanngliedsegments - **1**
- 1 3 3 70.00 2.00000** ... schrittweise: Punkt liegt im ersten Segment – **1**, Punkttyp **P-P - 3**, Vertikale Position mit Bezug auf die minimale Querschnittskoordinate der Z-Achse **-3**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **70** mm, Durchmesser der Parabeln ist **2** m
- 2 3 3 70.00 2.00000** ... schrittweise: Punkt liegt im zweiten Segment – **2**, Punkttyp **P-P - 3**, Vertikale Position mit Bezug auf die minimale

Querschnittskoordinate der Z-Achse – **3**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **70** mm, Durchmesser der Parabeln ist **2** m

2 2 1 -70.00 1 0.40000 0.20000 1 ... schrittweise: Punkt liegt im zweiten Segment – **2**, Punkttyp **S-P - 2**, Vertikale Position mit Bezug auf die maximale Querschnittskoordinate der Z-Achse – **1**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **-70** mm, Horizontale Position bezieht sich auf den linken Segmentrand – **1**, Horizontaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0,4**, Länge des geraden Spanngliedteils ist **0,2**, die Werte von horizontalem Abstand und horizontaler Länge des geraden Teils beziehen sich auf die Länge des Spanngliedsegments - **1**

2 3 3 70.00 2.00000 ... schrittweise: Punkt liegt im zweiten Segment – **2**, Punkttyp **P-P - 3**, Vertikale Position mit Bezug auf die minimale Querschnittskoordinate der Z-Achse **-3**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **70** mm, Durchmesser der Parabeln ist **2** m

3 3 3 70.00 2.00000 ... schrittweise: Punkt liegt im dritten Segment – **3**, Punkttyp **P-P - 3**, Vertikale Position mit Bezug auf die minimale Querschnittskoordinate der Z-Achse **-3**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **70** mm, Durchmesser der Parabeln ist **2** m

3 2 1 -70.00 1 0.40000 0.30000 1 ... schrittweise: Punkt liegt im dritten Segment – **3**, Punkttyp **S-P - 2**, Vertikale Position mit Bezug auf die maximale Querschnittskoordinate der Z-Achse – **1**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **-70** mm, Horizontale Position in Bezug auf die linke Segmentkante – **1**, Horizontaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0,4**, Länge des geraden Spanngliedteils ist **0,3**, die Werte von horizontalem Abstand und horizontaler Länge des geraden Teils beziehen sich auf die Länge des Spanngliedsegments - **1**

3 1 2 0.00 0.00000 ... schrittweise: Punkt liegt im dritten Segment – **3**, Punkttyp **C - 1**, Vertikale Position mit Bezug auf den Ursprung der Bezugskurve – **2**, Vertikaler Abstand zum Bezugspunkt ist **0** mm, Länge des geraden Teils ist **0** m

</SpansPoints> ... Ende des Abschnitts zur Eingabe von charakteristischen Punkten von Spanngliedsegmenten

</BondedTendonSpansXZ> ... Ende des Abschnitts zur Geometrieingabe in der abgewickelten XZ-Ansicht

</BondedTendon> ... Ende des Abschnitts zur Definition eines Spannglieds

</BondedTendons> ... Ende des Abschnitts zur Definition aller Spannglieder

9 Bemessung von Vorspannkraften

Das Programm ermöglicht es, die durch das Spannglied verursachten Wirkungen auf das Betonbauteil zu auswerten und die Wirkungen externer Lasten durch die Bemessung der Spanngliedanordnung und die Bemessung der Vorspannkraften auszugleichen.

9.1 Äquivalente Lasten

Zur Auswertung von Einwirkungen aufgrund von Spanngliedern in Betonbauteilen (äquivalente Lasten) für das aktuelle Bemessungsbauteil klicken Sie im Navigator auf **Lastbemessung > Äquivalente Last**.

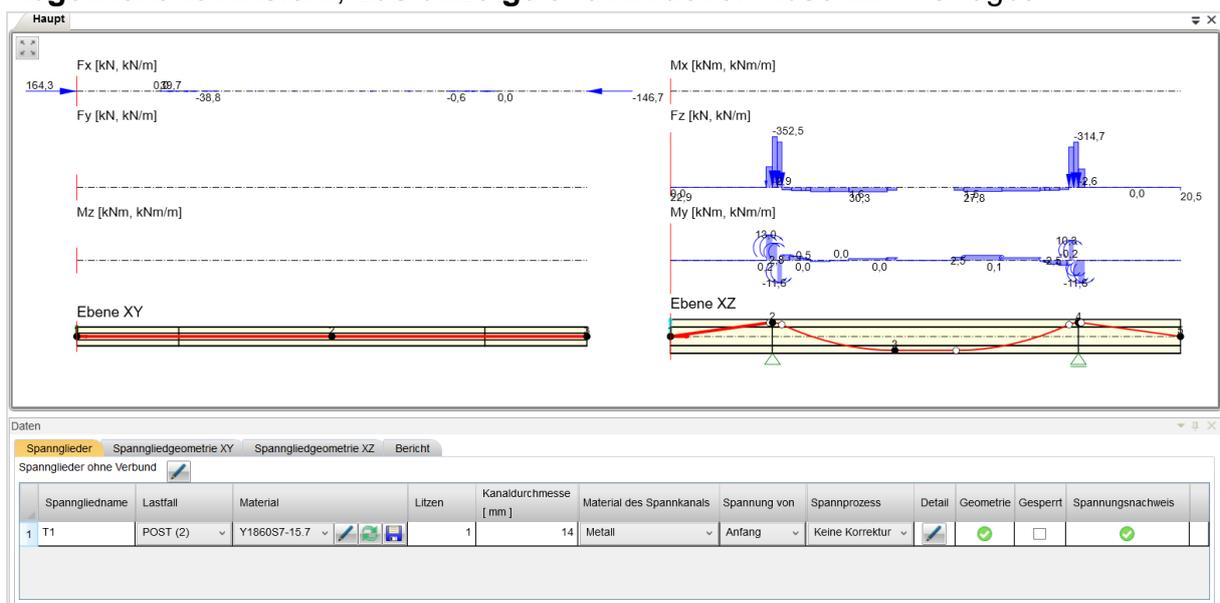
Der Verlauf der äquivalenten Last gemäß den aktuellen Einstellungen ist im **Hauptfenster** dargestellt.

Im **Datenfenster** werden Tab zur Bearbeitung von Spanngliedern und die Textdarstellung äquivalenter Lasten angezeigt

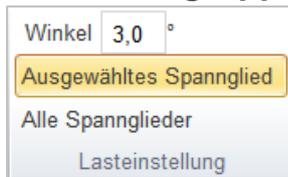
Tabs im **Datenfenster**:

- **Spannglieder** – Eigenschaftstabelle des Spannglieds. Die Verläufe der äquivalenten Last aktualisieren sich automatisch nach Änderungen der Eigenschaften
– Siehe **8.3 Eingabe und Bearbeitung von Spanngliedern**
- **Spanngliedgeometrie XY** – Tabelle mit den Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XY-Ebene
- **Spanngliedgeometrie XZ** – Tabelle mit den Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XZ-Ebene
- **Gruppe mit Verbund** – Eigenschaftstabelle der Spannglieder mit Verbund
- **Bericht** – Ausgabe der äquivalenten Lasten in Textform

Zur Auswertung der äquivalenten Lasten sind die Untergruppen **Lasteinstellung**, **Komponenten der äquivalenten Lasten**, **System**, **Extremwert**, **Lastansicht**, **Abgewickelte Ansicht**, **Lastanzeige** und **Aktueller Abschnitt** verfügbar.



9.1.1 Untergruppe Lasteinstellung



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. Berechnungsgenauigkeit und ausgewerteter Spannglieder:

- **Winkel** – Maximale Winkeländerung des Spannglieds (geometrische Diskretisierung) für Spanngliedverluste und zur Berechnung der äquivalenten Last
- **Ausgewähltes Spannglied** – Auswertung der Verläufe der äquivalenten Last nur für das aktuelle Spannglied im aktuellen Bemessungsbauteil
- **Alle Spannglieder** – Auswertung der Verläufe der äquivalenten Last für alle Spannglieder im aktuellen Bemessungsbauteil

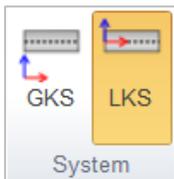
9.1.2 Untergruppe Komponente der äquivalenten Last



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. Darzustellender äquivalenter Lastkomponenten:

- **F_x** – Anzeige der Kraft F_x im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem
- **F_y** – Anzeige der Kraft F_y im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem
- **F_z** – Anzeige der Kraft F_z im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem
- **M_x** – Anzeige des Torsionsmoments M_x im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem
- **M_y** – Anzeige des Biegemoments M_y im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem
- **M_z** – Anzeige des Biegemoments M_z im in der Untergruppe **System** festgelegten Koordinatensystem

9.1.3 Untergruppe System



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. des Koordinatensystems zur Auswertung der äquivalenten Lasten:

- **GKS** – Auswertung der äquivalenten Lasten im globalen Koordinatensystem
- **LKS** – Auswertung der äquivalenten Lasten im lokalen Koordinatensystem des Bemessungsbauteils

9.1.4 Untergruppe Extremwert



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. Beschreibung der äquivalenten Lastwerte:

- **Lokal** – Wertedarstellung der Extremwerte äquivalenten Lasten entlang des Bemessungsbauteils
- **Nein** – Keine Wertedarstellung der äquivalenten Lasten
- **Abschnitt** – Wertedarstellung der äquivalenten Lasten in jedem Abschnitt

9.1.5 Untergruppe Lastansicht

Lastgewicht	0,00	↕
Lastmaßstab	1,0	↕
Punkt	Verteilt	
Lastansicht		

Einstellungsmöglichkeiten bzgl. der Anzeige der äquivalenten Lastkomponenten:

- **Lastgewicht** – Zahl, deren positiver Wert das Größenverhältnis der angezeigten Lasten zum maximalen Lastwert definiert. Ist der Wert z.B. 0, werden alle Lasten in ihrer tatsächlichen Größe angezeigt. Ist der Wert 1, werden alle Lasten in derselben Größe angezeigt. Wird ein negativer Wert eingegeben, werden keine Lasten angezeigt, die kleiner als der maximale Lastwert, multipliziert mit dem absoluten Wert des Lastgewichts, sind. Dies bedeutet, dass für einen Wert des Lastgewichts von -0,5 nur Lasten angezeigt werden, die größer als die Hälfte der maximalen Last sind; für den Wert -1 wird nur die maximale Last angezeigt.
- **Lastmaßstab** – Multiplikator zur Darstellung der Lasten
- **Punkt** – Darstellung der berechneten äquivalenten Lasten als Punktlasten in Punkten die durch Diskretisierung des Spannglieds erzeugt werden.
- **Verteilt** – Darstellung der berechneten äquivalenten Lasten als über die gesamte Länge des Bemessungsbauteils verteilte Last

9.1.6 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

Siehe 7.4 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

9.1.7 Untergruppe Lastanzeige



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. der Anordnung der Lastanzeige:

- **Untereinander** – Darstellung der einzelnen äquivalenten Lastkomponenten untereinander
- **Nebeneinander** – Darstellung der Komponenten F_x , F_y und M_z in der ersten Spalte und der Komponenten M_x , F_z und M_y in der zweiten Spalte

9.1.8 Untergruppe Aktueller Abschnitt



- **Position** – Abstand des aktuellen Abschnitts vom Anfang des Bemessungsbauteils. Details zum aktuellen Abschnitt werden im **Informationsfenster** dargestellt.

9.2 Lastverteilung

Zur Anzeige äquivalenter Lasten zusammen mit Wirkungen externer Lasten klicken Sie im Navigator auf **Lastbemessung > Belastungsausgleich**.

Darstellung der Lasten entlang des Bemessungsbauteils in der Hauptansicht:

- **Unausgeglichene Last** – Verlauf des Unterschieds zwischen Einwirkungen externer Lasten, die durch den aktuellen Lastfall/ die aktuelle Lastfallkombination verursacht werden, sowie Einwirkungen von Vorspannung, die durch das aktuelle Spannglied oder alle Spannglieder im aktuellen Bemessungsbauteil verursacht werden
- **Externe Last** – Verlauf der Einwirkungen externer Lasten, die durch den aktuellen Lastfall/ die aktuelle Lastfallkombination verursacht werden
- **Äquivalente Last infolge Vorspannung** – Verlauf der äquivalenten Lasten, die durch das aktuelle Spannglied oder alle Spannglieder verursacht werden

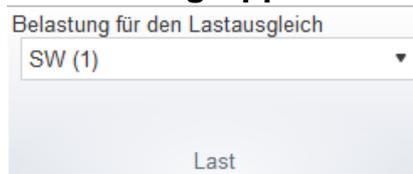
Im **Datenfenster** werden die Tabs für die Spanngliedbearbeitung und die Textdarstellung des Lastausgleichs angezeigt.

Einstellungsmöglichkeiten im **Datenfenster**:

- **Lastverteilung** – Tabelle mit grundlegenden Informationen zum Lastausgleich:
 - **Spannglied** – Nummer des ausgewerteten Spannglieds oder der Gruppe mit Verbund
 - **LF Vorspannung** – Name des Lastfalls, der bestimmt wird, um die Auswirkungen der jeweiligen Vorspannung in das Analysemodell in einer übergeordneten Anwendung zu übertragen
 - **Litzen** – Anzahl der Litzen in Spanngliedern ohne Verbund
 - **Unausgeglichen +** – Verhältnis zwischen den Auswirkungen externer Lasten und den Auswirkungen der Vorspannung im aktuellen Abschnitt
 - **Unausgeglichen -** – Verhältnis zwischen den Auswirkungen externer Lasten und den Auswirkungen der Vorspannung entlang des gesamten Bemessungsbauteils
 - **Gesperrt** – Kennzeichnung eines gesperrten Spannglieds
- **Spanngliedgeometrie XY** – Tabelle mit Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XY-Ebene
- **Spanngliedgeometrie XZ** – Tabelle mit Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XZ-Ebene
- **Gruppe mit Verbund** – Tabelle mit Parametern der Spannglieder mit Verbund
- **Bericht** – Darstellung des Lastenungleichgewichts in Textform

Beim Lastausgleich sind die Untergruppen **Last**, **Lasteinstellung**, **Richtung**, **Extremwert**, **Lastansicht**, **Abgewickelte Ansicht** and **Aktueller Abschnitt** verfügbar.

9.2.1 Untergruppe Last



Einstellungsmöglichkeiten für den Lastausgleich des Lastfalls/ der Lastkombination:

- **Liste der Lastfälle/ -kombinationen** – Auswählen des aktuellen Lastfalls/ der aktuellen Kombination

9.2.2 Untergruppe Lasteinstellung

Siehe 9.1.1 Untergruppe Lasteinstellung

9.2.3 Untergruppe Richtung



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. der Richtung der grafischen Ergebnisauswertung der Lastverteilung:

- **Y** – Darstellung der Ergebnisse für den Lastverlauf in lokaler Y-Achsrichtung des aktuellen Bemessungsbauteils
- **Z** – Darstellung der Ergebnisse für den Lastverlauf in lokaler Z-Achsrichtung des aktuellen Bemessungsbauteils

9.2.4 Untergruppe Extremwert

Siehe 9.1.4 Untergruppe Extremwert

9.2.5 Untergruppe Lastansicht

Siehe 9.1.5 Untergruppe Lastansicht

9.2.6 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

Siehe 7.4 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

9.2.7 Untergruppe Aktueller Abschnitt

Siehe 9.1.8 Siehe Untergruppe Aktueller Abschnitt

9.3 Berechnung der linear elastischen Spannung

Zur Berechnung der linearen elastischen Spannung entlang des Bemessungsbauteils klicken Sie im Navigator auf **Lastbemessung > Linear elastische Spannung**.

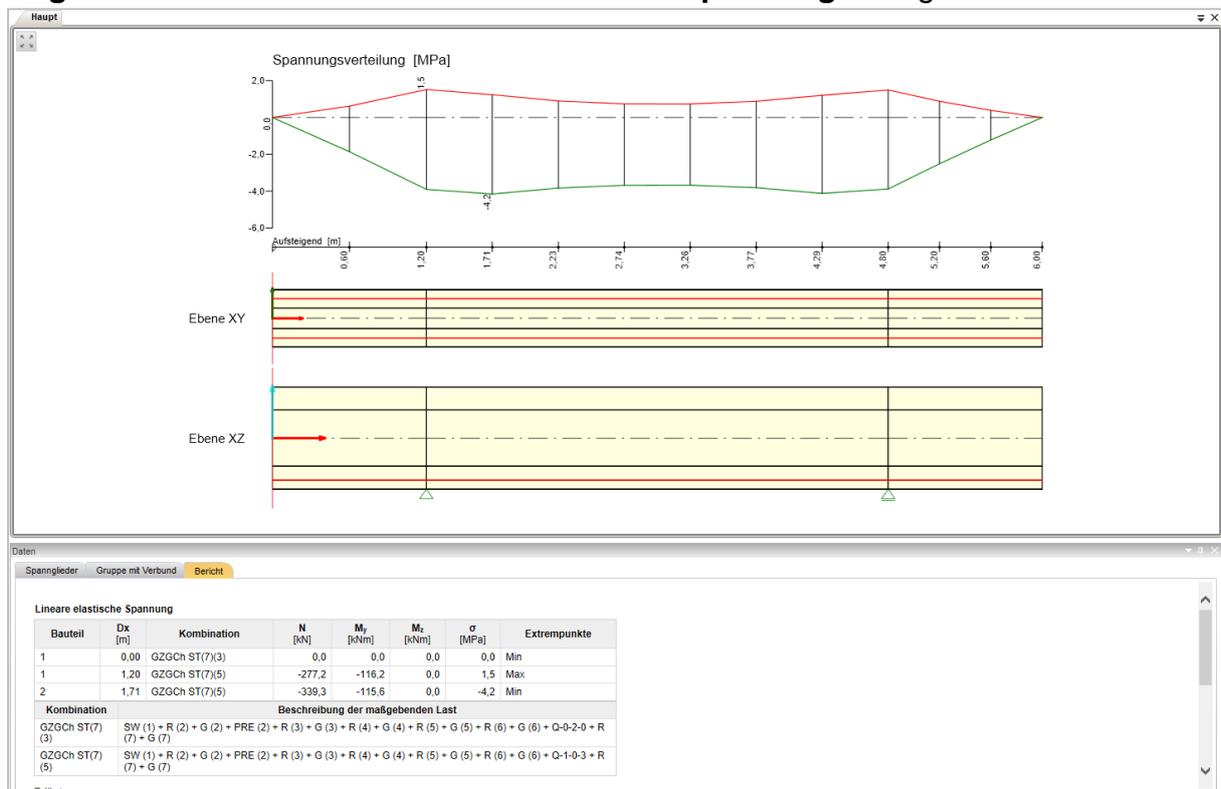
Der Verlauf der berechneten linearen elastischen Spannung entlang des aktuellen Bemessungsbauteils wird im **Hauptfenster** angezeigt.

Im **Datenfenster** werden die Tabs für die Bearbeitung des Spannglieds und die Textdarstellung der berechneten Spannung angezeigt.

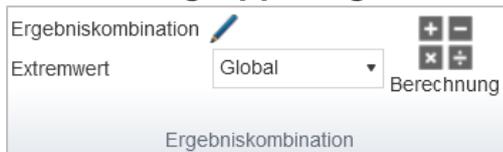
Einstellungsmöglichkeiten im **Datenfenster**:

- **Spannglieder** – Tabelle mit Eigenschaften der Spannglieder. Die Verläufe der äquivalenten Spannglieder aktualisieren sich automatisch nach Änderungen der Spannglieder – **siehe 9.3 Eingabe und Bearbeitung von Spanngliedern**
- **Spanngliedgeometrie XY** – Tabelle mit Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XY-Ebene
- **Spanngliedgeometrie XZ** – Tabelle mit Eigenschaften der Spanngliedgeometrie in der XZ-Ebene
- **Gruppe mit Verbund** – Tabelle mit Parametern der Spannglieder mit Verbund
- **Bericht** – Ausgabe der berechneten linearen Spannungen in Textform

Zur Berechnung der linearen Spannung sind die Untergruppen **Ergebnisklasse**, **Abgewickelte Ansicht** and **Linear elastische Spannung** verfügbar.



9.3.1 Untergruppe Ergebnisklasse

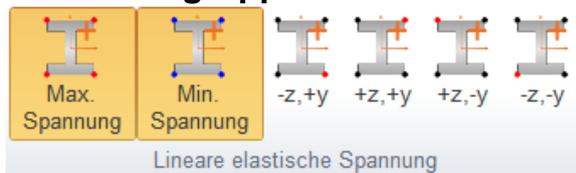


-  – Bearbeiten des des Lastinhalts der Ergebnisklasse zur Berechnung der linearen elastischen Spannungen
- **Extremwert** – Auswertungstyp für die lineare elastische Spannung:
 - **Nein** – Ausgabe aller berechneten Spannungen in allen Abschnitten
 - **Abschnitt** – Maßgebende Spannung aller Fasern für jeden einzelnen Abschnitt wird ermittelt
 - **Bauteil** – Ermitteln der maßgebenden Spannung aller Abschnitte für jedes einzelne Bauteil des Bemessungsbauteils
 - **Global** – Ermitteln der maßgebenden Spannung des gesamten Bemessungsbauteils
- **Berechnung** – Starten der Berechnung der linear elastischen Spannungen

9.3.2 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

Siehe 7.4 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

9.3.3 Untergruppe Lineare elastische Spannung



- **Max. Spannung** – Auswertung der maximalen positiven Spannung (max. Zug) aller Querschnittsfasern
- **Min. Spannung** – Auswertung der minimalen positiven Spannung (max. Druck) aller Querschnittsfasern
- **-y, +z** – Auswertung der in der Faser berechneten Spannung mit den maximalen positiven Z- und maximalen negativen Y-Koordinaten. Zum Auffinden dieser Faser werden alle Querschnittsphasen berücksichtigt, die in der jeweiligen Bauphase bereits existieren
- **+y,+z** – Auswertung der in der Faser berechneten Spannung mit den maximalen positiven Z- und Y-Koordinaten. Zum Auffinden dieser Faser werden alle Querschnittsphasen berücksichtigt, die in der jeweiligen Bauphase bereits existieren
- **+y,-z** – Auswertung der in der Faser berechneten Spannung mit den maximalen negativen Z- und maximalen positiven Y-Koordinaten. Zum Auffinden dieser Faser werden alle Querschnittsphasen berücksichtigt, die in der jeweiligen Bauphase bereits existieren
- **-y,-z** – Auswertung der in der Faser berechneten Spannung mit den maximalen negativen Z- und Y-Koordinaten. Zum Auffinden dieser Faser werden alle Querschnittsphasen berücksichtigt, die in der jeweiligen Bauphase bereits existieren

10 Berechnung von Verlusten bei Spanngliedern

Spanngliedverluste werden anhand der Analysegeometrie des Spannglieds berechnet. Die Analysegeometrie des Spannglieds unterscheidet sich etwas von der dargestellten Geometrie, die nur aus Punkten besteht.

Die Zusammensetzung der Analysegeometrie erfolgt ähnlich wie in **9.1 3D Spanngliedgeometrie** beschrieben.

Die Informationen zur Spanngliedkrümmung zwischen einzelnen Berechnungspunkten und zu den tatsächlichen Längen zwischen diesen Punkten werden gespeichert. Darüber hinaus werden Informationen hinzugefügt, die für die Berechnung des Spannglieds am gebrochenen Bauteil erforderlich sind – **Siehe 8.5 Nicht kontinuierliche Spannglieder bei Bauteilen mit Polygonform.**

Die Analysegeometrie des Spannglieds hängt von der Aufteilung der Spanngliedsegmente ab. Durch diese Aufteilung werden Elemente erzeugt, für die die Verlustberechnung durchgeführt wird. Der Wert der maximalen Winkeländerung zwischen den Tangenten an den Segmentenden des Spannglieds bestimmt die Größe der Spanngliedteile. Da es der maximale Winkel ist, kann bei einigen Teilen der Winkel kleiner sein. Die Spanngliedteile müssen mit den Teilen der Bauteile übereinstimmen, sodass sie am Anfang oder am Ende des Bauteils beginnen und enden müssen.

Beispiel: Gerades Spannglied am geraden Bauteil. Dieses Bauteil besteht aus drei Teilen des Bauteils. Auch wenn keine Winkeländerung entlang des Bauteils vorliegt, ist das Spannglied in drei Segmente aufgeteilt.

Die Analysewerte einzelner Spannglieder werden bei der Eingabe von Spanngliedern im Navigator **Spannglieder > Anordnung der Spannglieder** festgelegt. Zur

Bearbeitung der Analysewerte klicken Sie auf den Bearbeitungsbutton  in der Spalte **Detail**. Je nach Ursprung der Beanspruchung erfolgt die Werteingabe für den Anfang oder das Ende oder beide Enden des Spannglieds. Ist der Spannprozess mit **Relaxationskorrektur** eingestellt, muss die Zeit zum Aufrechterhalten der Spannung eingegeben werden.

Die maximale Winkeländerung gilt für alle Spannglieder. Der empfohlene Standardwert beträgt ca. 3 °. Geringere Werte haben keinen bedeutenden Einfluss auf die Berechnungsgenauigkeit.

10.1 Gesamtauswertung des Spanngliedverlustes am Bemessungsbauteil

Zur Anzeige der Gesamtergebnisse der Spanngliedverluste klicken Sie im Navigator auf **Kurzzeitverluste > Gesamt**.

Die abgewickelte Ansicht des Bemessungsbauteils oder eine detaillierte Zeichnung des aktuellen Spannglieds ist im **Hauptfenster** dargestellt.

Der Gesamtbericht über Spanngliedverluste am aktuellen Bemessungsbauteil wird im **Datenfenster** angezeigt:

- Tabelle mit den jeweiligen Spanngliedwerten (Fläche, Länge, gesamte Winkeländerung, Mindestradius, Theoretische Verlängerung des Spannglieds vor der Verankerung etc.)
- Übersichtstabelle mit Minimal- und Maximalspannung in den Spanngliedern mit dem Wert der maximal zulässigen Spannung nach EN 1992-1-1 5.10.3(2).

Name	Material	A_p [mm ²]	Länge [m]	L_e [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]
G1	Y1860S7-15.7	150	6,00	6,00	0,00	0,00	0,0
	1	1431,0	144,5	1366,0	366,9	364,9	0,00
G2	Y1860S7-15.7	150	6,00	6,00	0,00	0,00	4,0
	1	1431,0	144,3	1361,5	366,9	364,9	0,00
Name	$\sigma_{in,max}$ [MPa]	$\sigma_{p,max}$ [MPa]	Nachweis 5.10.2.1(1)P	σ_{min} [MPa]	σ_{max} [MPa]	σ_{pm0} [MPa]	Nachweis 5.10.3(2)P
G1	1431,0	1476,0	✓	144,5	1366,0	1394,0	✓
G2	1431,0	1476,0	✓	144,3	1361,5	1394,0	✓

Symbol	Erläuterung
A_p	Spanngliedfläche
Länge	Spanngliedlänge
L_e	Summe der Längen der geraden Teile des Spannglieds
L_{arc}	Summe der Längen der gebogenen Teile des Spannglieds
R_{min}	In der ausgewählten Geometrie des aktuellen Spannglieds gefundener Minimalradius der Kurve
θ	Kumulative Winkeländerung
σ_a	Verankerungsspannung
σ_{min}	Geringste Spannung entlang des Spannglieds nach der Verankerung
σ_{max}	Maximalspannung entlang des Spannglieds nach der Verankerung
e_{ba}	Theoretische Dehnung des Spanngliedes vor Verankerung
e_{aa}	Theoretische Dehnung des Spanngliedes nach Verankerung
L_{set}	Von Verankerungsbefestigung betroffene Länge
$\sigma_{in,max}$	Maximale Anfangsspannung im Spannglied
$\sigma_{p,max}$	Maximalspannung, die im Kabel einwirkt, nach 5.10.2.1 (1)P berechnet
Nachweis 5.10.2.1(1)P	Nachweis des Kriteriums nach Art. 5.10.2.1 (1)P
σ_{pm0}	Grenzwert der Spannung im Spannglied nach 5.10.3.(2)
Nachweis 5.10.3(2)P	Nachweis des Kriteriums nach Art.5.10.3 (2)P

Zur Auswertung der Spanngliedverluste sind die Untergruppen **Abgewickelte Ansicht** und **Spanngliedform** verfügbar.

10.1.1 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

Siehe 7.4 Untergruppe Abgewickelte Ansicht

10.1.2 Untergruppe Spanngliedform

Darstellung des Spannglieds neben der Abbildung des Bemessungsbauteils.



- **Nicht anzeigen** – Keine Darstellung der Spanngliedform außerhalb des Bemessungsbauteils
- **Aktuelles Spannglied** – Darstellung der Spanngliedform ausschließlich außerhalb des Bemessungsbauteils
- **Alle Spannglieder** – Darstellung aller Spanngliedformen außerhalb des Bemessungsbauteils
- **Beschriftung** – Darstellung detaillierter Parameter (Länge, Winkel, Radius, ...) der einzelnen Spanngliedteile

10.2 Detaillierte Auswertung von Kurzzeitverlusten

Zur Auswertung von Kurzzeitverlusten in den Details klicken Sie im Navigator auf **Kurzzeitverluste > Spannung/ Verluste im Spannglied**.

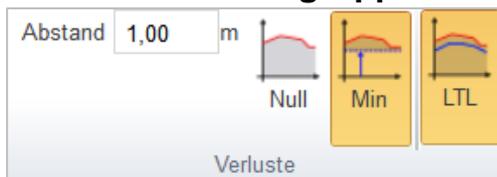
Der Spannungsverlauf vor und nach Verankerung entlang des Spannglieds wird im **Hauptfenster** dargestellt.

Tabellen mit detaillierten Informationen zum aktuellen Spannglied im **Datenfenster**:

- Tabelle mit minimaler und maximaler Spannung im Spannglied mit maximal zulässiger Spannung nach EN 1992-1-1 5.10.3(2).
- Tabelle mit detaillierter Beschreibung des aktuellen Spannglieds (Fläche, Länge, kumulative Winkeländerung, Mindestradius, theoretische Dehnung vor Verankerung etc.)
- Tabelle mit detaillierter Ausgabe der Verluste in den für die Auswertung festgelegten Abschnitten. Zusätzlich zu diesen Abschnitten werden die Ergebnisse in charakteristischen Abschnitten dargestellt – Wirkungspunkte der Verankerung oder Schnittpunkte bei Reibungsverlusten beim Spannprozess an beiden Enden.

Zur Auswertung der Spanngliedverluste sind die Untergruppen **Verluste**, **Beschriftung** and **Ausrichtung der Beschriftung** verfügbar.

10.2.1 Untergruppe Verluste



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. Darstellung der Abschnitte:

- **Abstand** – Abstand zwischen den Abschnitten zur Auswertung der Spanngliedverluste in grafischer und Textform. Keine Beeinflussung der Berechnungsgenauigkeit durch diesen Wert
- **Null** – Minimalwert auf der Spannungsachse im Diagramm gleich 0
- **Min** – Minimalwert auf der Spannungsachse im Diagramm auf geeigneten Wert gemäß dem minimalen Spannungswert im Spannglied (wenn z. B. die minimale Spannung 739,3 MPa beträgt, wird der minimale Spannungswert im Diagramm auf 700 MPa eingestellt)
- **LTL** – Grafischer Verlauf der Spannung bei Langzeitverlustne

10.2.2 Untergruppe Beschriftung



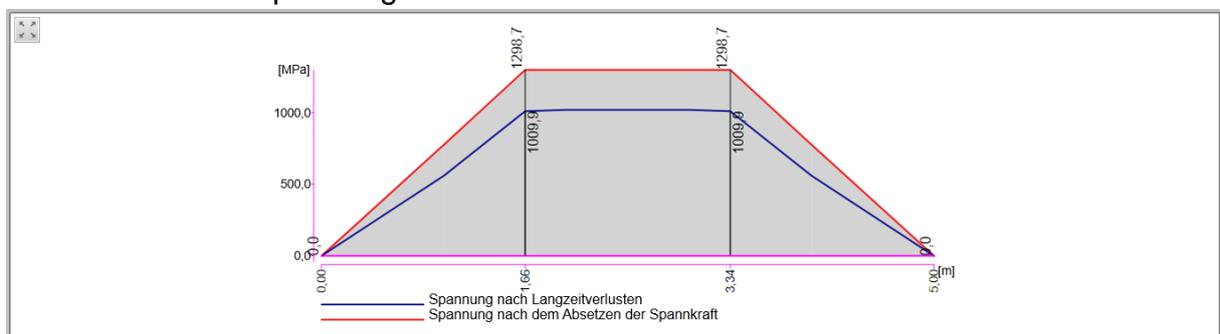
Einstellungsmöglichkeiten bzgl. Beschreibung der Abschnitte:

- **Nein** – Deaktivieren der Beschriftungen aller Abschnitte
- **Charakteristische Punkte** – Kennzeichnung der charakteristischen Punkte – Wirkungspunkte der Verankerung oder Schnittpunkte bei Reibungsverlusten beim Spannprozess an beiden Enden.
- **Alle Punkte** – Kennzeichnung der charakteristischen Punkte und aller Punkte gemäß dem zur Auswertung der Verluste festgelegten Abstand

10.2.3 Untergruppe Ausrichtung der Beschriftung



- **Winkel** – Winkelwert zur Darstellung der Beschriftungen der Spannungsverluste



Daten

Berechnung der Vorspannungsverluste

Spannglied: G2

Maximal zulässige Spannung im Spannglied während des Spannvorgangs nach 5.10.2.1(1)P

Maximale Anfangsspannung im Spannglied [MPa]	Grenzwert der Spannung im Spannglied $\sigma_{p,max}$ [MPa]	Spannungsnachweis
1431,0	1476,0	✓

Maximale zulässige Spannung im Spannglied unmittelbar nach der Eintragung der Vorspannung nach 5.10.3(2)

Maximale Spannung nach Übertragung [MPa]	Grenzwert der Spannung im Spannglied $\sigma_{p,0}$ [MPa]	Spannungsnachweis
1298,8	1394,0	✓

Eingabewerte und Zwischenergebnisse

Spanngliedfläche	150 mm ²
Spanngliedlänge	5,00 m
Maximale Spannung während des Spannvorgangs	1431,0 MPa
Maximale Spannung nach Übertragung	1298,8 MPa
Theoretische Dehnung des Spanngliedes vor Verankerung	366,9 mm
Theoretische Dehnung des Spanngliedes nach Verankerung	364,9 mm

11 Auswertung der Schnittgrößen

Nach der Neuberechnung der Struktur im übergeordneten FEM-Programm können die Schnittgrößen auf den Bemessungsbauteilen, unter Berücksichtigung der Bauphasen, ausgewertet werden.

Zur Auswertung von Schnittgrößen auf dem Bemessungsbauteil klicken Sie im Navigator auf **Ergebnisse des Bemessungsbauteils > Schnittgrößen**.

Die Verläufe der Schnittgrößen für die aktuelle Ergebnisklasse und die aktuellen Bemessungsbauteile werden im **Hauptfenster** dargestellt.

Die textuelle Darstellung der Schnittgrößen wird im **Datenfenster** ausgegeben.

Zur Auswertung der Schnittgrößen sind die Untergruppen **Schnittgrößen**, **Vorspannung** and **Ausrichtung der Beschriftung** verfügbar.

11.1 Untergruppe Ergebnisse

Belastung	ULSF ST(2) ▾
Phase	Kein Filter für Phasen ▾
Extremwert	Gesamt ▾
Ergebnisse	

Einstellen der aktuellen Ergebnisklasse und der Bauphase zur Auswertung der Ergebnisse für das aktuelle Bemessungsbauteil:

- **Belastung** – Auswählen der Last, für die die Nachweisergebnisse angezeigt werden
- **Phase** – Herausfiltern von Kombinationen aus der aktuellen Ergebnisklasse, die nicht in der ausgewählten Phase definiert sind
 - **Alle Phasen** – Ergebnisauswertung aus allen Kombinationen (Lastfälle, Kombinationen) in der aktuellen EK ohne Berücksichtigung von Bauphasen
 - **„Phase“** – Ergebnisauswertung aus Kombinationen (Lastfälle, Kombinationen) in der aktuellen EK, die in der aktuellen Bauphase definiert sind
- **Extremwert** – Auswertung der Extremwerte:
 - **Nein** – Keine Auswertung von Extremwerten
 - **Abschnitt** – Ermitteln der Extremwerte ausgewerteter Komponenten für jeden Abschnitt
 - **Bauteil** – Ermitteln der Extremwerte ausgewerteter Komponenten für jedes einzelne Bauteil des Bemessungsbauteils
 - **Global** – Ermitteln der Extremwerte ausgewerteter Komponenten für das gesamte Bemessungsbauteil

11.2 Untergruppe Schnittgrößen



Einstellungsmöglichkeiten bzgl. darzustellender Lastkomponenten:

- **N** – Anzeige der Normalkraft N
- **Vz** – Anzeige der Scherkraft V_z
- **Vy** – Anzeige der Scherkraft V_y
- **Mx** – Anzeige des Torsionsmoments M_x
- **My** – Anzeige des Biegemoments M_y
- **Mz** – Anzeige des Biegemoments M_z

11.3 Untergruppe Vorspannung



Für die Ergebnisklasse, die nur Lastfälle für die Auswirkungen der Vorspannung enthält, können auszuwertende Auswirkungen festgelegt werden.

- **Auswirkungen von Vorspannung** – Gesamtauswirkungen der Vorspannung
- **Primäre Kräfte** – Statisch bestimmbare Schnittgrößen (Primäre Auswirkungen) der Vorspannung
- **Sekundäre Kräfte** – Sekundäre (statische nicht bestimmbare) Auswirkungen der Vorspannung

11.4 Untergruppe Ausrichtung der Kennzeichnung

Siehe 11.4 Ausrichtung der Kennzeichnung

11.5 Untergruppe Berechnung



Klicken Sie auf **Berechnen**, um das Analysemodell in der übergeordneten FEM-Anwendung neu zu berechnen.

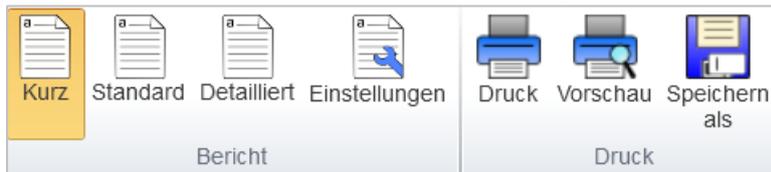
Die Werte im Lastfall zur Übertragung der Auswirkungen der Vorspannung werden aktualisiert und nach dem Klicken auf den Button wird eine Analyse durchgeführt. Nach Änderungen der Spanngliedordnung ist eine Neuberechnung erforderlich, da sich die Werte der äquivalenten Last aufgrund von Spanngliedänderungen ändern.

12 Bericht

Ein Bericht kann für Bemessungsbauteile erstellt werden, für die die Option **Druck** in den Eigenschaften der Bemessungsbauteile aktiviert ist.

Der Bericht für alle Bemessungsbauteile kann im Navigator unter **Projektdaten > Bemessungsbauteile** erstellt werden. Der Bericht für das aktuelle Bemessungsbauteil kann im Navigator unter **Bericht** erstellt werden.

12.1 Bericht für alle Bemessungsbauteile im Projekt



Ein Bericht für alle Bemessungsbauteile kann im Navigator unter **Projektdaten > Bemessungsbauteile** erstellt werden. Verwenden Sie zum Arbeiten mit Berichten die Untergruppen **Bericht** und **Druck**.

Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Bericht**:

- **Kurz** – Kurzbericht aller Bemessungsbauteile
- **Standard** – Standardbericht aller Bemessungsbauteile
- **Detailliert** – Detaillierter Bericht aller Bemessungsbauteile

Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Druck**:

- **Druck** – Drucken des Berichts am ausgewählten Gerät
- **Vorschau** – Druckvorschau des Berichts
- **Speichern als** – Speichern des Berichts als HTML, MHT (Webarchiv einschließlich Bilder) oder TXT-Format

12.2 Bericht für das aktuelle Bemessungsbauteil

Ein Bericht für das aktuelle Bemessungsbauteil kann im Navigator unter **Bericht** erstellt werden. In dieser Option sind die Untergruppen **Bericht** und **Druck** verfügbar.



Ist die Einstellung **Bericht > Einstellungen** im Navigator aktiv, klicken Sie auf **Einstellungen** in der Untergruppe **Bericht**, um die Berichtseinstellungen für alle Bemessungsbauteile im Projekt zu bearbeiten.

Ist die Einstellung **Bericht > Standard** oder **Bericht > Detailliert** im Navigator aktiv, ist die Untergruppe **Druck** verfügbar.



Einstellungsmöglichkeiten in der Untergruppe **Druck**:

- **Druck** – Drucken des Berichts am ausgewählten Gerät
- **Vorschau** – Druckvorschau des Berichts
- **Speichern als** – Speichern des Berichts als HTML, MHT (Webarchiv einschließlich Bilder) oder TXT-Format

12.3 Berichtstypen

12.3.1 Kurzbericht

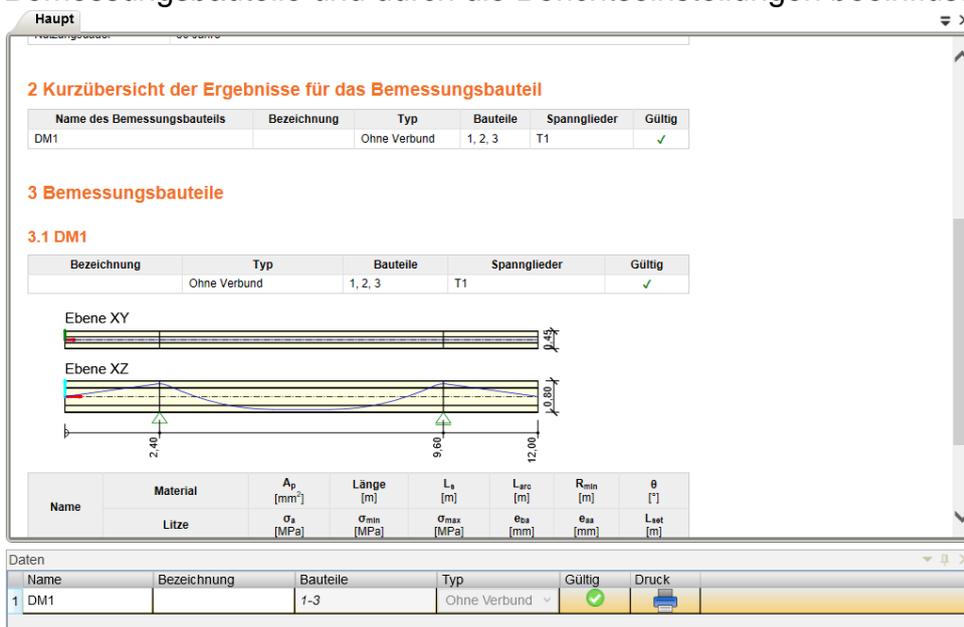
Zum Erstellen eines Kurzberichts für alle Bemessungsbauteile klicken Sie im Navigator **Projektdaten > Bemessungsbauteile** auf **Kurz** in der Untergruppe **Bericht**. Der Kurzbericht enthält nur eine Tabelle mit einer Beschreibung und einem Gesamtergebnis des Nachweises der Bemessungsbauteile im Projekt. Der Inhalt eines Kurzberichts kann nur durch die Auswahl der zu druckenden Bemessungsbauteile beeinflusst werden, nicht durch die Berichtseinstellungen.



12.3.2 Standardbericht

Zum Erstellen eines Standardberichts für alle Bemessungsbauteile klicken Sie im Navigator **Projektdaten > Bemessungsbauteile** auf **Standard** in der Untergruppe **Bericht** oder im Navigator auf **Bericht > Standard**, um nur für das aktuelle Bemessungsbauteil einen Standardbericht zu erstellen.

Der Standardbericht enthält grundlegende Informationen zu Projektdaten, Informationen zu Bemessungsbauteilen, Informationen zur Vorspannung und Nachweisergebnisse. Der Inhalt des Standardberichts kann durch die Auswahl der Bemessungsbauteile und durch die Berichtseinstellungen beeinflusst werden.



12.3.3 Detaillierter Bericht

Zum Erstellen eines detaillierten Berichts für alle Bemessungsbauteile klicken Sie auf **Detailliert** in der Untergruppe **Bericht** im Navigator **Projektdaten > Bemessungsbauteile** oder im Navigator auf **Bericht > Detailliert**, um einen detaillierten Bericht nur für das aktuelle Bemessungsbauteil zu erstellen.

Der detaillierte Bericht enthält detaillierte Informationen zu Projektdaten, detaillierte Informationen zu Bemessungsbauteilen, detaillierte Informationen zu äquivalenten Lasten, detaillierte Informationen zu Vorspannungen und Nachweisergebnisse. Der Inhalt eines detaillierten Berichts kann durch die Auswahl der Bemessungsbauteile und durch die Berichtseinstellungen beeinflusst werden.

Haupt
⌵ ×

4 Spannglieder

4.1 Spannglied: T1

Material	Anzahl der Litzen	Lastfall	Fläche [mm ²]	Ø [mm]	Max. Anfangsspannung [MPa]	Grenzspannung [MPa]	Spannungsnachweis
Y1860S7-15.7	1	POST (2)	150	15,7	1476,0	1476,0	✓
Reibungsbeiwert						0,20 -	
Unbeabsichtigte Winkeländerung pro Längeneinheit						0,00 m-1	
Spannung von						Anfang	
Spannprozess						Keine Korrektur	
Schlupf (Anfang)						5 mm	
Verankerungsspannung (Anfang)						1476,0 MPa	

4.1.1 Geometrie

Spanngliedgeometrie

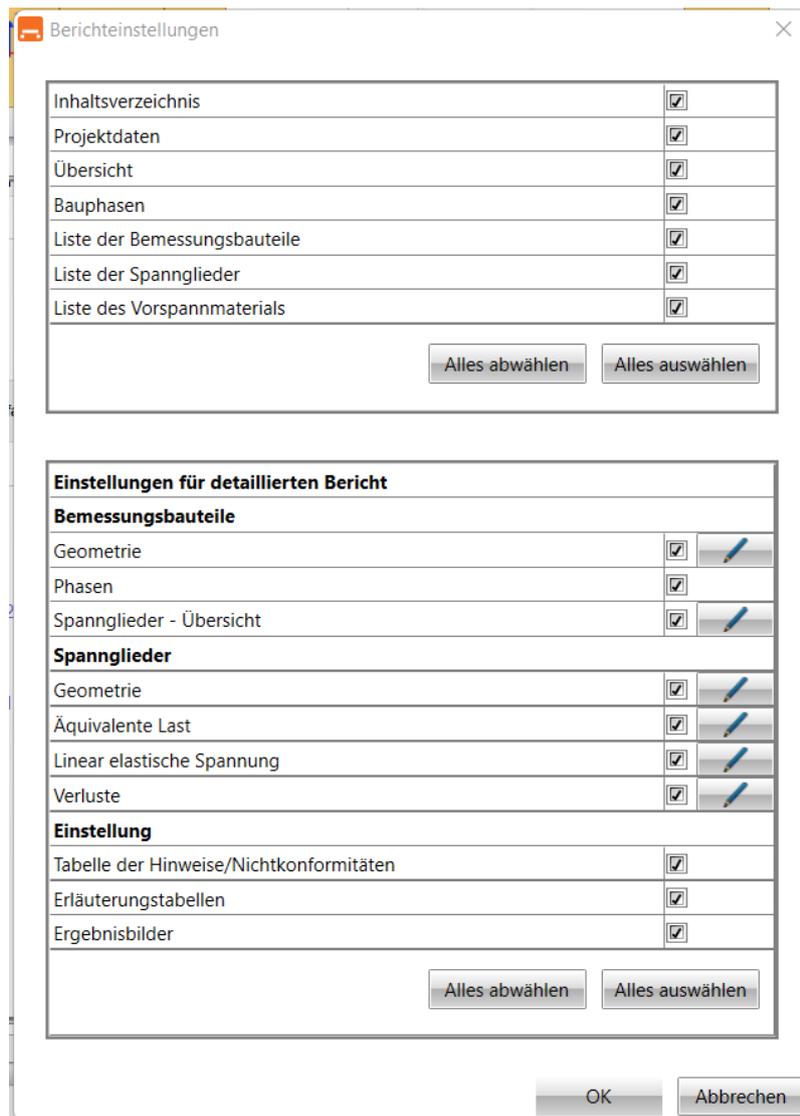
Daten
⌵ ⌵ ×

Name	Bezeichnung	Bauteile	Typ	Gültig	Druck
1	DM1	1-3	Ohne Verbund	✓	

12.4 Berichtseinstellungen

Zum Festlegen des Berichtsinhalts klicken Sie auf **Einstellungen** in der Untergruppe **Bericht** oder auf **Bericht > Einstellungen** im Navigator. Die Berichtseinstellungen bestehen aus globalen Einstellungen und detaillierten Einstellungen.

Klicken Sie auf den Bearbeitungsbutton , um auszuwählen, welche Tabellen und Bilder in den einzelnen Kapiteln ausgegeben werden sollen. Für Kapitel mit grafischer Darstellung können mögliche Bilder zum Drucken und die Größe der Bilder werden.



Einstellungen für globalen Bericht	
Inhaltsverzeichnis	<input checked="" type="checkbox"/>
Projektdaten	<input checked="" type="checkbox"/>
Übersicht	<input checked="" type="checkbox"/>
Bauphasen	<input checked="" type="checkbox"/>
Liste der Bemessungsbauteile	<input checked="" type="checkbox"/>
Liste der Spannglieder	<input checked="" type="checkbox"/>
Liste des Vorspannmaterials	<input checked="" type="checkbox"/>

Alles abwählen Alles auswählen

Einstellungen für detaillierten Bericht	
Bemessungsbauteile	
Geometrie	<input checked="" type="checkbox"/> 
Phasen	<input checked="" type="checkbox"/>
Spannglieder - Übersicht	<input checked="" type="checkbox"/> 
Spannglieder	
Geometrie	<input checked="" type="checkbox"/> 
Äquivalente Last	<input checked="" type="checkbox"/> 
Linear elastische Spannung	<input checked="" type="checkbox"/> 
Verluste	<input checked="" type="checkbox"/> 
Einstellung	
Tabelle der Hinweise/Nichtkonformitäten	<input checked="" type="checkbox"/>
Erläuterungstabellen	<input checked="" type="checkbox"/>
Ergebnisbilder	<input checked="" type="checkbox"/>

Alles abwählen Alles auswählen

OK Abbrechen

12.4.1 Gruppe Bemessungsbauteile

Die Optionen in der Gruppe **Bemessungsbauteile** ermöglichen das Hinzufügen von Berichtskapiteln mit Informationen und Bildern von Bemessungsbauteilen. Es ist möglich, die Ausgabe der Geometrietabelle des Bemessungsbauteils, der Tabelle der Bauphasen, der Tabelle der Spanngliedübersicht und der Positionen für die Nachweistabelle ein- und auszuschalten.

12.4.2 Gruppe Spannglieder

Die Optionen in der Gruppe **Spannglieder** ermöglichen das Hinzufügen von Berichtskapiteln mit Spanngliedinformationen und Bildern.

Es ist möglich, die Ausgabe der Tabelle der Spanngliedgeometrie, der äquivalenten Lasten und der Verluste zu de-/ aktivieren.

12.4.3 Gruppe Einstellungen

- **Tabelle mit Nichtkonformitäten** – Ist die Option deaktiviert, wird keine Tabelle mit Nichtkonformitäten im Bericht ausgegeben. Ansonsten wird Tabelle mit Nichtkonformitäten ausgegeben, sofern sie in der detaillierten Einstellung nicht deaktiviert wurde
- **Erläuterungstabellen** – Ist die Option deaktiviert, werden keine Erläuterungstabellen im Bericht ausgegeben. Ansonsten werden Erläuterungstabellen ausgegeben, sofern sie in der detaillierten Einstellung nicht deaktiviert wurden.
- **Ergebnisbilder** – Ist die Option deaktiviert, wird kein Bild mit grafischer Ergebnisdarstellung im Bericht ausgegeben. Ansonsten werden Bilder ausgegeben, sofern sie in der detaillierten Einstellung nicht deaktiviert wurden.

12.4.4 Detaillierte Berichteinstellungen für bestimmte Kapitel

Ausgabepositionen des ausgewählten Nachweises, die im Bericht ausgedruckt werden

Tabellen	
Tabellenname	Drucken
Lineare elastische Spannung	<input checked="" type="checkbox"/>
Erläuterungstabelle	<input checked="" type="checkbox"/>
Bilder	
Bildname	Drucken
Lineare elastische Spannung	<input checked="" type="checkbox"/>
Höhe der Bilder	450
Breite der Bilder	600

OK Abbrechen

- **Tabellen** – Alle verfügbaren Tabelle des aktuellen Kapitels werden in der Gruppe **Tabellen** aufgelistet. Einzelne Tabellen können für die Ausgabe de-/ aktiviert werden
 - **Tabelle mit Nichtkonformitäten** – Tabellenausgabe im Bericht mit Nichtkonformitäten
 - **Erläuterungstabelle** – Tabellenausgabe im Bericht mit Erläuterungen zu den im Nachweis verwendeten Symbolen
- **Bilder** – Liste mit den verfügbaren grafischen Ergebnisdarstellungen für das bearbeitete Kapitel. Der Bildname und die Druckoption sind nicht verfügbar

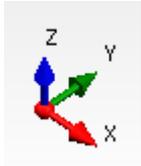
Höhe der Bilder – Bildhöhe für Bilder im aktuellen Dokumentenkapitel

Breite der Bilder – Bildbreite für Bilder im aktuellen Dokumentenkapitel

13 Koordinatensysteme und Konvention der Schnittgrößen

Alle verwendeten Koordinatensysteme sind rechtshändig.

13.1.1 Globales Koordinatensystem

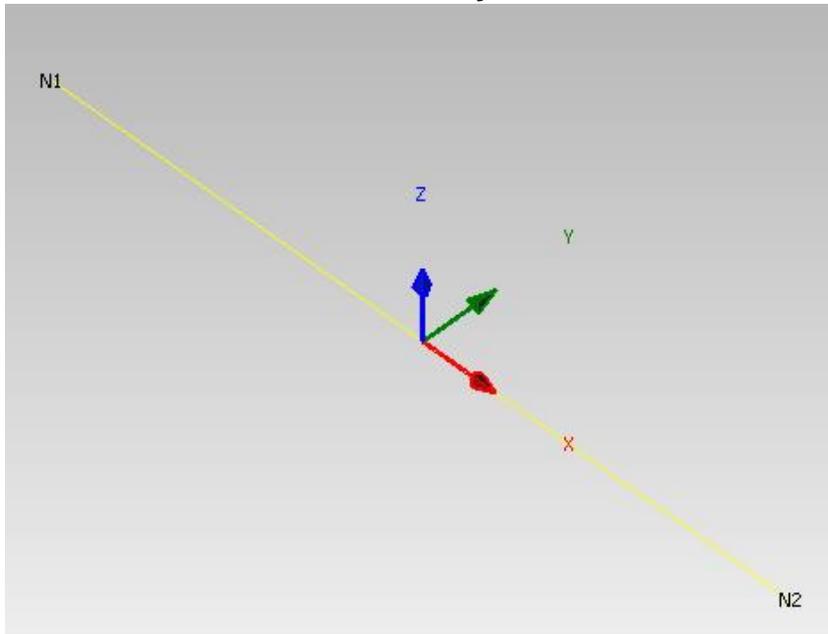


Die X-Achse des globalen Koordinatensystems verläuft horizontal von links nach rechts.

Die Y-Achse des globalen Koordinatensystems verläuft horizontal rückwärts

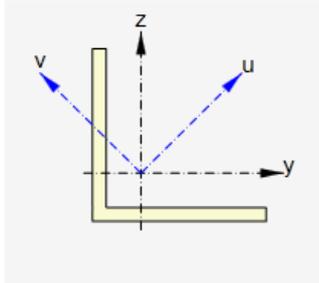
Die Z-Achse des globalen Koordinatensystems führt vertikal nach oben

13.1.2 Lokales Koordinatensystem des Bauteilbereichs



Jeder Teil des Bauteils wird durch den Anfangs- und Endknoten definiert. Jeder Teil des Bauteils hat ein lokales Koordinatensystem, dessen Ursprung im Anfangsknoten des Teils des Bauteils liegt. Die lokale X-Achse des Teils des Bauteils ist identisch mit seiner Achse und ist zum Ende des Teils des Bauteils ausgerichtet. Die lokale Y-Achse des Teils des Bauteils ist generell horizontal und die lokale Z-Achse führt nach oben.

13.1.3 Koordinatensystem in Querschnitten



Querschnittsachsen werden mit y (horizontal) und z (vertikal) bezeichnet.

Hauptquerschnittsachsen sind mit u und v bezeichnet.

Sind die Bezugsachsen mit den Hauptmittelachsen des Querschnitts identisch, werden nur Bezugsachsen dargestellt.

13.1.4 Schnittgrößen auf Bauteilen (1D)

Schnittgrößen auf 1D-Bauteilen haben folgende Wirkungen:

- Ein positives Biegemoment M_y verursacht Zug in Querschnittsfasern mit negativer Y -Koordinate
- Ein positives Biegemoment M_z verursacht Zug in Querschnittsfasern mit negativer Z -Koordinate
- Ein positives Torsionsmoment M_x wirkt um die X -Achse des 1D Bauteils
- Eine positive Normalkraft N wirkt in Richtung der X -Achse des Bauteils und verursacht Zug in den Querschnittsfasern
- Eine positive Scherkraft V_y wirkt in Richtung der Y -Achse des Querschnitts
- Eine positive Scherkraft V_z wirkt in Richtung der Z -Achse des Querschnitts

