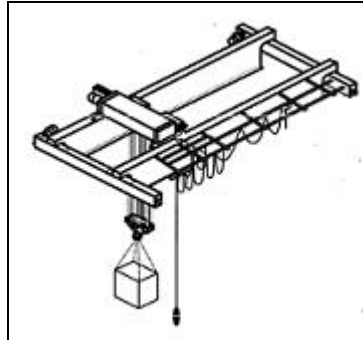


Bedienungsanleitung 6.9.6 EN-KRAN



© G. Wagner (10.6..2025)

Inhalt

1. Allgemeines.....	4
2. Installation.....	5
2.1 Download.....	5
2.2 Erster Programmstart.....	5
2.3 Weiterer Programmstart.....	6
3. Dateneingaben für Projekte.....	6
3.1 Obermenü.....	6
3.2 Basisdaten.....	6
3.3 Krandaten.....	7
3.3.1 Asymmetrische Anordnung der Kranbrücken.....	9
3.4 Antriebsdaten.....	11
3.4.1 Motor und Puffer.....	11
3.4.2 Kennlinie degressiver Puffer (Typ C).....	12
3.4.3 Kranräder.....	12
3.4.4 Kran-Führungsrollen.....	14
3.4.5 Katzräder.....	15
3.5 Brückenträger - Querschnitte.....	16
3.6 Brückenträger - Kopfträgeranschluss – (Schrauben).....	19
3.7 Kopfträgerkoppelung.....	21
3.8 Querträger bei Zweiträger-Hängekranen.....	22
3.9 Ermüdung.....	23
3.9.1 Spannungsverlaufsparemeter – Eingabe für Tragwerksdetails.....	23
3.9.2 Spannungsverlaufsparemeter - Rechnerische Ermittlung.....	23
3.9.3 Charakteristische Werte der Schwingbreite je Detail.....	24
3.9.4 Spannungsverlaufsparemeter – Eingabe für Räder.....	25
3.10 Ergebnisse und Ausgaben.....	26
3.11 Querschnittsoptimierung.....	28
4. Konstruktionsregeln.....	30
4.1 Konstruktionsregeln für Querschnitte.....	30
4.2 Konstruktionsregeln für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.....	31
5. Datenbank.....	32
5.1 Datenbank - Werkstoffe.....	32
5.2 Datenbank - Blechdaten.....	33
5.3 Datenbank - Katzen.....	34
5.4 Datenbank - Kopfträger.....	39
5.4.1 Brückenkrankopfträger.....	39
5.4.2 Hängekrankopfträger.....	40
5.4.3 Kopfträger mit H-Profil und Radblöcken.....	41
5.5 Datenbank – Kopfträgeranschlüsse.....	42
5.5.1 Seitlicher Anschluss.....	42
5.5.2 Vertikaler Anschluss.....	43
5.6 Datenbank - Antriebe und Puffer.....	44
5.7 Datenbank - Beulsteifen.....	44
6. Hinweise.....	45
6.1 Fehlerbehebung.....	45
6.2 Parallelbetrieb.....	45
6.3 Updates.....	46
7. Empfehlungen für sinnvolle Reihenfolge der Eingaben.....	47
7.1 Projekt ohne Optimierung und Ermüdungsnachweis.....	47

7.2 Projekt mit Nachweis der Ermüdungsfestigkeit.....	47
7.3 Projekt mit Querschnittsoptimierung	47
Anhang 1: Ergebnisse Kastenträger	48
Anhang 2: Schnittgrößen und resultierende Spannungen	53
Anhang 3: Methode der Errechnung der s_m -Parameter.....	54
Anhang 5: Statisches System der Zweiträgerbrückenkrane	59
Anhang 6: Darstellung der Ergebnisse des Nachweises der statischen Festigkeit.....	61
Anhang 7: Wirkung der Radlasten der Katzen.....	63
Anhang 8: Modellannahmen für Plattenbeanspruchung	65
Anhang 9: Unterschiede EN 13001 und EN 1991-3	66
Anhang 10: Unterschiede EN 13001-3-1:2025 zu :2018	67

1. Allgemeines

Das Programm dient zur Erstellung der Nachweise nach EN 13001 und EN 15011 für Einträger- und Zweiträger-Brückenkrane, Einträger- und Zweiträger-Hängekrane und Winkelkatzkrane.

Es setzt ein Microsoft Betriebssystem ab Windows 95 voraus.

Der Bildschirm sollte auf mindestens 1024*768 Pixel und die Task-leiste einzeilig eingestellt sein.

Das Programm ist intensiv getestet – eine Gewähr für Fehlerfreiheit kann dennoch nicht gegeben werden.

Diese Bedienungsanleitung beschreibt die Funktionen des Programms. Fehlbedienungen werden durch Warn- oder Fehlerhinweise angezeigt, die in dieser Bedienungsanleitung nicht beschrieben werden.

Die Darstellung der Fenster in dieser Anleitung zeigt die Fenster in der „klassischen“ Ansicht. Andere Einstellungen des Bildschirms sind möglich und beeinflussen das Programm nicht.

Nach der Installation von Updates mit kleineren Änderungen können die Ansichten der Fenster gegenüber dieser Bedienungsanleitung geringfügig verändert sein.

Die Anwendung des Programms erzeugt weitere Sub-Ordner:

Unter ..\EN-Kran\Daten werden alle Daten abgelegt:

- Der Ordner ... \Datenbank enthält alle projektunabhängigen Daten.
- Der Ordner ... \Texte enthält alle Fenstertexte, Meldungstexte und Printertexte.
- Der Ordner ... \EPROJEKTE enthält alle bearbeiteten Einträgerkranprojekte.
- Der Ordner ... \ZPROJEKTE enthält alle bearbeiteten Zweiträgerkranprojekte.

Jedes Kranprojekt wird in einem Ordner ... \Projektname zusammengefasst. Ein Projekt betrifft jeweils einen Kran. Der Projektname ist beliebig wählbar. Es empfiehlt sich, eine systematische Namensgebung, z.B. nach Kundennamen oder Projektnummern.

Alle Projektordner dürfen von Hand gelöscht werden. Das Löschen oder Manipulieren einzelner Files im Projektordner gefährdet jedoch den weiteren Betrieb des Programms. Die E- oder Z-Projektordner können auf andere Rechner (auf denen EN-Kran installiert ist) in deren Ordner ..\Daten kopiert werden, ebenso die Ordner von Einzelprojekten.

Katz- und Kopfträgerdaten, die extern mit EN-Kran erzeugt wurden, können in die jeweilige Datenbank kopiert werden. Dies ermöglicht Komponentenherstellern das Bereitstellen der Daten ihrer Komponenten.

2. Installation

2.1 Download

Beim Download aus dem Internet wird das Setup von manchen Betriebssystemen selbsttätig gestartet. Ansonsten wird die Installation durch Anklicken von „Setup.exe“ gestartet.

Beim Installieren von Updates (oder erneuter Installation) werden nur die geänderten Programmteile überschrieben, gespeicherte Benutzerdaten (Datenbanken) und Einstellungen bleiben unberührt.

Die Ordner, in denen das Programm abgelegt wird, können gewählt werden. Als Vorgabe ist der Ordner C:\Programme\EN-Kran für die EXE-Programme und für die Daten der Ordner C:\ProgramData\EN-Kran voreingestellt.

Alle Programmteile und benötigte Bibliotheken installieren sich selbsttätig.

Das Programm kann anschließend über das Startmenü gestartet werden.

Die Navigation in allen Programmteilen erfolgt generell über das Anklicken mit der Maus oder über die Tastatur (Tab-Taste, Pfeiltasten oder Eingabeende/Return-Taste). Die jeweils angewählten Eingabefelder erscheinen gelb unterlegt.

Alle Programmteile dürfen zu allen Zeitpunkten beendet werden. Nach Neustart kann weitergearbeitet werden.

2.2 Erster Programmstart

Beim ersten Start des Programms erscheint das Auswahlfenster des Verwaltungsprogrammes.



Zunächst ist die Oberflächensprache zu wählen. Anschließend ist das Lizenzfenster zu bedienen:

Dem Disclaimer muss zugestimmt werden.

Ohne Lizenzschlüssel läuft das Programm als eingeschränkte Demoversion.

Durch Anklicken des Lizenzkennwortes wird dieses in den "Clipboard"-Speicher übernommen.

Nach der Zustimmung muss für den Administrator ein Passwort vergeben werden:

The screenshot shows a user management interface. On the left, there is a language dropdown menu set to 'D - Deutsch'. In the center, the 'Bearbeiter:' dropdown menu is set to 'Administrator'. To the right, there are two password input fields: 'Passwort:' and 'Passwort wiederholen:'. An arrow points to the 'Passwort:' field.

Vom Administrator können weitere Anwender zugelassen oder wieder gelöscht werden:

The screenshot shows the user management interface. The 'Bearbeiter:' dropdown menu is set to 'Administrator'. Below it, there is a 'Neuer Bearbeiter' button and a text input field. A checkbox labeled 'Passwortschutz je Anwender' is checked. At the bottom, there is a 'Bearbeiter löschen' button. A 'Passwort ändern' button is visible in the top right corner.

Eingabe der Anwendernamens und Anklicken der Taste "Neuer Bearbeiter". War der Passwortschutz gewählt, ist nun auch für den Anwender ein Passwort einzugeben.

2.3 Weiterer Programmstart

War das Programm bereits einmal gestartet worden, so öffnet sich nach erneutem Start und Wahl des Bearbeiters folgendes Fenster:

The screenshot shows the 'Projektbearbeitung' window. It has two radio buttons at the top: 'Einträgerkrane' (selected) and 'Zweiträgerkrane'. Below them, there is a text input field for 'Neue Projektbezeichnung (Nr. / Name):' and a dropdown menu for 'Wählbare Projekte:'. On the right, there are buttons for 'Bearbeiten', 'Kopieren', and 'Löschen'. On the left, there are buttons for 'Konstruktionsregeln', 'Datenbank-Eingaben', 'Nur Querschnittsberechnungen', and 'Nur Rad / Schiene Berechnungen'. On the right, there is a section for 'Lizenzkennwort: 221.693.289.391.588', 'Lizenzschlüssel:', and 'Unlizenzierte Testversion'. Below this, there is a 'Disclaimer' button and a checkbox labeled 'Ich akzeptiere die Bedingungen' which is checked.

Neben den Möglichkeiten, Konstruktionsregeln vorzugeben, Datenbank-Eingaben vorzunehmen oder projektunabhängig Querschnittswerte oder Rad / Schiene Kontakte zu berechnen, lassen sich Projekte für Einträger- oder Zweiträgerbrückenkrane

- neu starten (Bezeichnung eingeben und Bearbeiten anklicken)
- wieder öffnen (aus der Liste der wählbaren Projekte)
- kopieren (auf neuen Projektnamen)
- oder löschen.

Liegen bereits mehr als 15 Projekte vor, so kann mittels eines Filters (Krantyp und oder Tragfähigkeiten) die Liste der angezeigten Projekte eingegrenzt werden.

3. Dateneingaben für Projekte

3.1 Obermenü

Nach dem Öffnen eines Projektes erscheint das Auswahlfenster zur Dateneingabe mit dem Projektnamen in der Kopfzeile (siehe auch Anhang 10):



Die einzelnen Fenster sind im wesentlichen selbsterklärend. Dennoch wird in den folgenden Kapiteln auf Besonderheiten oder Details hingewiesen.

Mit der Taste "Zurück" wird wieder zum Verwaltungsprogramm zurückgekehrt.

3.2 Basisdaten

Sinnvollerweise sind zuerst die Basisdaten einzugeben.

Dies sind neben der Kranbauform (z. Bsp. 4-Radkran, 8-Radkran, 4-Radkran mit Unterflanschkatze oder Hängekran bei Zweiträgerkranen oder Brückenkran, Hängekran oder Winkelkatzkran bei Einträgerkranen), der Nenntragfähigkeit und der Kranspannweite (Kranspur bei Brückenkranen oder Trägerlänge bei Hängekranen) insbesondere alle Klassifizierungen der Betriebsbedingungen. Optional können jedem Projekt zusätzlich eine Auftragsnummer und eine Zeichnungsnummer zugewiesen werden.

Beispiel für die Eingabe von Klassifizierungen: Entweder die Klasse U der Gesamtzahl der Arbeitsspiele wählen (dann wird die entsprechende Zahl C angezeigt) oder die Zahl C vorgeben (dann wird die Klasse angezeigt).

Betriebsbedingungen nach EN13001-1:			
Arbeitsspiele C:	<input type="text" value="500"/> *1000	Klasse U:	<input type="text" value="U5"/>
Lastkollektiv kQ:	<input type="text" value="0.504"/> <input type="button" value="Rechnen"/>	Klasse Q:	<input type="text" value="Q5"/>

Das Lastkollektiv kQ kann auch rechnerisch bestimmt werden:

Nach Anklicken der Taste "Rechnen" öffnet sich das Berechnungsfenster:

Berechnung Kollektiv				
Nettolast [kN]	<input type="text" value="50"/>	%	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="button" value="Übernehmen"/>
<input type="text" value="50 [kN]max"/>	<input type="text" value="50.0"/>	<input type="text" value="20.0"/>	<input type="text" value="30.0"/>	kQ = <input type="text" value="0.2415"/>
	<input type="text" value="25.0"/>	<input type="text" value="30.0"/>	<input type="text" value="10.0"/>	
	<input type="text" value="10.0"/>	<input type="text" value="50.0"/>	<input type="text" value="50.0"/>	
<div><input type="button" value="Verwerfen"/> <input type="button" value="Übernehmen"/></div>				03.03.2019 Bearbeiter

Die einzelnen Lastanteile mit ihrem jeweiligen prozentualen Anteil an den Lastzyklen sind einzugeben und zu übernehmen (kleine Taste "Übernehmen" im Fenster). Nach Eingabe aller Werte ist alles zu übernehmen (große Taste "Übernehmen" am unteren Fensterrand). Korrekturen erfolgen durch Überschreiben der Werte: z.B. erneut 50 kN und anderen Prozentwert eingeben oder als Prozentwert Null eingeben, dann ist die Last gelöscht.

Am unteren Rand der Fenster wird jeweils angezeigt, wer zuletzt Eingaben vorgenommen hat.

Weiterhin sind einzugeben: Daten zur Kranschiene, Klassen D der durchschnittlichen Wege, Prüflastfaktoren, Risikofaktor und bei Betrieb im Freien die entsprechenden Winddaten.

Bei 8-Rad –Kranen ist neben dem Radstand R auch der Radstand R1 im Kopfträger einzugeben.

Für Winkelkatzkran zusätzlich der Abstand SR der Katzschiene zum Kranrad Seite 1.Bsp:
Hängekran

Projekt: HProj

Basisdaten | **Krantedaten** | Antriebsdaten | Brückenträger | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

X,Y,Z global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 20000 [mm] R = 2800 [mm] S1 = 4600 [mm] S2 = 3200 [mm]

Bsp: Zweiträger-Brückenkran

Projekt: Sample

Basisdaten | **Krantedaten** | Antriebsdaten | Brückenträger | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

X,Y,Z global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 15000 R = 4000 H = 1000 [mm]

Bsp: 8-Rad-Kran

Projekt: 8-Radkran

Basisdaten | **Krantedaten** | Antriebsdaten | Brückenträger | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

X,Y,Z global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 20000 R = 4000 R1 = 3000 H = 1000 [mm]

Bsp: Winkelkatzkran

Projekt: Winkelkatze

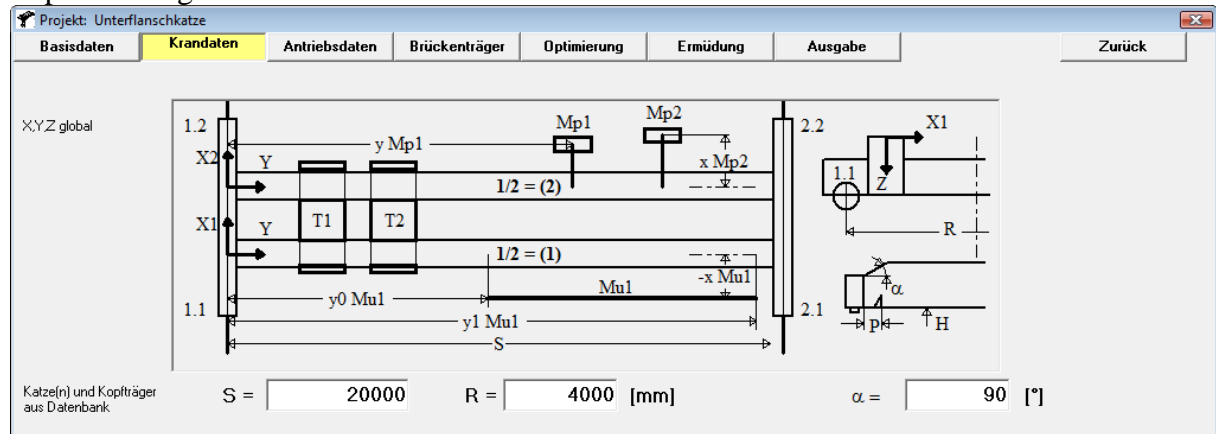
Basisdaten | **Krantedaten** | Antriebsdaten | Brückenträger | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

X,Y,Z global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 16000 [mm] R = 4000 [mm] SR = 300 [mm] H = 300 [mm]

Bsp: Zweiträgerkran mit Unterflanschkatze

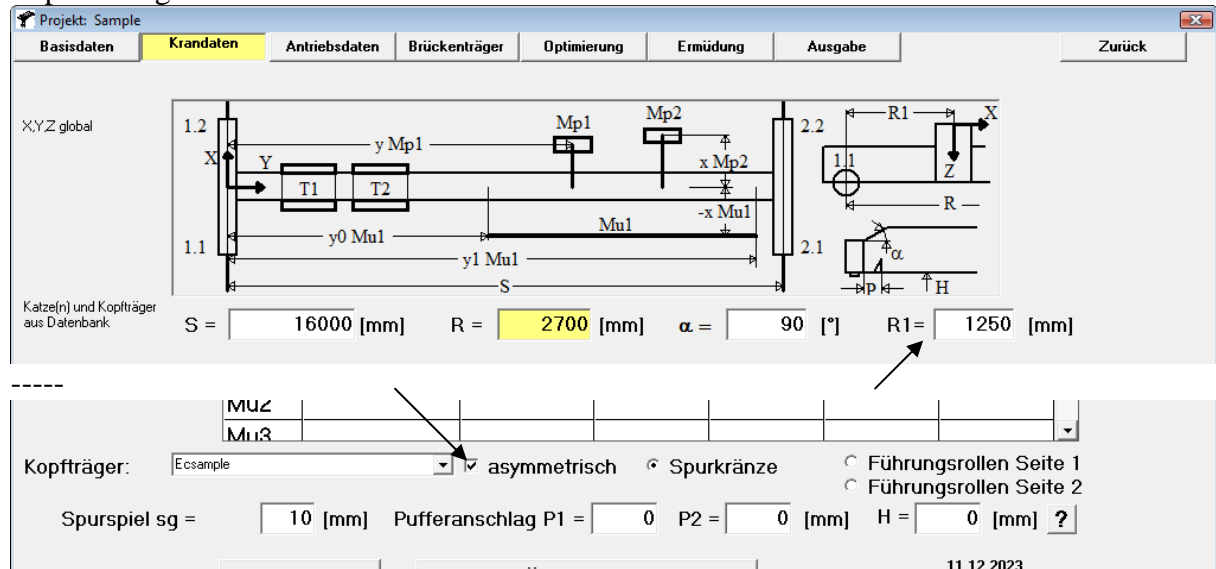


Die Lage der Katzpufferanschlätze P1 und P2 werden ab Kopfträger, bei Hängekranen ab Kragarmende gemessen.

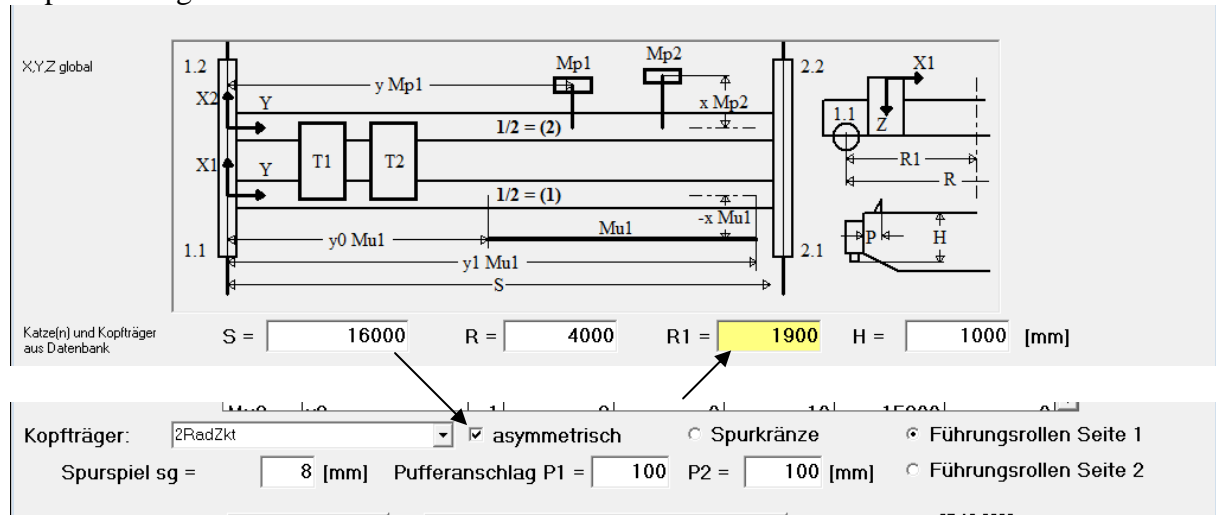
3.3.1 Asymmetrische Anordnung der Kranbrücken

Es können auch asymmetrische Anordnungen der Kranbrücken gewählt werden:

Bsp. Einträgerkran:



Bsp. Zweiträgerkran:



Das Maß R1 bezieht sich bei Einträgerkranen auf die Position der Brückenmitte und bei Zweiträgerkranen auf die Mitte der Katzspur in Relation zu Kranrad 1.1.

Bei anderen Krantypen ist das Maß R1 unterhalb des Kontrollkästchens einzugeben

Bsp. Einträger-Hängekran:

XYZ global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 20000 [mm] R = 2800 [mm] S1 = 4600 [mm] S2 = 3200 [mm]

Kopfträger: HKT1u ☒ asymmetrisch ☒ Spurkränze ☐ Führungsrollen

R1 = 1600 [mm]

? Spurspiel sg = 2 [mm] Pufferanschlag P1 = 10 P2 = 10 [mm] H = 0 [mm] ?

31.05.2025

Bsp. Zweiträger-Hängekran:

XYZ global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 20000 R = 2500.5 S1 = 2800 S2 = 2900 [mm]

Kopfträger: Kopfträger Hängekran 4Rad 2000-25 ☒ asymmetrisch ☒ Spurkränze ☐ Führungsrollen

R1 = 1115 [mm]

? Spurspiel sg = 10 [mm] Pufferanschlag P1 = 10 P2 = 10 [mm]

Bsp. Zweiträger-Brückenkran mit Unterflansch-Katze:

Projekt: Unterflanschkatze

Basisdaten **Krandaten** Antriebsdaten Brückenträger Optimierung Ermüdung Ausgabe Zurück

XYZ global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 20000 R = 4000 [mm] alpha = 90 [°]

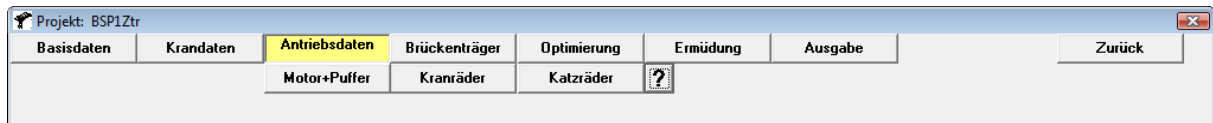
Kopfträger: Test_B ☒ asymmetrisch ☒ Spurkränze ☐ Führungsrollen Seite 1 ☐ Führungsrollen Seite 2

R1 = 1500 [mm]

Spurspiel sg = 10 [mm] Pufferanschlag P1 = 100 P2 = 100 [mm] H = 200.5 [mm] ?

3.4 Antriebsdaten

Hier sind die Daten der Motore und Puffer (immer erforderlich), der Kranräder (optional) und der Katzräder (optional) einzugeben.

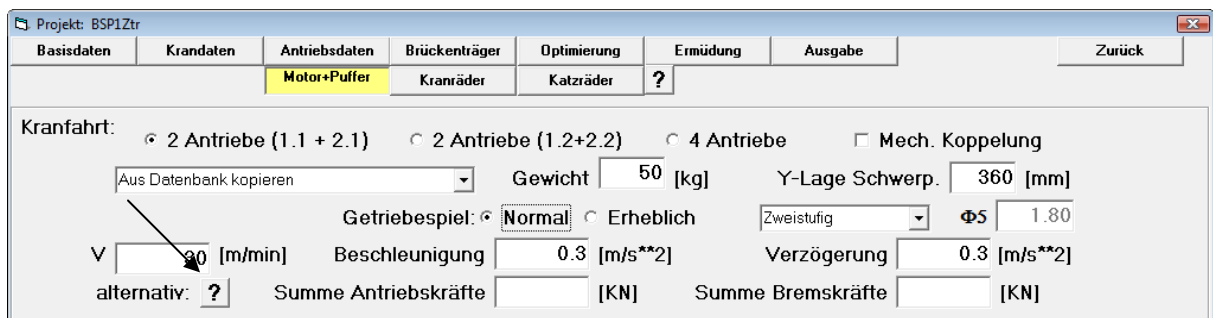


3.4.1 Motor und Puffer

In diesem Fenster sind alle relevanten Daten zur Bestimmung der Dynamik-Beiwerte (mit Ausnahme der Hubwerksbeiwerte, die in der Datenbank den Katzen zugeordnet sind) einzugeben.

Dies betrifft die Kranfahrtantriebe (2 oder 4), die Katzfahrtantriebe und die Puffer. Bei 8-Radkranen sind 4 oder 8 Antriebe möglich.

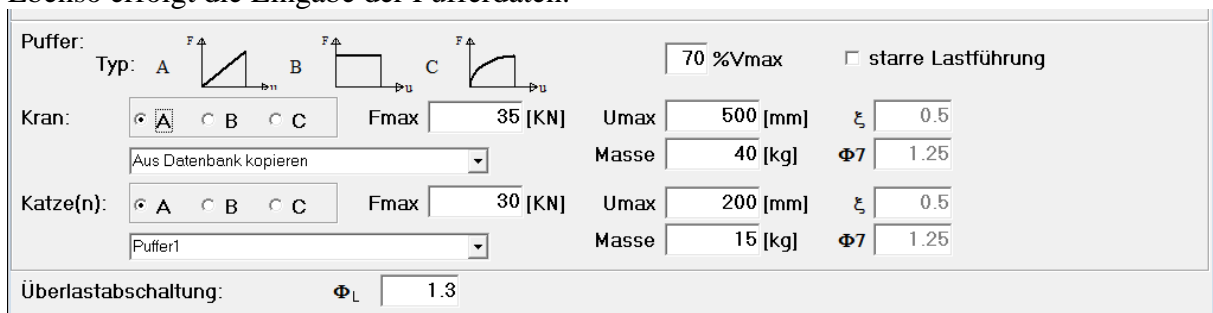
Zur Erläuterung der Antriebsbeschreibungen kann ein Infotextfeld über eine "?"-Taste geöffnet werden:



Infotext:

Beschleunigungswerte gelten für den beladenen Kran. Bei Betrieb im Freien gilt: Sind nur die Angaben für Beschleunigungen ODER nur Antriebskräfte eingegeben; so werden diese auch für Lastfallkombinationen B angewendet. Sind Beschleunigungen UND Kräfte vorgegeben; werden Lastfallkombinationen A mit Beschleunigungen; Lastfallkombinationen B mit den Kräften gerechnet.

Ebenso erfolgt die Eingabe der Pufferdaten:






Bei Wahl "starre Lastführung" wird in den Nachweisen beim Pufferstoß angenommen, dass die Last nicht ausschwingt und somit die Verzögerung der Lastmasse vom Puffer aufgenommen wird.

Die Dynamikbeiwerte Φ_7 werden je Puffertyp erzeugt, der Dynamikbeiwert Φ_L der Überlastabschaltung muss vorgegeben werden.

Alle Antriebsdaten können zunächst auch aus der Datenbank übernommen werden. Im Gegensatz zu Katzdaten und Kopfträgerdaten können sie in jedem Kranprojekt individuell verändert werden.

3.4.2 Kennlinie degressiver Puffer (Typ C)

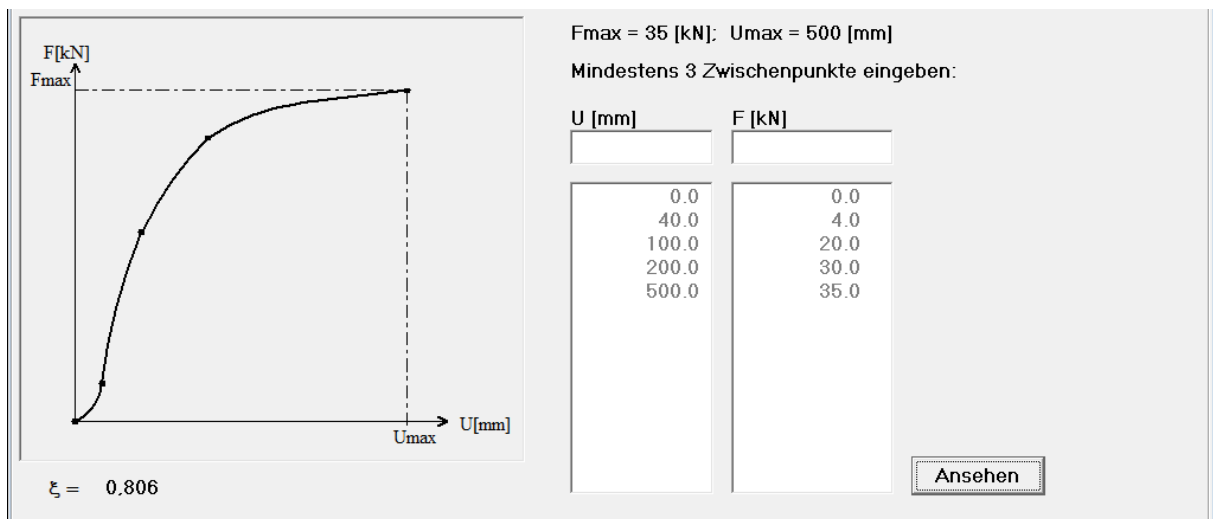
Für degressive Puffer muss der Faktor der relativen Pufferenergie ξ vorgegeben werden:

Puffer: Typ: A  B  C  ☐ 70 %Vmax ☐ starre Lastführung

Kran: ☐ A ☐ B ☒ C Fmax Umax ξ Rechnen

Masse $\Phi 7$

Bei bekannter Kennlinie kann er auch nach Anklicken der Taste "Rechnen" ermittelt werden:



3.4.3 Kranräder

In diesem Fenster sind alle Daten zur Bestimmung der Grenzwerte der Bemessungskraft für den statischen Festigkeitsnachweis und die Einhärtetiefe zml nach EN 13001-3.3 einzugeben.

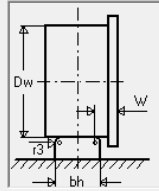
Brückenkran Linienkontakt:

Projekt: BSP1Ztr

Basisdaten | Krantdaten | Antriebsdaten | **Brückenträger** | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

Motor+Puffer | **Kranräder** | Katzräder | ?

Kranräder ☒ Linienkontakt ☐ Punktkontakt



Dw = bh = r3 = [mm]
W = [mm]

Toleranzklasse Schiene ISO 12488-1 Schiene starr gelagert
Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung
Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

Schiene HBW [N/mm**2]

Brückenkran Punktkontakt:

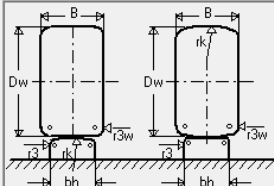
Projekt: BSP1Ztr

Basissdaten | Krandaten | Antriebsdaten | Brückenträger | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

Motor+Puffer | **Kranräder** | Katzräder | ?

Kranräder

☐ Linienkontakt ☒ Punktkontakt



Dw = bh = r3 = [mm]
 B = rk = r3w = [mm]

Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung

Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

Schiene HBW [N/mm**2]

Der Raddurchmesser Dw und die Schienenbreite bh werden direkt aus den Eingaben der Basisdaten und der Kopfträgerdaten übernommen. Die bildliche Darstellung mit oder ohne Spurkranz ergibt sich ebenfalls aus der unter Krandaten festgelegten Führungsmittel. Werden Schienen oder Radwerkstoffe der EN 13001-3.3 gewählt, so wird der Härtewert HBW selbsttätig besetzt. Für andere Werkstoffe (deren Bezeichnung einzugeben ist) muss der HBW-Wert eingegeben werden.

Die Ergebnisse sind bei der Ausgabe der Antriebsdaten ersichtlich.

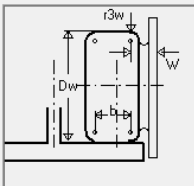
Hinweis: Aus dem Verwaltungsprogramm lässt sich durch Anklicken der Taste "Nur Rad / Schiene Berechnungen" eine projektunabhängige Berechnung starten, bei der alle Ergebnisse direkt gezeigt werden.

Hängekran Linienkontakt:

Motor+Puffer | **Kranräder** | Katzräder | ?

Kranräder

☒ Linienkontakt ☐ Punktkontakt



Dw = b = [mm]
 W = r3w = [mm]

Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung

Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

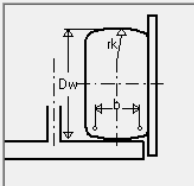
Schiene HBW [N/mm**2]

Hängekran Punktkontakt:

Motor+Puffer | **Kranräder** | Katzräder | ?

Kranräder

☐ Linienkontakt ☒ Punktkontakt



Dw = b = [mm]
 rk = [mm]

Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung

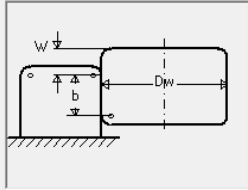
Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

Schiene HBW [N/mm**2]

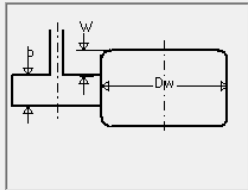
3.4.4 Kran-Führungsrollen

Wenn unter "Krandaten" Führungsrollen als Führungsmittel gewählt wurden, so wird unterhalb der Dateneingabe für die Kranräder die (optionale) Eingabe für Führungsrollen ermöglicht.

Dateneingabe Brückenkrane:

Führungsrollen	
	<div>Dw = <input type="text"/> b = <input type="text"/> [mm]</div> <div>W = <input type="text"/> [mm]</div> <div>Anzahl Führungsrollenpaare je Ecke: <input type="text" value="1"/></div> <div>Werkstoff: <input checked="" type="radio"/> Stahl <input type="radio"/> Stahl gehärtet <input type="radio"/> Gusseisen</div> <div><input type="text"/> HBW <input type="text"/> [N/mm**2]</div>

Dateneingabe für Hängekrane:

Führungsrollen	
	<div>Dw = <input type="text"/> b = <input type="text"/> [mm]</div> <div>W = <input type="text"/> [mm]</div> <div>Anzahl Führungsrollenpaare je Ecke: <input type="text" value="1"/></div> <div>Werkstoff: <input checked="" type="radio"/> Stahl <input type="radio"/> Stahl gehärtet <input type="radio"/> Gusseisen</div> <div><input type="text"/> HBW <input type="text"/> [N/mm**2]</div>

3.4.5 Katzräder

Die Dateneingabe (optional) entspricht der Dateneingabe der Kranräder:

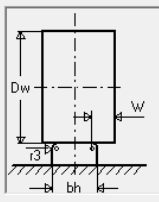
Katzräder Zweischielenkatzen oder Winkelkatzen:

Projekt: Z4711

Basisdaten | Krantdaten | Antriebsdaten | Brückenträger | **Katzräder** | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

Motor+Puffer | Kranräder | **Katzräder** ?

☒ Linienkontakt ☐ Punktkontakt



Toleranzklasse Schiene ISO 12488-1 Schiene starr gelagert

Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung

Schiene HBW [N/mm**2]

bh = r3 = [mm]

KatzeT1 Testkatze_Längs_symm1

Dw = W = [mm]

Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

HBW [N/mm**2]

KatzeT2 Testkatze_Längs_symm1

Besitzt der Kran mehrere Katzen, so erfolgt die Eingabe für jede Katze getrennt. Sind die Katzen baugleich, so werden die Werte zunächst für alle baugleichen Katzen übernommen. Sie sind jedoch auch getrennt veränderbar. Die Werte der Schienenbreite und des Katzraddurchmessers werden aus den Brückendaten und den Katzdaten selbsttätig übernommen.

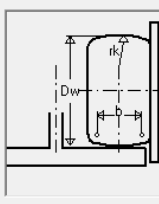
Katzräder Unterflanschkatzen:

Projekt: HProj1

Basisdaten | Krantdaten | Antriebsdaten | Brückenträger | **Katzräder** | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

Motor+Puffer | Kranräder | **Katzräder** ?

☐ Linienkontakt ☒ Punktkontakt



Toleranzklasse Schiene ISO 12488-1

Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

☒ Saubere Umgebung ☐ Unsaubere Umgebung

Schienenwerkstoff = Werkstoff Träger Unterflansch

KatzeT1 CrssampleL10

Dw = b = rk = [mm]

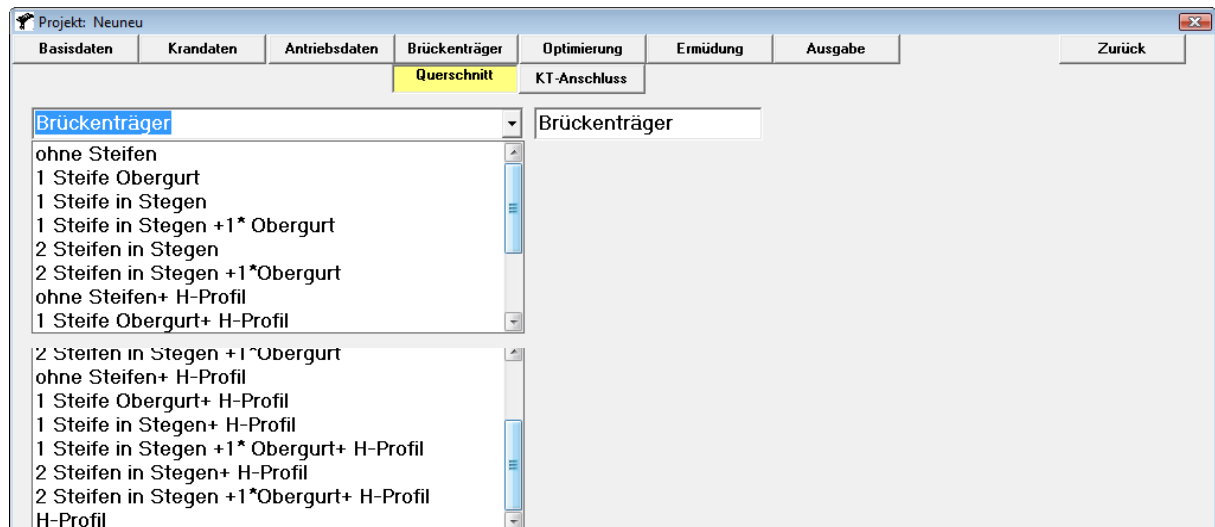
Werkstoffe: Rad ☒ Stahl ☐ Stahl gehärtet ☐ Gusseisen

HBW [N/mm**2]

Für Unterflanschkatzen ist auch die Eingabe des Schienenwerkstoffes nicht erforderlich. Es wird selbsttätig der Werkstoff des Brückenträger-Unterflansches verwendet.

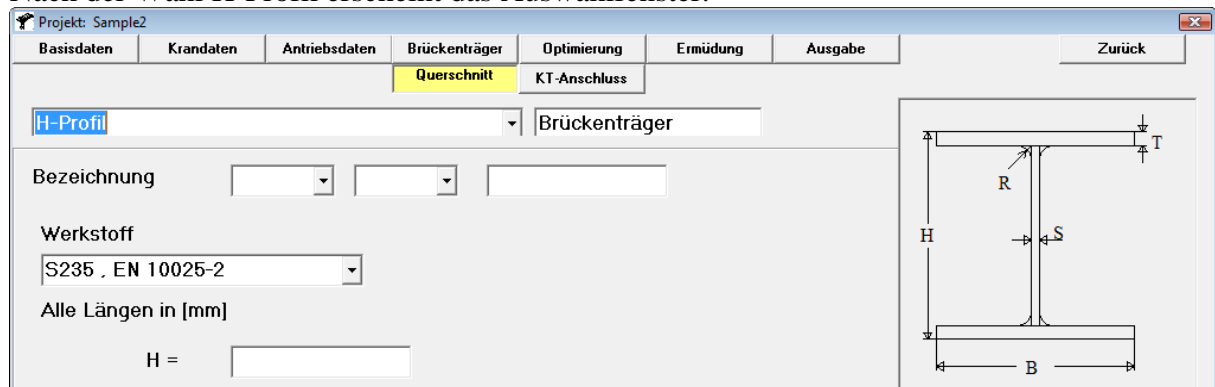
3.5 Brückenträger - Querschnitte

Nach dem Öffnen des Fensters ist zuerst der Trägertyp (Kasten mit oder ohne Beulsteifen, H-Profil oder Kasten mit unten angesetztem H-Profil) auszuwählen (Beispiel für Einträgerkran):



Für H-Profile:

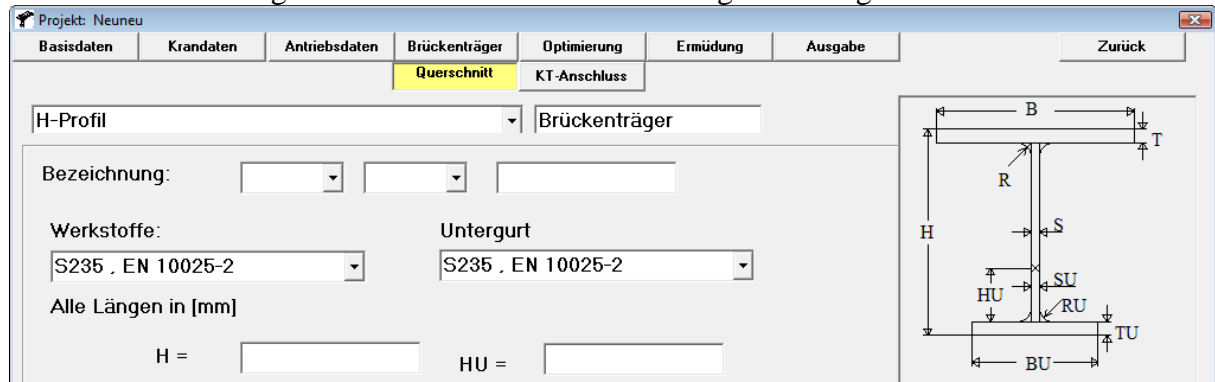
Nach der Wahl H-Profil erscheint das Auswahlfenster:



Wird HEA, HEB, HEM oder IPE im DropDown gewählt, so werden die Abmessungswerte automatisch gesetzt. Ansonsten ist eine beliebige Eingabe der Werte H, B, T, S und R möglich.

H-Profile für Zweiträgerkrane mit aufgeschweißter Schiene benötigen noch die Schienenbreite und Höhe.

Auch ein zusammengesetztes Profil mit anderem Untergurt ist möglich:



Für Kastenträger sind weitere Daten erforderlich. Beispiel für Zweiträgerkrane:

Projekt: NeuLeer

Basisdaten | Krantdaten | Antriebsdaten | **Brückenträger** | Optimierung | Ermüdung | Ausgabe | Zurück

? Qu: Brücke 1 Qu: Brücke 2 KT-Anschluss 1 KT-Anschluss 2

Schiene über Steg +2+1 Steg-Steifen | Brückenträger

Werkstoff TU: S235, EN 10025-2 TO: S235, EN 10025-2
 TS1: S235, EN 10025-2 TS2: S235, EN 10025-2

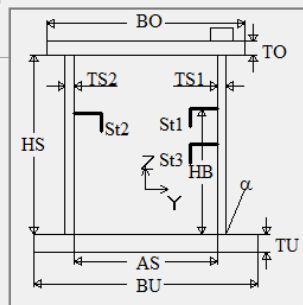
Schweißnähte: A-Maß Alle Längen in [mm]
 TS2-TO: TS-TU: TS1-TO: durch-geschweißt beidseitig

Blechabmessungen
 Obergurtbreite BO: Obergurtdicke TO:
 Untergurtbreite BU: Untergurtdicke TU:
 Steghöhe HS: Stegdicke TS1 (Steg unter Schiene)
 Stegwinkel: ? 0 [°] Stegdicke TS2: (Wenn andere Dicke als unter Schiene)

Schottbreite unten: Dicke: Abstand: Sek.Biegung ? %

Schiene mittragend: ☒ über Innensteg ☐ über Außensteg Höhe: Breite:

Beulsteifen:
 (Steg unter Schiene) St1: HB %HS ? L1: L2: t:
 (Steg nebenüber) St2: HB %HS L1: L2: t:



Infofelder (Anklicken der ?-Taste liefert die Erläuterungen):

- Mit dem Stegwinkel können trapezförmige Kastenquerschnitte erzeugt werden. Die Schottbreite gibt dann die Schottbreite am Untergurt (Einträgerkran oder Kasten mit Schiene über einem Steg) an. Bei Kastenträger mit Schiene in der Mitte des Obergurtes ist die Schottbreite am Obergurt einzugeben. Positiver Schottwinkel: Schott oben breiter. Negativer Schottwinkel: Schott unten breiter. HS ist die wahre Breite des Stegbleches.
- Um die Sekundärbiegung zwischen den Schotten zu berücksichtigen muss hier der prozentuale Anteil der mittragenden Gurtbreiten eingegeben werden. Wert 0 bedeutet: keine Berücksichtigung der Sekundärbiegung.
- Beulsteifen: Das Maß L1 gilt für die Länge senkrecht zu Steg oder Gurt. Das Maß L2 darf 0 sein, d.h. die Steife ist ein Flacheisen

Ansehen Verwerfen Übernehmen ☒ beide Qu. 27.01.2024 Tester

Vor dem Übernehmen eines Querschnittes in das Projekt muss die Taste "Ansehen" angeklickt werden. Dann erfolgt eine Ausgabe der Ergebnisse der Querschnittsberechnung. Beispiele für die Ergebnisansichten sind im Anhang gezeigt.

Das Ergebnis zeigt eine maßstäbliche Zeichnung der Querschnitte mit den Abmessungen und den Punktnummern für den späteren statischen Festigkeitsnachweis. Für jeden Punkt werden die Einheitsspannungen, d.h. die Spannungen unter Schnittgrößen = 1 kN für Kräfte und Schnittgrößen = 1 Nm für Momente ausgegeben.

Nun kann der Querschnitt verworfen oder in das Kranprojekt übernommen werden.

Bei Querschnitten mit Schienen über Stegen wird standardmäßig Schiene "über Innensteg" angenommen. Optional kann auch Schiene "über Außensteg" gewählt werden.

Wichtig: Die Ergebnisse der offenen Profile (HEA, HEB, HEM oder IPE) berücksichtigen nicht die Wölbkrafttorsion. Dies gilt auch für die Nachweise. Soll der Einfluss der Wölbbehinderung berücksichtigt werden, so sind getrennte Berechnungen erforderlich.

Wichtig: Die EN 13001 macht keine Angaben zur Mindeststeifigkeit von Beulsteifen, setzt jedoch voraus, dass jedes Teil-Beulfeld für sich betrachtet werden darf. EN-Kran überprüft, ob die Mindeststeifigkeit die Forderungen der DIN 4114 erfüllt. Ist dies nicht der Fall, so ist der Nachweis einer ausreichenden Mindeststeifigkeit getrennt zu führen.

Besonderheit für Kastenquerschnitt mit Schienen in der Mitte des Obergurtes:

Für diese Bauform muss als Sekundärspannung die Querspannung im Obergurt berücksichtigt werden, die sich aus der Katzradlasteinleitung ergibt.

Diese kann (nach externer Berechnung) direkt vorgegeben werden (Sekundärspannung / Radlast) oder es kann eine interne Berechnung (siehe Anhang 8) genutzt werden. Für die interne Berechnung muss der Abstand zwischen Quersteifen eingegeben werden. Sind keine Quersteifen vorhanden, so ist als Wert erneut der Abstand der Schottbleche einzugeben. Für schottenlose Kastenträger ist als "Schottabstand" die Spannweite einzugeben.

Besonderheit für Kastenquerschnitt für Winkelkatzkran:

In Abhängigkeit von der unter "Krandaten" gewählten Katzbauf orm wird für seitlich gestützte Katzen ein Kastenträger mit einer Schiene über Steg 1 und einer Schiene am Untergurt gezeigt. Für oben gestützte Katzen wird ein Kasten wie für Zweiträgerkran e gezeigt.

Besonderheit für Kastenträger mit unten angesetztem H-Profil:

Anstelle der Untergurtdaten ist ein Standard H-Profil zu wählen. Die errechneten Querschnittsdaten beziehen sich auf einen Kasten (als dessen Untergurt der Obergurt des H-Profils wirkt) und dem unten angesetzten "T-Profil".

Der Kopfrägeranschluss wird auf den Kasten bezogen.

Besonderheit bei Verwendung von A-Schienen:

Wird das Häkchen bei der Option "Schiene mittragend" gelöscht, erscheint die Auswahl der A-Schienen:

Werden A-Schienen eingesetzt, so sollte das Gewicht der Schienenbefestigungen und der elastischen Schienenunterlagen unter Krandaten als gleichverteilte Zusatzmassen (bei $X=0.5 \cdot (\text{Schottbreite} + \text{Stegdicke})$ und $Z=0$) eingegeben werden.

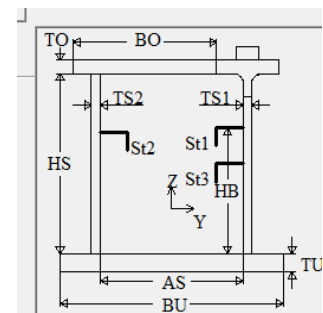
Bei nicht mittragenden Schienen kann die Wirkung von elastischen Schienenunterlagen auf die effektive Verteillänge durch Eingabe des %-Wertes, um den die Verteillänge vergrößert wird, vorgegeben werden.

Besonderheiten bei Querschnitten mit 1/2 H-Profil unter der Schiene:

Die einzugebende Breite des Obergurtes wird ab der Naht zum H-Profil gemessen.

Es dürfen keine Beulsteifen auf dem H-Profil angeordnet sein.

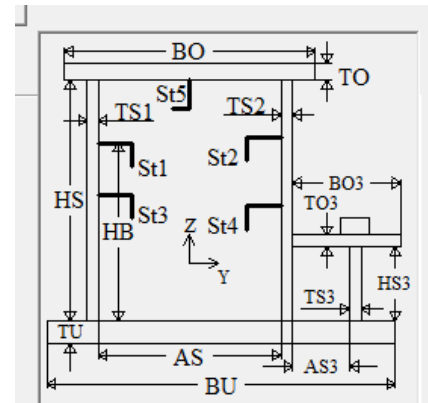
Bei A-Schienen muss der Schienenfuß \leq der Gurtbreite des H-Profils sein



Besonderheiten bei zweizelligen Querschnitten:

Es sind die Abmessungen der 2. Zelle
Gurtbreite BO_3 , Steghöhe HS_3 und Schottbreite AS_3 so-
wie die Blechdicken TO_3 und TS_3 einzugeben.
Ebenso die Werkstoffe für Gurt und Steg,

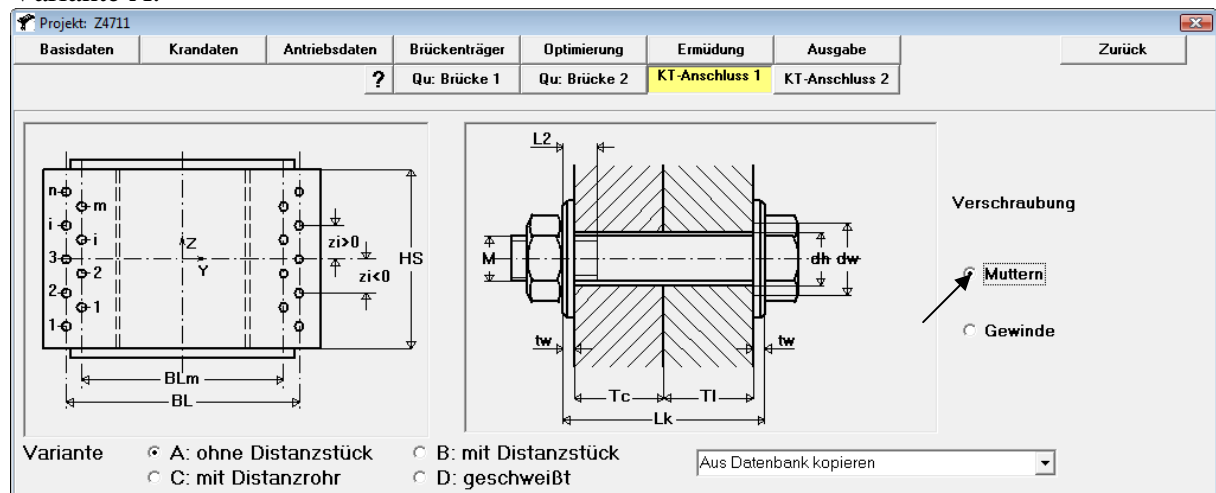
Beulsteifen am Steg TS_2 sind nur oberhalb der kleinen
Zelle zulässig.
Unter der Schiene sind keine Beulsteifen zulässig.



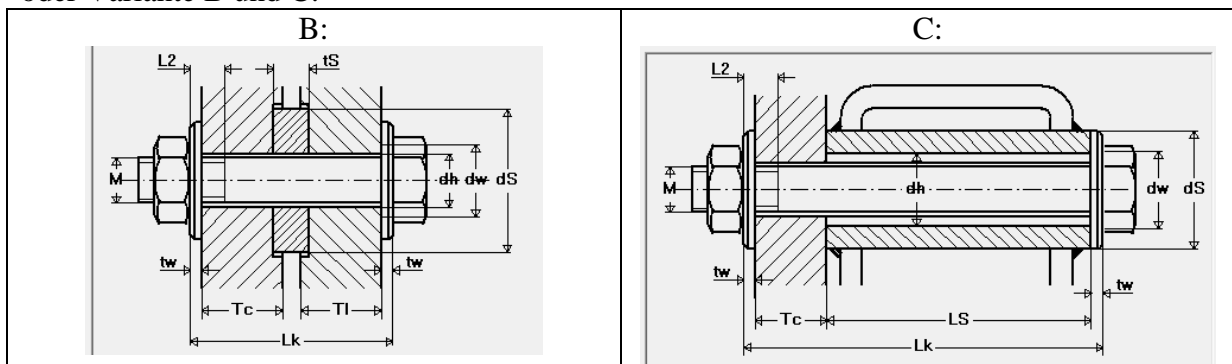
3.6 Brückenträger - Kopfträgeranschluss – (Schrauben)

Über den gewählten Kopfträger liegt fest, ob die Brücke seitlich oder aufgelegt angeschlossen wird. Hängekrane haben abgehängten vertikalen Anschluss (siehe Kapitel 5.5.2)
Es sind vier Varianten für Anschlüsse möglich (3 geschraubt, 1 geschweißt):

Variante A:

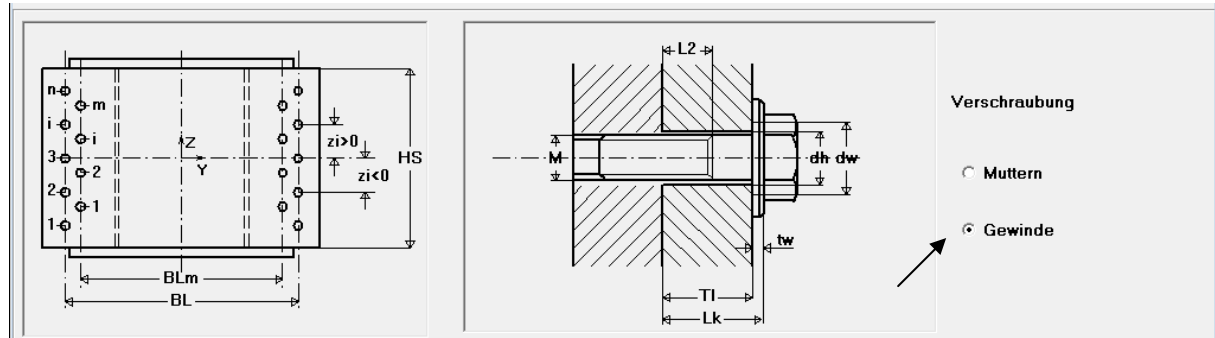


oder Variante B und C:

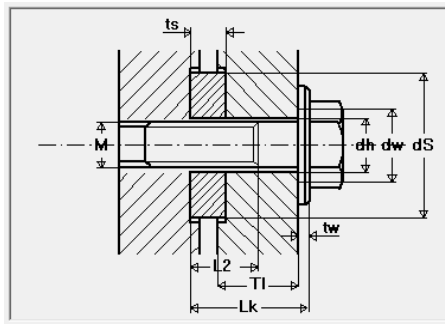


Außerdem kann statt einem Schraubanschluss mit Schraube und Mutter auch ein Anschluss mit Schraube und Gewindebohrung im Kopfträger gewählt werden:

Variante A:



Variante B:



Alle Abmessungen können aus in der Datenbank gespeicherten Anschlussvarianten übernommen oder direkt im Projekt eingegeben werden.

Variante ☒ A: ohne Distanzstück ☐ B: mit Distanzstück
☐ C: mit Distanzrohr ☐ D: geschweißt

☐ n-Spalte ☒ n+m-Spalten Anzahl n Paare Anzahl m

Z-Koordinaten der Bohrungen:

	1	2	3	4
n	-170	-60	60	170
m	100			

Abmessungen in [mm]

BL	BLm	HS	M	dh	dw	L2	Lk	TI	tw
600	500	500	20	24	26	15	23	20	3

Guteklasse Steuerung α_L Lasteinleitung

Die Daten der Verschraubung und der Schweißnähte sind projektbezogen einzugeben:

μ γ_{ss} Guteklasse Steuerung s α_L Lasteinleitung

Nennwert der Bemessungsvorspannung [kN] < Ohne Nachweise: ☐ Nähte ☒ Gleiten ?

Kehlnähte: A-Maß Gurte: ☒ durch-geschweißt Stege: ☒ durch-geschweißt Verstärkte Stegdicke

Infotext: Maximale A-Maße wenn $0.7 \cdot \min(t_1; t_2)$ nicht ausführbar ist. Das A-Maß der Stegnaht wird auf die verstärkte Stegdicke bezogen. Wenn hierfür kein Wert (oder 0) eingegeben wurde; wird das A-Maß auf die Stegdicke des Querschnittes bezogen. Wird ein getrennter Nachweis gewünscht (Option ohne Nachweise Nähte), so wird im statischen Nachweis kein Nachweis der Schweißnähte des Anschlusses ausgeführt. Die Option ohne Nachweise Gleiten kann gewählt werden, wenn Formschluß angenommen wird. Dann wird nur der Nachweis gegen Klaffen geführt.

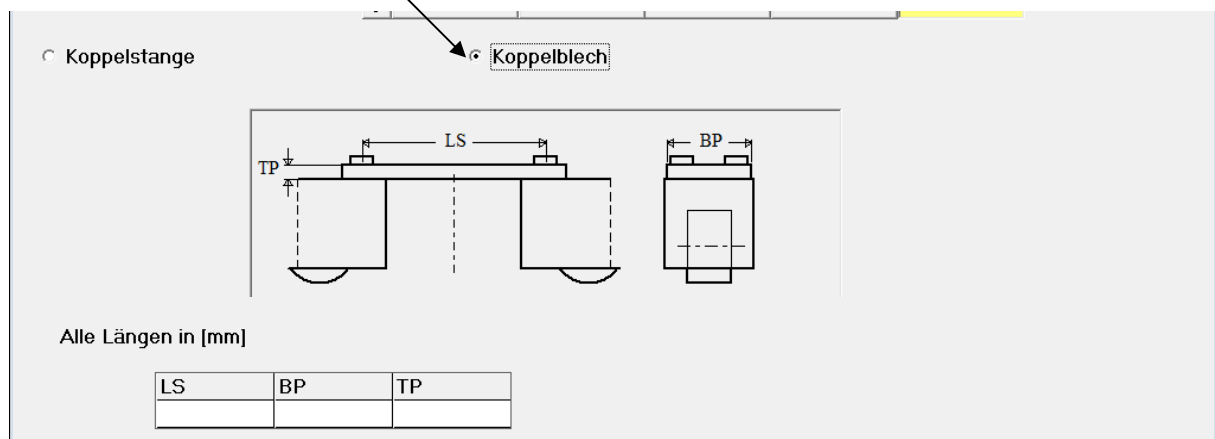
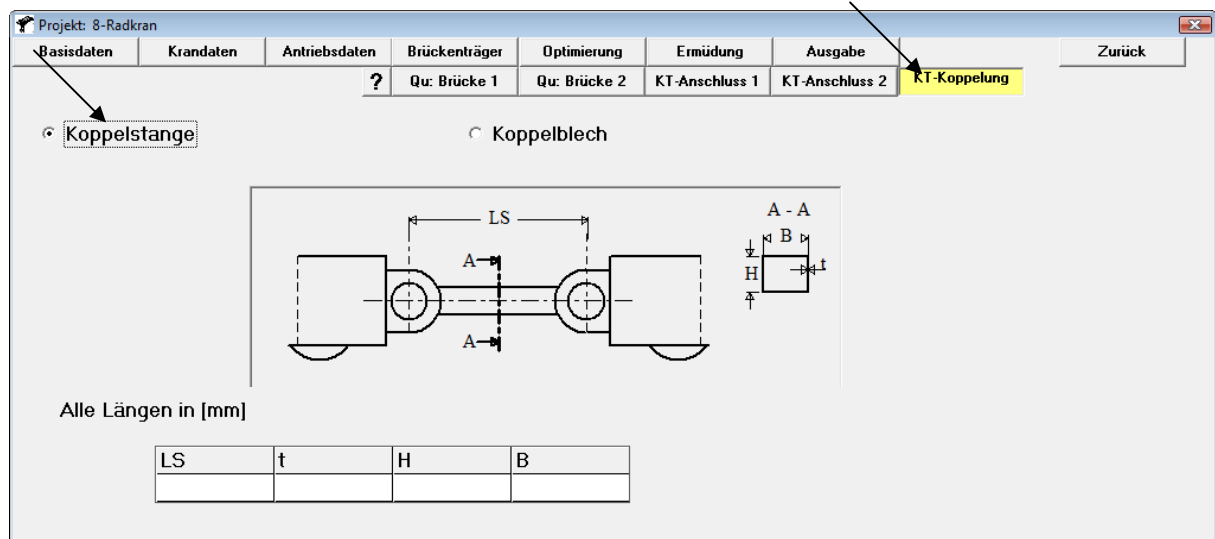
Anmerkung: Die Forderung $0.7 \cdot \min(t_1; t_2)$ wird eventuell in der EN 13001 fallengelassen. Dann wird in der Software EN-Kran ein Update erfolgen.

3.7 Kopfträgerkoppelung

Wenn bei Zweiträgerkranen im Fenster "Basisdaten" als Kranbauform "8-Radkran" gewählt wurde, so sind im Fenster Brückenträger zusätzlich die Daten für die Kopfträgerkoppelung einzugeben.



Die Koppelung kann durch eine Koppelstange mit Bolzengelenken oder durch eine Platte (elastisches Gelenk) erfolgen.



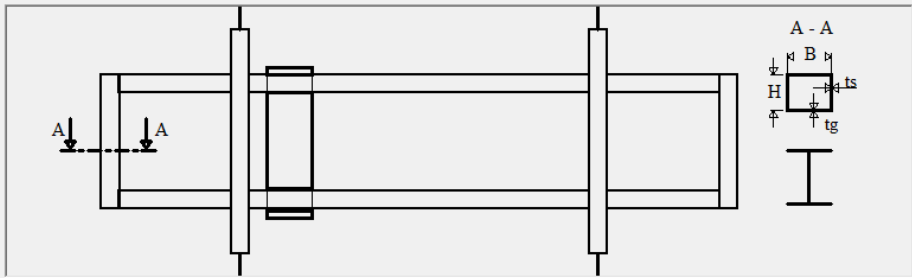
Der Abstand zwischen innen liegendem Kranrad und dem Gelenkbolzen oder dem Plattenanschluss errechnet sich aus dem Radstand des Krans, dem Radabstand R1 der Kopfträger und der Länge LS.

3.8 Querträger bei Zweiträger-Hängekranen

Bei Zweiträger-Hängekranen können optional die Enden der Kragarme durch Querträger verbunden werden.

Projekt: 2TRHK

Basisdaten	Krantedaten	Antriebsdaten	Brückenträger	Optimierung	Ermüdung	Ausgabe	Zurück
			? Qu: Brücke 1	Qu: Brücke 2	KT-Anschluss 1	KT-Anschluss 2	Querträger



Alle Längen in [mm]

ts	tg	H	B

H-Prof.

Verwerfen Übernehmen

07.09.2023
TesterTST

Die Eingabe erfolgt unter "Brückenträger". Es können Vierkantrohre oder H-Profile auf die Kragarme aufgesetzt werden.

Sollen eingegebene und bereits gespeicherte Daten wieder gelöscht werden, so ist nach dem Anklicken der Taste "Querträger" nur die Taste "Verwerfen" anzuklicken.

3.9 Ermüdung

Die Eingaben für Details des Tragwerks (nach EN 13001-3.1) und für die Kranräder (nach EN 13001-3.3) sind getrennt vorzunehmen.

3.9.1 Spannungsverlaufparameter – Eingabe für Tragwerksdetails

Die Nachweise der Ermüdungsfestigkeit werden für 3 Spannungsverlaufparameter (oder 3 Klassen S) durchgeführt, die sich auf die Nachweise von Details (Bleche, Nähte, Schrauben) folgender Orte beziehen:

- Mitte Brückenträger
- Katzschiene oder Unterflansch
- Kopfträger und Kopfträgeranschluss

Hinweis: Standardwerte können als Konstruktionsregeln vorgegeben werden (siehe 4.2.).

Ort	sm	Klasse S
Brücke Trägermitte:	0.002	S02
Katzschiene / Unterflansch:	0.002	S02
Kopfträger / Anschluss:	0.002	S02

Zunächst sind wahlweise die Werte sm oder die Klassen einzugeben.

EN-Kran bietet auch die Möglichkeit, die zutreffenden sm-Werte aus den Krandaten und den Daten der Betriebsbedingungen rechnerisch zu ermitteln.

3.9.2 Spannungsverlaufparameter - Rechnerische Ermittlung

Anklicken der Taste "Rechnen" öffnet folgendes Fenster:

Dateneingabe zur Berechnung der Spannungsverlaufparameter

☐ Anzahl Arbeitsspiele pro Tag ☒ Kran- und Katzfahren mit Hub überlagert

☒ Angabe der Arbeitsspiele in %

Y-Koordinaten (Katzschwerpunkt) [mm]:

Lastaufnahme	Lastabgabe	Ende Leerfahrt	Anzahl Arbeitsspiele pro Tag
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Übernehmen Verwerfen

Für jedes Arbeitsspiel (Zyklus) sind die Katzbewegungen und der Anteil an allen Zyklen einzugeben. Letzteres kann prozentual oder als Arbeitsspiele pro Tag erfolgen. Jede Eingabe ist zu übernehmen (oder zu verwerfen). Die Reihenfolge ist beliebig. Beispiel:

Lastaufnahme	Lastabgabe	Ende Leerfahrt	Anzahl Arbeitsspiele pro Tag
14000	19000	1000	10
1000.0	15000.0	1000.0	10.0
8000.0	12000.0	1000.0	30.0
3000.0	19000.0	5000.0	50.0

Übernehmen Verwerfen

Anhand dieser Angaben und mit den Daten der Betriebsbedingungen, der Kranbrücken, Katzen und der Antriebe werden die Spannungsverlaufparameter ermittelt. Die Methodik ist im Anhang 3 erläutert.

Nach der Übernahme aller Katzbewegungen wird das Ergebnis angezeigt:

Spannungsverlaufparameter sm **Rechnen**

Brücke Trägermitte:	sm =	0.013425	Klasse S:	S1
Katzschiene / Unterflansch:	sm =	0.024899	Klasse S:	S2
Kopfträger / Anschluss:	sm =	0.023311	Klasse S:	S2

3.9.3 Charakteristische Werte der Schwingbreite je Detail

Aus der Drop-Down-Liste oder der Nachweisliste ist die gewünschte Nahtposition und das Detail zu wählen. (Details, die unter den Konstruktionsregeln voreingestellt waren, sind bereits in der Nachweisliste enthalten) Anschließend wird das Detailbild oder mehrere Bilder gezeigt.

Gibt es mehrere Bilder, so ist das Zutreffende durch Anklicken auszuwählen.

Obergurt Längsnaht (Normalsp.)
 Obergurt Quernaht (Normalsp.)
 Obergurt Naht unter Schiene
 Obergurt Schottanschlussnaht
 Obergurt Beulsteifennaht
 Obergurt Ränder
 Obergurt Quernaht (Kreuzend)
 Aufgeschweißte Schiene
 Untergurt Längsnaht (Normalsp.)
 Untergurt Flanschnaht
 Untergurt Quernaht (Normalsp.)

Das gewählte Detail wird umrahmt markiert.

Nahtposition / Nahtort: Detail:
 Obergurt Naht unter Schiene
 Zutreffendes Bild anklicken

Nachweisliste:
 Obergurt Längsnaht (Normalsp.)
 Obergurt Schottanschlussnaht
 Obergurt Beulsteifennaht
 Untergurt Längsnaht (Normalsp.)
 Untergurt Quernaht (Normalsp.)

Detail: 80: Bewertungsgruppe C Anforderungen: Durchgeschweißt mit Badsicherung

Zugang: Zugang ohne Demontage Gefährdung: mit Personengefährdung γ_{mf} 1.15

In Nachweisliste
 Übernehmen Löschen

$\Delta\sigma_c = 80 \text{ [N / mm}^2\text{]}$ $m = 3$

Verwerfen Übernehmen

15.08.2019
 Bearbeiter

Nach Wahl der Detailangaben (im Beispiel Bewertungsgruppe C) und falls dort Wahlmöglichkeiten bestehen, der erforderlichen Anforderungen, Zugangsdaten und Gefährdungsdaten,

wird der $\Delta\sigma_c$ -Wert ermittelt und angezeigt. Nun ist dieses Detail in die Nachweisliste zu übernehmen.

Ist die Nachweisliste komplett, können alle gemachten Eingaben durch Anklicken der unteren "Übernehmen"-Taste ins Programm für den Nachweis übernommen werden., .

3.9.4 Spannungsverlaufparameter – Eingabe für Räder

Die Nachweise der Ermüdungsfestigkeit werden für Spannungsverlaufparameter (oder Klassen Sc) durchgeführt, die sich auf die Nachweise der Kranräder, der Kranschiene, der Führungsrollen und der Katzräder beziehen, soweit für diese unter "Antriebsdaten" Eingaben gemacht wurden..

Zunächst sind wahlweise die Werte sc oder die Klassen Sc einzugeben.

Wenn die Werte direkt eingegeben werden, dienen die Angaben zur Auslegungsanzahl der Räder und der Häufigkeit der Kranfahrt im Bereich nur der Information bei der Ergebnisdarstellung.

EN-Kran bietet auch die Möglichkeit, die zutreffenden sc-Werte aus den Daten der Betriebsbedingungen rechnerisch zu ermitteln: Anklicken der Taste "Rechnen" öffnet das Fenster der Katzbewegungen wie unter 3.8.2 beschrieben. Wenn diese Daten bereits bei den Ermüdungsangaben des Tragwerks eingegeben wurden, so werden diese Daten automatisch übernommen. (Und umgekehrt werden die hier gemachten Eingaben für das Tragwerk übernommen.)

Die Methodik der Ermittlung der sc-Werte ist im Anhang 4 erläutert.

Wenn die sc-Werte rechnerisch ermittelt wurden, so werden sie bei späteren Veränderungen der Auslegungsanzahl lm oder der Häufigkeit der Kranfahrt im Bereich entsprechend korrigiert.

Bedeutung der Häufigkeit der Kranfahrt im Bereich: Unter den Basisdaten ist die durchschnittliche Länge der Kranfahrt vorgegeben. Da dies nicht der Länge der Kranbahn entsprechen muss, kann die Kranfahrt in unterschiedlichen Bereichen der Kranbahn erfolgen. Für die Kranräder hat dies keine Bedeutung, für die Anzahl der Kontakte an einem Ort der Kranbahn jedoch schon. Der Wert der Häufigkeit der Kranfahrt im Bereich gibt deshalb an, welcher Anteil Kranbewegungen im am stärksten befahrenen Bereich stattfindet.

3.10 Ergebnisse und Ausgaben

Nach dem Anklicken der Taste "Ausgabe" kann für die Ausgaben festgelegt werden:

- In welcher Sprache die Ergebnisse gedruckt werden
- Ob die Ausgabe zunächst auf dem Bildschirm oder als PDF oder direkt auf dem Drucker auszugeben ist.
- Ob auf dem Deckblatt ein Firmenlogo gedruckt werden soll.
- Ob auf dem Deckblatt auch der Name des Bearbeiters und das Datum gedruckt werden sollen.

Das Firmenlogo muss als Graphik unter ...\\Daten mit dem Dateinamen "Firmenlogo" (*.bmp;*.ico;*.jpg;*.wmf;*.gif) abgelegt sein. Es wird innerhalb der gewählten Abmessungen (im Beispiel 100x14mm) auf dem Deckblatt oben ausgegeben. Wenn das Deckblatt ausgegeben wird, kann als Option auch das Datum und der Name des Bearbeiters ausgegeben werden.

Es können entweder alle Daten oder nur eine beliebige Auswahl ausgegeben werden. Der Nachweis der statischen Festigkeit ist auf die Ausgabe der "Maximalwerte" voreingestellt, d.h. je Lastfall werden nur die für die Querschnittspunkte Ergebnisse ausgegeben, die die größten Spannungen aufweisen.

Bei der Ausgabe der Kran(tragwerks-) Daten kann optional die Ausgabe eines maßstäblichen Bildes des Katz- und Brückenposition gewählt werden.

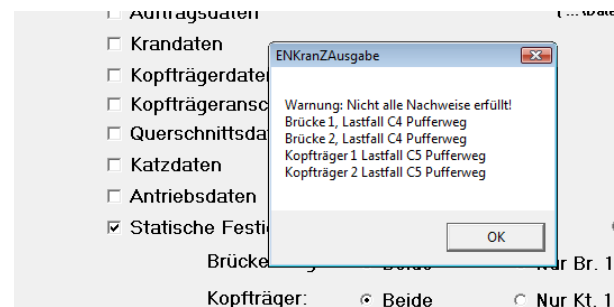
Bei der Ergebnisausgabe der Spannungsnachweise kann ebenfalls gewählt werden, ob die Ergebnisse für beide Kopfträger und bei Zweitträgerkranen, ob die Ergebnisse für beide Brücken auszugeben sind.

Bei der Ausgabe der Kranbahnbelastung ist wählbar, ob die Darstellung der Belastung gemäß EN 13001-2 oder in der Darstellung nach EN 1991-3 gewünscht wird (oder beides).

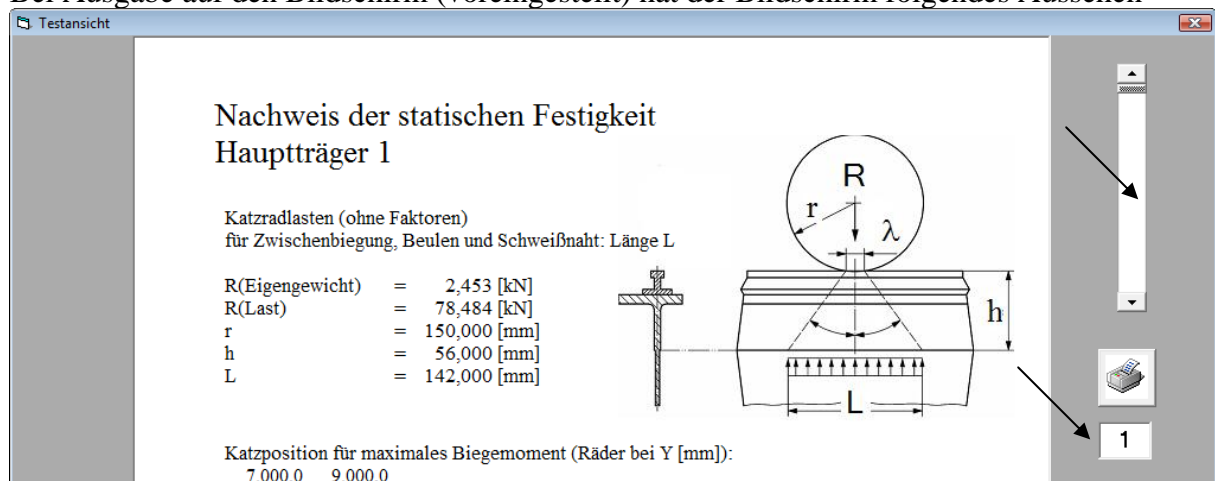
Voreingestellt ist ebenfalls, dass der Ausdruck mit Seitenzahl "1" beginnt.
Der Ausdruck beginnt nach dem Anklicken der Taste "Ausgabe".

☐ Statische Festigkeit ☒ Nur Maximalwerte ☐ Alles
 ☒ Brückenträger ☐ Nur Br. 1 ☐ Nur Br. 2
 ☒ Kopfräger: ☐ Nur Kt. 1 ☐ Nur Kt. 2
 ☒ Beide
☐ Ermüdungsfestigkeit
☐ Funktionalität
☐ Kranbahnbelastung ☐ EN 13001 ☒ EN 1991-3 ☐ Alles
☐ Transportdaten
☐ Inhaltsverzeichnis
☐ Alles wählen
 Start Seitennummer

Im Anhang sind Beispiele von Ausdrucken gezeigt sowie die Interpretation der Ergebnisse.
Sind nicht alle Nachweise erfüllt, so erfolgt vor der Ausgabe ein Warnhinweis.
Im Ausgabebetext sind die entsprechenden Stellen rot markiert.



Bei Ausgabe auf den Bildschirm (voreingestellt) hat der Bildschirm folgendes Aussehen



Im Ausdruck kann mit dem Mausrad, den Pfeiltasten, Bild auf- und Bild ab- Tasten oder mit dem Schieberegister gescrollt werden.

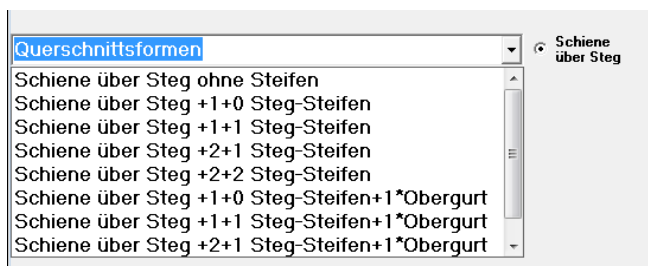
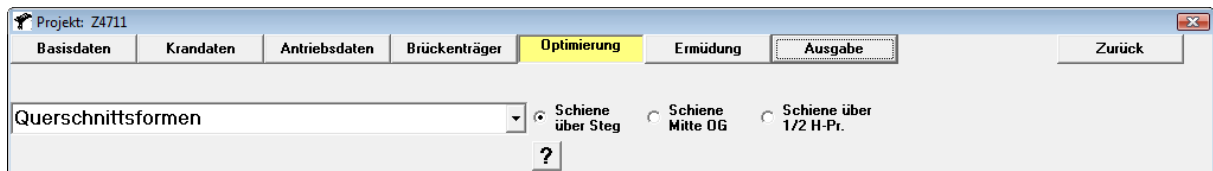
Anklicken des roten Windows – X Symbols kehrt wieder zum Ausgabefenster zurück.

Soll der Ausdruck nun gedruckt werden, ist das Druckersymbol anzuklicken. Die darunter stehende Zahl gibt die Anzahl der Drucke (voreingestellt 1) an.

3.11 Querschnittsoptimierung

EN-KRAN enthält die Option, Kastenträger der Kranbrücken für ein Projekt kostenbezogen zu optimieren, d.h. es wird nach vorgegebenen Konstruktions-Regeln ein Kastenträger ermittelt, der die Nachweise der statischen Festigkeit und der Ermüdungsfestigkeit unter den gegebenen Betriebsbedingungen erfüllt.

Nach dem Anklicken der Taste "Optimierung" ist bei Zweiträgerkranen zunächst die Lage der Katzschiene und dann die Querschnittsform zu wählen, bei Einträgerkranen sofort die Querschnittsform.



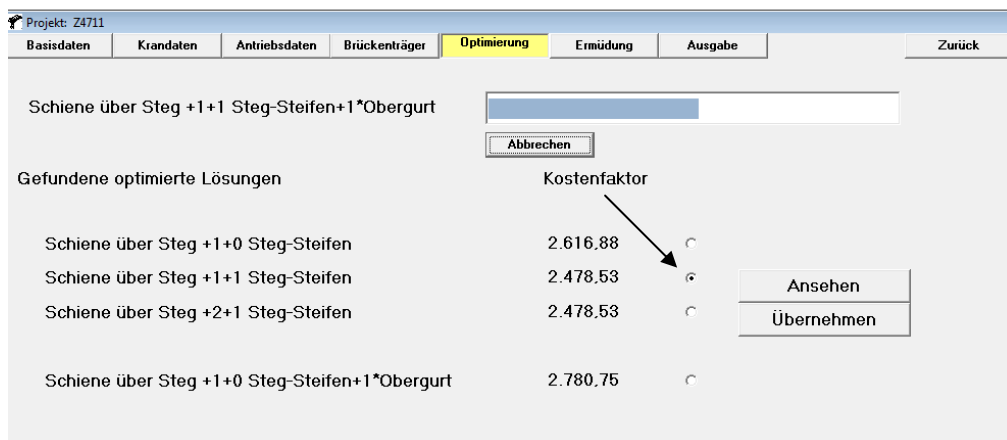
Nach der Wahl der Querschnittsform öffnet sich das Fenster für die Konstruktionsregeln für diesen Querschnitt. Siehe Kapitel Konstruktionsregeln. Die vorgegebenen Regeln können nun für das aktuelle Projekt verändert werden oder falls noch keine Regeln vorgegeben waren, sind sie hier einzustellen.

Die Regeln müssen vollständig sein. Die Vollständigkeit und Korrektheit der Syntax wird vor der Übernahme überprüft.



Nach dem Übernehmen der Regeln springt das Programm zunächst wieder zur Auswahl der Querschnittsformen zurück, damit der Optimierungslauf für unterschiedliche Querschnittsformen gleichzeitig erfolgen kann.

Wird die Taste "Optimierung starten" angeklickt, beginnt die Optimierung:



Für alle gewählten Querschnittsformen wird die Optimierung durchgeführt, während der Optimierung kann der Rechenlauf abgebrochen werden, solange der Fortschrittsbalken zu sehen ist.

Am Ende des Rechenlaufs wird die kostengünstigste Variante markiert. Sie kann durch Anklicken der Taste "Ansehen" gezeigt werden. Auch die anderen Lösung können gezeigt werden, wenn dazu der Markierungsknopf auf eine andere Lösung gestellt wird.

Soll die markierte Lösung als Querschnitt ins aktuelle Projekt übernommen werden, so ist die Taste "Übernehmen" anzuklicken.

Betätigen der Taste "Neu Optimieren" (am unteren Rand des Fensters) springt wieder zur Auswahl der Querschnittsformen zurück, so dass dort vor weiteren Optimierungsläufen die Konstruktionsregeln verändert werden können: beispielsweise zur Reduzierung der möglichen Trägerhöhen oder zu Einschränkungen der Durchbiegung.

Anmerkung: Die gefundenen Lösungen liegen nahe am absoluten Kostenminimum. Startwerte und die Stufensprünge in den vorgegebenen Regeln beeinflussen jedoch das Ergebnis.

Hinweis: Standardwerte können als "Konstruktionsregeln" vorgegeben werden (siehe 4.1).

4. Konstruktionsregeln

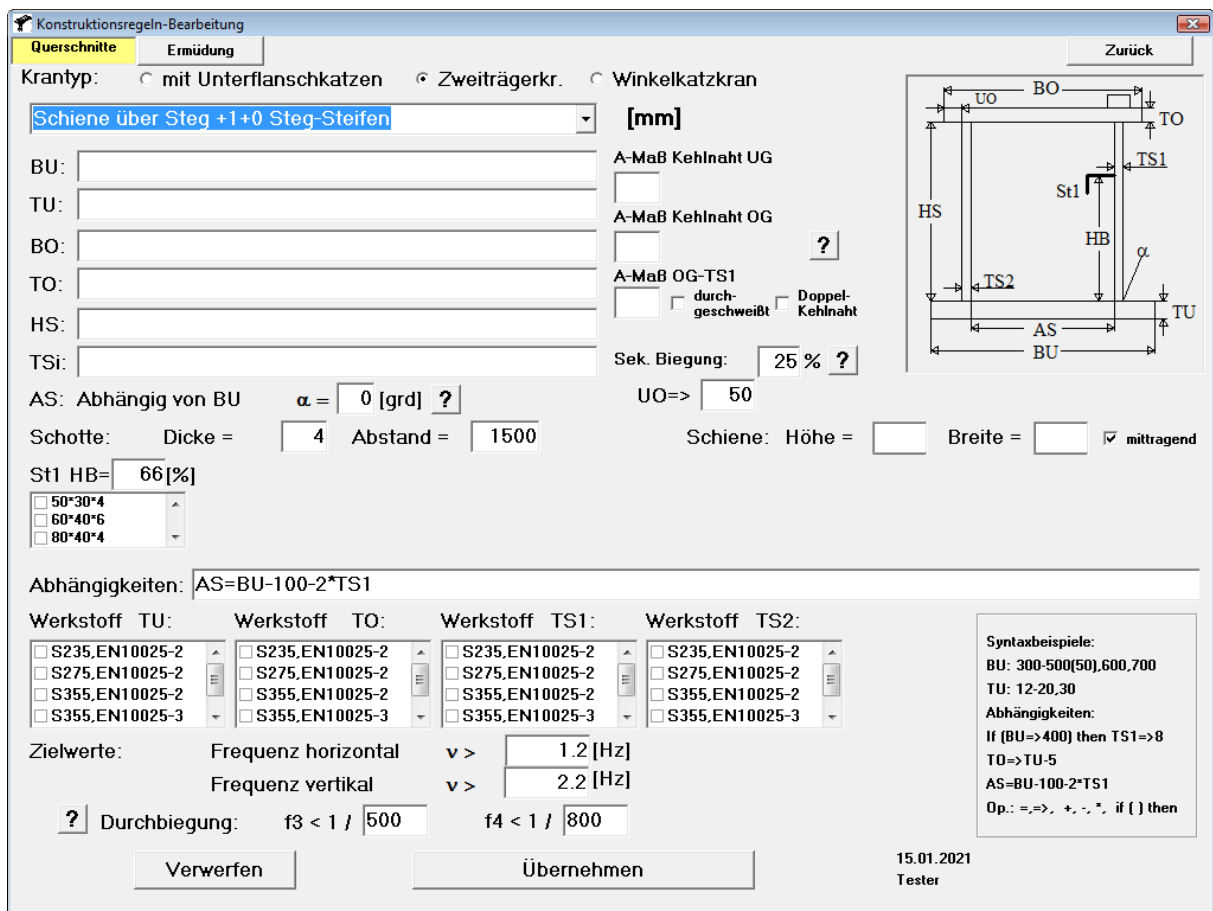
Nach dem Programmstart oder nach einer Rückkehr in das Verwaltungsprogramm kann die Eingabe der generellen Konstruktionsregeln für Optimierungsläufe gestartet werden.

Die Regeln sind für Krane mit Unterflanschlatzen (Einträger oder Zweiträger), Zweiträger (Schienenkatzen) und Winkelkatzkrane getrennt einzugeben.



4.1 Konstruktionsregeln für Querschnitte

Die Fenster für die Eingaben hat generell folgenden Aufbau:



Regeln für Blechdicken TU, TS, TO (Prinzipbild):

Die Dickenwerte sind durch Komma oder Semikolon zu trennen, Sie können einzeln aufgelistet sein (zum Beispiel 8,10,12) oder einen Bereich angeben (zum Beispiel 10-20), dann sind alle Standarddicken von 10 bis 20 mm erfasst. Auch Kombinationen (zum Beispiel 4-10,15,20) sind möglich. Es ist auch möglich, nicht standardisierte Werte (zum Beispiel 7.5) einzugeben. Dezimalstellen sind nur mit Punkt möglich, da das Komma als Trennzeichen dient. Bei Optimierungsläufen werden nur die Blechdicken variiert, für die in der Datenbank Festigkeitswerte und Kosten hinterlegt sind.

Regeln für Blechbreiten BU, BO, HS (siehe Prinzipbild):

Die Werte sind durch Komma oder Semikolon zu trennen. Sie können einzeln

aufgelistet sein (zum Beispiel 500,600,700) oder mit äquidistanten Werten (zum Beispiel 400-600(50)), dann gibt der Klammerwert die Abstände an, so dass dann 400,450,500,550,600 gelistet sind. Ist der Endwert nicht durch die Abstände abgedeckt, so ist er dennoch enthalten (Beispiel 400-600(75) ergibt 400,475,550,600).

Kombinationen aus den beiden Eingaben sind möglich.

Werkstoffe und Beulsteifen:

Es ist jeweils mindestens ein Wert vorzugeben. Sind mehrere Werte vorgegeben, so werden diese für Werkstoffe bei der Optimierung variiert. Reihenfolge jeweils nach steigenden Kosten. Die Beulsteifen können nur über Abhängigkeitsregeln variiert werden.

Abhängigkeitsregeln:

Die Schottbreite AS (bei geneigten Stegen ohne Schiene oder Schiene über einem Steg ist AS die untere Breite, bei Schienen in Obergurtmitte ist AS die obere Schottbreite) muss in Abhängigkeit von der Breite des Untergurtes (bzw. von der Breite des Obergurtes bei Schienen im Obergurtmitte).festgelegt werden, damit eine Kastenform mit den gewünschten Überständen des Gurtes entsteht.

Beispiel: $AS=BU-100-2*TS1$ (Dieser Wert ist voreingestellt und kann verändert werden)

Für den Überstand UO des Obergurtes (bzw. des Untergurtes bei Mittelschiene) ist nur die Forderung nach einem Mindestwert ($UO=>$) vorzugeben. Bei der Optimierung erzwingt dies die Gurtbreite, die diese Forderung mindestens erfüllt, d.h. größere Überstände sind möglich.

Es können beliebig viele weitere Anforderungen in die Befehlszeile der Abhängigkeiten eingegeben werden, sie sind durch Komma oder Semikolon zu trennen:

Beispiele: $TS1=>TS2$ (Stegdicke 1 gleich oder größer Stegdicke 2)

$IF(BU=>400)THEN TS1=>8$ (Stegdicke ab Untergurtbreite 400)

$IF (HS=>500)then ST1=>2$ (Beulsteifengröße St1 ab Steghöhe 500)

Alle Eingaben werden auf korrekte Syntax geprüft.

Beim Anklicken der Taste "Übernehmen" wird die Vollständigkeit der Eingaben geprüft und bei Eingabe in die Datenbank ein Kontrollausdruck erstellt.

Waren die Eingaben vollständig, so kann bei einem Projekt für den betreffenden Querschnittstyp ohne weitere Angaben die Querschnittsoptimierung erfolgen. Sind die Daten nicht vollständig oder sollen sie für das Projekt geändert werden, so können die ergänzenden Eingaben dort vorgenommen werden. Änderungen der Konstruktionsregeln in einem Projekt ändern die Daten der Datenbank nicht, d.h. sie werden nicht in das Programmmodul der Konstruktionsregeln übernommen.

4.2 Konstruktionsregeln für den Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

Ähnlich wie für die Konstruktionsregeln der Querschnittsoptimierung können auch generelle Voreinstellungen für die Details des Nachweises der Ermüdungsfestigkeit und für die anzusetzenden S-Klassen oder sm-Parameter vorgenommen werden.

Die Eingaben erfolgen so, wie im Kapitel [3.9 Ermüdung](#) beschrieben.

Auch diese Angaben sind für Einträger-, Zweiträger- und Winkelkatzkrane getrennt vorzunehmen.

Eine Abänderung der Daten kann jeweils projektbezogen erfolgen.

5. Datenbank

Die Daten der Werkstoffe, Bleche und von Komponenten (Katzen, Kopfträger, Antriebe, Puffer, Kopfträgeranschlüsse und Beulsteifen), die in Kranprojekten verwendet werden, sind in einer Datenbank abgelegt. Die Daten der Antriebe, Puffer und Kopfträgeranschlüsse können auch in Kranprojekten verändert werden.

5.1 Datenbank - Werkstoffe

Die Daten dieser Datenbank sind für die Festigkeitsnachweise und die Querschnittsoptimierungen erforderlich.

In dieser Datenbank sind die in EN 13001-3-1 als bevorzugt genannten Werkstoffe mit ihren dickenabhängigen Festigkeitswerten bereits voreingestellt enthalten.

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Stahl: S235, S275, S355, S355, S420, S460

Norm: EN 10025-2, EN 10025-2, EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-3, EN 10025-3, EN 10025-3 (N), EN 10025-3 (N), EN 10025-3 (N)

Anklicken und Aktion wählen:

Bearbeiten, Löschen, Ansehen

Dennoch könnten die Daten (Taste "Bearbeiten") verändert werden.

Es ist möglich weitere Werkstoffe in die Datenbank einzugeben. Hierzu ist die Bezeichnung des Stahls und die Norm einzugeben. Anschließend können die dickenabhängigen Festigkeitswerte eingegeben werden:

Stahl: 4711

Norm: Normxx

Nennfestigkeiten [N/mm**2]

Dicke t<= [mm]	Fliesen fy	Bruch fu
15	200	210
30	180	190

Verwerfen, Übernehmen

21.08.2019
Tester

Durch Anklicken der Taste "Übernehmen" werden die Daten in die Datenbank eingefügt. Anklicken der Taste "Ansehen" zeigt den gesamten Inhalt der Werkstoff-Datenbank.

5.2 Datenbank - Blechdaten

Die Daten dieser Datenbank sind nur für die Querschnittsoptimierungen erforderlich, da in die Optimierung unterschiedliche Blechkosten (je Werkstoff und Blechdicke) einfließen.

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | **Blechdaten** | Katzen | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Dicke t [mm]
 0 (selected)
 3
 4
 5
 6
 8
 10

Anklicken und Aktion wählen:
 Bearbeiten
 Löschen
 Ansehen

Hinweis 1: Nur für Bleche mit eingegebenem Kostenwert erfolgt Berücksichtigung bei der Optimierung!

Hinweis 2: Die für Dicke 0 eingegebenen Kosten gelten für alle Dicken - für die kein anderer Wert eingegeben wurde!

Hinweis 3: Bei unterschiedlichen Kosten je Breite/Länge kann durch Anklicken der Werkstoff-Spalte eine neue Werkstoffzeile generiert werden!

Hinweis 4: Wenn für max. Breite/Länge kein Wert eingegeben wird - so gilt der Kostenwert für alle weiteren Abmessungen!

Werkstoff	Kosten in € je Tonne	Max. Breite [mm]	Max. Länge [mm]
S235 , EN 10025-2	1000		
S275 , EN 10025-2	1100		
S355 , EN 10025-2	1200		
S355 , EN 10025-3	1300		
S420 , EN 10025-3	1400		
S460 , EN 10025-3			

Diese Datenbank ist nach Blechdicken sortiert. Die Standardblechdicken sind voreingestellt. Zur Bearbeitung kann entweder eine Dicke in der Liste gewählt (durch Anklicken) oder andere Dicken im entsprechenden Feld (Pfeil, z. Bsp. 7) in die Liste eingefügt werden.

Dicke t [mm]
 7

Ansehen

Werkstoff	Kosten in € je Tonne	Max. Breite [mm]	Max. Länge [mm]
S235 , EN 10025-2	1000		
S275 , EN 10025-2	1100		
S355 , EN 10025-2			

Dann sind für alle gewünschten Werkstoffe die Materialkosten (je Tonne) für diese Blechdicke einzugeben. Die Kostenwerte für Blechdicke "0" gelten für alle Blechdicken, für die nicht explizit andere Kostenwerte vorliegen. Die Kostenwerte sollten neben reinen Beschaffungskosten auch Handlingkosten beinhalten.

Die Daten für maximale Breite und Länge sind zunächst noch optional und werden bei der Optimierung nicht berücksichtigt.

5.3 Datenbank - Katzen

Zuerst ist zu wählen, ob es sich um Einschienenkatzen (Unterflanschkatzen), Winkelkatzen oder Zweischienenkatzen handelt, bei Zweischienenkatzen zusätzlich die Richtung der Hubwerkstrommel und bei Winkelkatzen den Typ der Abstützung.

Das jeweilige Prinzipbild zeigt die in die Tabelle einzugebenden Abmessungen an.

Einschienen Unterflanschkatzen:

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | **Katzen** | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | **Zweisch.Katzen** | Winkelkatzen

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

Abmessungen in [mm] Massen in [kg]

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	D

Zweischienenkatzen:

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | **Katzen** | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | **Zweisch.Katzen** | Winkelkatzen

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☒ Trommel in Kranfahrtrichtung ☐ Trommel in Katzfahrtrichtung

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | **Katzen** | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | **Zweisch.Katzen** | Winkelkatzen

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☐ Trommel in Kranfahrtrichtung ☒ Trommel in Katzfahrtrichtung

Abmessungen in [mm] Massen in [kg]

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	Sk	D

Winkelkatzen:

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfräger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | Zweisch.Katzen | **Winkelkatzen**

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☒ Abstützung vertikal ☐ Abstützung horizontal

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfräger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | Zweisch.Katzen | **Winkelkatzen**

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☐ Abstützung vertikal ☒ Abstützung horizontal

Zweiträger-Hängekrankatzen (auch bei Zweiträgerkranen mit Unterflanschkatzen):

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfräger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | Zweisch.Katzen | Winkelkatzen | **2 Tr. Hängekr.**

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☐ Trommel in Kranfahrtrichtung ☒ Trommel in Katzfahrtrichtung

Abmessungen in [mm] Massen in [kg]

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	D	Sk	Li	La

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfräger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Einsch.Katzen | Zweisch.Katzen | Winkelkatzen | **2 Tr. Hängekr.**

Bezeichnung (Katztyp) Gespeicherte Katzdaten

☒ Trommel in Kranfahrtrichtung ☐ Trommel in Katzfahrtrichtung

Abmessungen in [mm] Massen in [kg]

L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	D	Sk	Li	La

Wird eine Katze erstmals (neu) eingegeben, ist vor dem Abspeichern noch die Katzbezeichnung, unter der die Katze in Projekten angesprochen wird, einzugeben.

Wichtig: Katzbezeichnungen und Kopfrägerbezeichnungen dürfen nicht identisch sein.

Wird eine Katze aus der Liste der gespeicherten Katzen gewählt, so werden die Möglichkeiten "Bearbeiten", d.h. Verändern der unter dieser Bezeichnung gespeicherten Daten, sowie "Löschen", d.h. Entfernen aus der Datenbank oder "Kopieren" angeboten. Löschen ist nur möglich wenn die Katze in keinem Projekt verwendet wurde.

Wird "Kopieren" gewählt, so ist zusätzlich eine neue Bezeichnung einzugeben, unter der die dann kopierten und veränderten Daten gespeichert werden.

Besonderheiten der Abmessungsdaten:

Abmessung L10: Ist der Wert bei Einschienenkatzen = 0, so hat die Katze 4 Räder. Wert > 0, so hat die Katze 8 Räder, wobei jeweils 2 in einer Schwinge gelagert sind.

Abmessungen L5 und L6: Endpositionen des Hakenweges (unabhängig vom Hubweg)

Abmessungen L4, L7 und L8: Lage des Massenschwerpunktes des Katzeigengewichtes bei Zweischienenkatzen und Winkelkatzen

Abmessungen L4 und L7 : Lage des Massenschwerpunktes bei Einschienenkatzen

Abmessungen L9 und L10: Lage des fiktiven Lastangriffspunktes (zusammen mit L5 und L6) bei Zweischienenkatzen und Winkelkatzen. Dies ist auch der Kraftangriffspunkt bei starrer Lastführung (Pufferstoß)

Abmessung L8: Lage des fiktiven Lastangriffspunktes bei Einschienenkatzen

Abmessung L9: Lage der Radlasteinleitung in den Unterflansch

Abmessung La: Bei Zweiträgerhängekrankatzen entspricht dies der Abmessung L10 der Einschienenkatzen.

Abmessung Li: Bei Zweiträgerhängekrankatzen Lage der Radlasteinleitung in den Unterflansch

Besonderheit für L9 und Li: die Kompatibilität mit dem Überstand des Flansches wird erst bei Ergebnisausgabe im Projektteil überprüft.

Für Zweischienenkatzen sind noch die Angaben zur Seitenführung erforderlich: Spurkranz oder Führungsrollen.

Für Winkelkatzen ist noch der maximale Wert H für die Größe der Momentenabstützung vorzugeben.

Alle weiteren Daten betreffen das Hubwerk und sind für alle Katzbauformen gleich.:

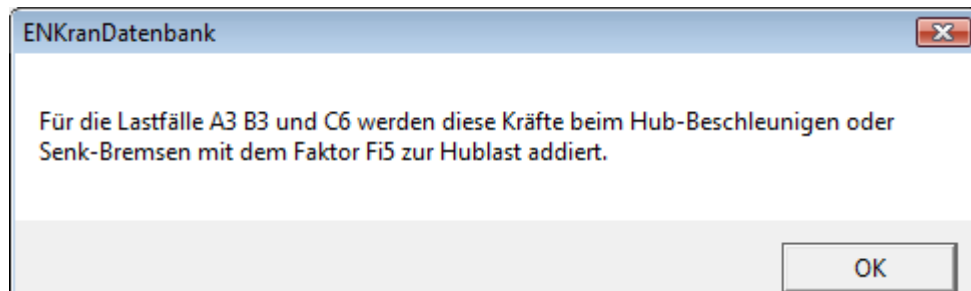
The screenshot shows a data entry form with the following fields and values:

- Last: []
- Eigenmasse: []
- Tragmittel + LAM (fest): []
- Windfläche [m**2]: []
- HC: [HC4]
- HD: [HD1]
- Vh.max [m/min]: []
- Vh.CS [m/min]: []
- Φ2: [1.2]
- Φ2,c: [0]
- Φ3: [1.0]
- max. Hubweg [m]: []
- je Antriebsart: [Einstufig]
- Φ5: Heben: [1.20] Senken: [1.30]
- A3 B3 C6: ΔF = (Ff-Fi) [kN] ? Heben: [] Senken: [] Notaus: []

Die dynamischen Beiwerte werden aus den HC- und HD-Klassen sowie aus den Angaben zum Betrieb (Haken oder Greifer/Magnet) bestimmt.

Der Beiwert Φ_2 kann auch direkt vorgegeben werden, dann wird keine HC-Klasse angezeigt.

Für die Berechnung der Lastfälle A3, B3 und C6 im statischen Festigkeitsnachweis ist die Eingabe der ΔF - Kräfte beim Hub-Beschleunigen oder Senk-Bremsen erforderlich. Diese Kräfte werden mit dem Beiwert Φ_5 multipliziert und zur Hublast addiert (siehe Infotext). Der Wert Null für ΔF ist nicht zulässig.



Nach der Übernahme der Daten wird ein Kontrollausdruck erstellt.

Alternative Eingabemöglichkeit Zweischienenkatzen:

Falls für Standardkatzen die Radlasten (aus Eigengewicht und Hublast) bekannt sind, können diese direkt eingegeben werden. Die Lage des Massenschwerpunktes (L4 und L8) sowie der fiktiven Lastangriffe (L5, L6 und L10) werden dann aus den Radlasten errechnet.

Taste "Rechnen" anklicken öffnet das Eingabefenster:

Bezeichnung (Katztyp)

Gespeicherte Katzdaten

☒ Trommel in Kranfahrtrichtung ☐ Trommel in Katzfahrtrichtung

Abmessungen in [mm]			Massen in [kg]									
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	D	Sk	

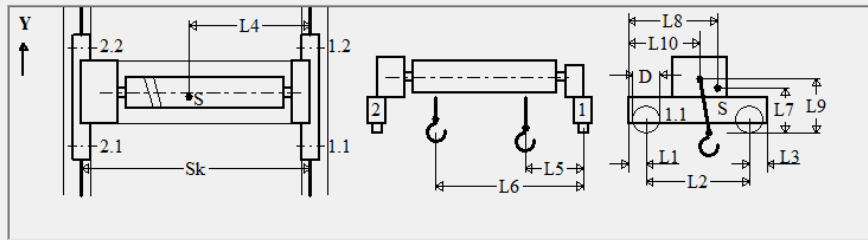
Rechnen ?

Die Abmessungen L1, L2 und Sk können entweder vor dem Anklicken der "Rechnen" Taste oder im neuen Eingabefenster eingegeben werden.

Im Eingabefenster ist zusätzlich der Hakenweg (L6 - L5) einzugeben. Der Wert Null ist zulässig für die Fälle ohne Hakenwanderung, ebenso Werte kleiner Null..

Die Radlasten aus der Last müssen nur für eine der beiden Endpunkte des Hakenweges eingegeben werden.

Nach dem Anklicken der Taste "Ergebnis" werden die Ergebnisse der Koordinaten und der Wert des Katzeigengewichtes angezeigt und können dann übernommen werden.



L1	L2	Sk	L6-L5

Radlasten (ohne Faktoren) in [kN]

	1.1	1.2	2.1	2.2
Eigenmasse				
Last mH				

☐ Last bei L5

☐ Last bei L6

Ergebnis

Mit Ergebnissen:

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe

Blechdaten

Katzen

Kopfträger

Puffer

Antriebe

KT-Anschluss

Beulsteifen

Zurück

Einsch.Katzen

Zweisch.Katzen

Winkelkatzen

2 Tr. Hängekr.

L1	L2	Sk	L6-L5
300	1200	2000	-200

Radlasten (ohne Faktoren) in [kN]

	1.1	1.2	2.1	2.2
Eigenmasse	1.03	0.74	2.4	1.72
Last mH	72.01	36.01	58.92	29.26

☒ Last bei L5
 ☐ Last bei L6

Ergebnis

L4	L5	L6	L8	L10
1399.0	898.9	698.9	801.2	699.2

Eigenmasse

600.4

Verwerfen

Übernehmen

21.05.2023

Tester

5.4 Datenbank - Kopfträger

5.4.1 Brückenkrankopfträger

Die Kopfträger für Einträgerkrane und Zweiträgerkrane mit 4 Kranrädern unterscheiden sich nicht. Beim 8-Radkran sind Puffer und Führungsrollen nur an einem Ende vorhanden.

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | Beulsteifen | Zurück

Kasten(1 Tr.) | **Kasten(2 Tr.)** | H-Profil | Hängekran

4-Radkran | 8-Radkran

Bezeichnung (Kopfträgertyp) | Gespeicherte Kopfträgerdaten

Abmessungen in [mm] ?

L1	L2	d	H	B	TO	TU	TI	TA	P	OS	D

R.min = [mm] | R.max = [mm] | ?

Massen [kg]

Mr	Mk	Mf

Werkstoff

Kehlnähte A-Maße [mm] ? | Ti-TO und TI-TU [] ☐ durchgeschweißt | TA-TO und TA-TU [] ☐ durchgeschweißt

Brückenanschluß Typ: ☒ A | ☐ B | ☐ C

Wird ein Kopfträger erstmals (neu) eingegeben, ist vor dem Abspeichern noch die Bezeichnung, unter der der Kopfträger in Projekten angesprochen wird, einzugeben.

Wird ein Kopfträger aus der Liste der gespeicherten Kopfträger gewählt, so werden die Möglichkeiten "Bearbeiten", d.h. Verändern der unter dieser Bezeichnung gespeicherten Daten, sowie "Löschen", d.h. Entfernen aus der Datenbank oder "Kopieren" angeboten.

Die erforderlichen Abmessungsdaten sind dem Prinzipbild zu entnehmen.

Die Kasten-Kopfträger können wahlweise nur für Einträgerkrane oder Zweiträgerkrane durch die entsprechende Taste (Kasten (1 Tr.) oder Kasten (2 Tr.)) eingegeben werden. Soll jedoch der Kopfträger für beide Krantypen zur Verfügung stehen, so kann beim Übernehmen die Option "für 1 + 2 Tr. Kran" gewählt werden:

Verwerfen | Übernehmen | ☐ für 1 + 2 Tr. Kran

Besonderheiten:

Der Handlochdurchmesser d ist nur dann einzugeben, wenn der Handlochrand nicht ausgesteift ist. In diesem Fall wird der Festigkeitsnachweis für den Nettoquerschnitt geführt.

Der Achsabstand R wird in den Kranprojekten eingegeben. In der Datenbank ist nur der Bereich R.min (kleinster Wert) bis R.max (größter Wert) zu nennen.

Wird als Kopfträgerprofil ein Rechteckrohr eingesetzt, so ist für beide Kehlnähte das A-Maß auf Null zu setzen. Wird ein gekantetes Blech nur auf der Außenseite, oben und unten verwendet, so ist das A-Maß für TA-TO und TA-TU auf Null zu setzen.

Für die Variante B des Brückenanschlusses werden nur die Festigkeitsnachweise und Ermüdungsnachweise für die Schrauben geführt.

Für die Variante C wird im Festigkeitsnachweis des Anschlusses angenommen, dass die vertikalen Lasten über die Auflage in den Kopfträger eingeleitet werden; Horizontalkräfte, Biege- und Torsionsmomente über den Schraubanschluss.

Führungsrollenangaben sind optional: Erst in den Projekten wird festgelegt, ob Spurkranz oder Führungsrollen zur Anwendung kommen.

Die Massendaten Mr (Rad), Mf (Führungsrolle) und Mk (Pufferkopfplatte) gelten je Ecke.

5.4.2 Hängekrankopfträger

Es stehen 4 Varianten zur Auswahl: 2 Varianten für Kopfträger unterhalb der Kranschienen und 2 Varianten für Kopfträger, die seitlich liegen.

Nach der Wahl der Variante erfolgt die Bearbeitung (neuer Kopfträger, Kopieren, Übernehmen) wie unter 5.4.1 beschrieben.

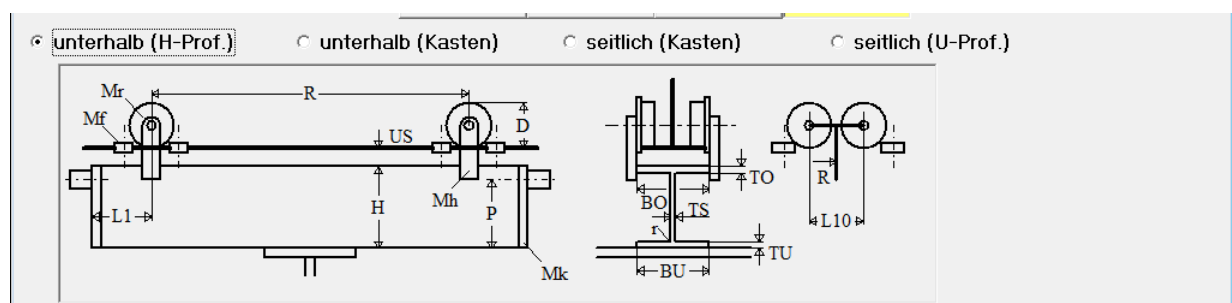
Bsp.: unterhalb (H-Profil):

Besonderheiten der Abmessungsdaten:

Abmessung L10: Ist der Wert = 0, so hat der Kopfträger 4 Räder. Ist $L10 > 0$, so hat der Kopfträger 8 Räder, wobei jeweils 2 in einer Schwinge gelagert sind.

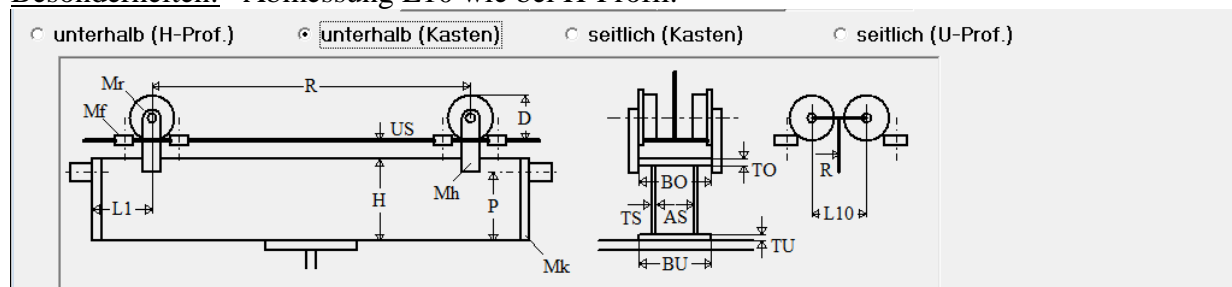
In den Projekten wird festgelegt, ob der Kopfträger mit Spurkränzen oder Führungsrollen betrieben wird. Führungsrollen liegen jeweils vor und hinter der Rädern.

Das H-Profil kann aus einer Liste der Standardprofile gewählt oder direkt mit den Abmessungen eingegeben werden.



Bsp.: unterhalb (Kastenträger):

Besonderheiten: Abmessung L10 wie bei H-Profil.

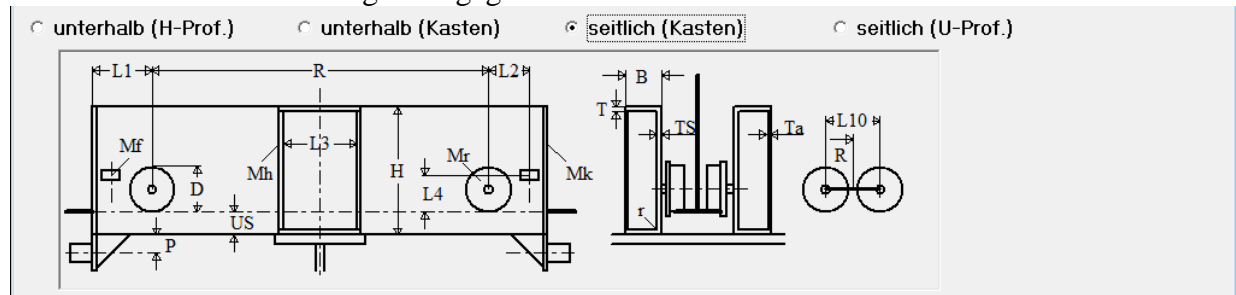


Bsp.: seitlich (Kasten):

Besonderheiten: Führungsrollen sind an der Innenseite der Träger angeordnet. In den Projekten wird festgelegt, ob der Kopfträger mit Spurkränzen oder Führungsrollen betrieben wird. Die Lage der Führungsrollen wird durch L2 und L4 festgelegt.

Das Maß L3 gibt den Abstand von Rippen oder der Öffnung im Außensteg an, um die Verschraubung mit dem Brückenträger zugänglich zu machen.

Das U-Profil der Kästen kann aus einer Liste der Standardprofile gewählt oder direkt mit den Abmessungen eingegeben werden



Bsp.: seitlich (U-Profil):

Besonderheiten:

Wie bei seitlichem Kasten

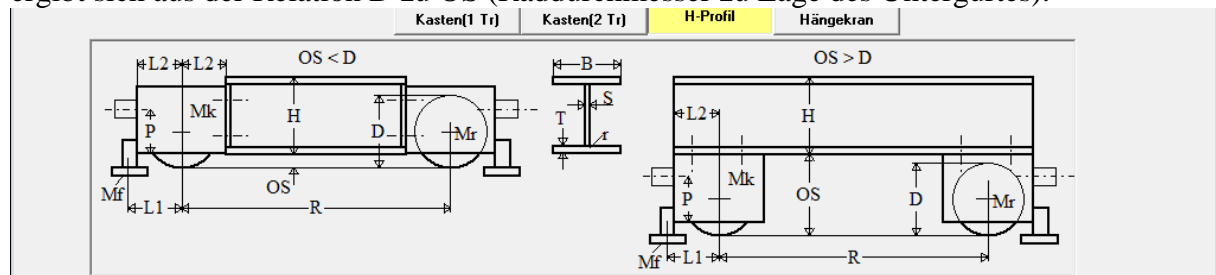
The screenshot shows the 'seitlich (U-Profil)' configuration. It includes the same technical drawings as the previous image. Below the drawings are input fields for 'Bezeichnung (Kopfträgartyp)' (set to HKTC), 'Gespeicherte Kopfträgerdaten', and 'U-prof:' (with a list of values: 100, 120, 140, 160, 180). There are also buttons for 'Bearbeiten', 'Kopieren', and 'Löschen'. A table for 'Abmessungen in [mm]' and 'Massen [kg]' is also present.

L1	L10	H	B	T	TS	r	L2	L3	P	US	D	L4

Mr	Mk	Mh	Mf

5.4.3 Kopfträger mit H-Profil und Radblöcken

Für Einträgerkranen und 4-Rad-Kranen können auch einfache Kopfträger aus H-Profilen mit Radblöcken verwendet werden. Ob die Radblöcke stirnseitig oder unterhalb angeordnet sind, ergibt sich aus der Relation D zu OS (Raddurchmesser zu Lage des Untergurtes).



Das H-Profil kann aus einer Liste der Standardprofile gewählt oder direkt mit den Abmessungen eingegeben werden.

Der Brückenträger wird auf den Kopfträger aufgesetzt (vertikaler Anschluss).

5.5 Datenbank – Kopfträgeranschlüsse

Zunächst ist zu wählen, ob der Anschluss seitlich oder vertikal (aufgesetzt bei Brückenkränen oder abgehängt bei Hängekränen) vorgesehen ist.



5.5.1 Seitlicher Anschluss

Bezeichnung (KT-Anschluss)

Gespeicherte KT-Anschlüsse

Variante ☒ A: ohne Distanzstück ☐ B: mit Distanzstück ☐ C: mit Distanzrohr

☒ n-Spalte ☐ n+m-Spalten Anzahl n Paare **6**

Z-Koordinaten der Bohrungen

	1	2	3	4	5	6
n						

Abmessungen in [mm]

BL	HS	M	dh	dw	L2	Lk	Tc	Tl	tw

Verschraubung

☒ Muttern ☐ Gewinde

Verwerfen **Übernehmen** 04.12.2023 Tester

Wird ein Anschluss erstmals (neu) eingegeben, ist vor dem Abspeichern noch die Bezeichnung, unter der der Anschluss in Projekten angesprochen wird, einzugeben.

Wird ein Anschluss aus der Liste der gespeicherten Anschlüsse gewählt, so werden die Möglichkeiten "Bearbeiten", d.h. Verändern der unter dieser Bezeichnung gespeicherten Daten, sowie "Löschen", d.h. Entfernen aus der Datenbank oder "Kopieren" angeboten.

Es werden die drei Varianten für Verschraubungen, die im Kapitel [3.6 Brückenträger - Kopfträgeranschluss](#) bereits beschrieben sind, angeboten.

Die erforderlichen Abmessungsdaten sind dem Prinzipbild zu entnehmen.

Es besteht die Wahlmöglichkeit, ob eine (n) oder zwei (n + m) seitliche Schrauben-Spalten vorgesehen sind.

Für zwei Schraubenspalten wird noch die Angabe der Anzahl m erforderlich. Die Anzahl m darf nicht größer sein als die Anzahl n. Soll die innere Spalte eine größere Anzahl Schrauben besitzen, so ist das Maß BLm größer als das Maß BL zu wählen.

☐ n-Spalte ☒ n+m-Spalten Anzahl n Paare Anzahl m

Z-Koordinaten der Bohrungen

	1	2	3	4	5	6
n						
m						

Abmessungen in [mm]

BL	BLm	HS	M	dh	dw	L2	Lk	Tc	TI	tw

5.5.2 Vertikaler Anschluss

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe Blechdaten Katzen Kopfräger Puffer Antriebe KT-Anschluss Beulsteifen Zurück

☐ Seitlich ☒ Vertikal

☒ Y-Richtung ☐ X-Richtung

Kopfräger

Brücke

Bezeichnung (KT-Anschluss)

Gespeicherte KT-Anschlüsse

Verschraubung

☒ Muttern
☐ Gewinde

Variante ☒ A: ohne Distanzstück ☐ B: mit Distanzstück

☐ Schrauben nur einseitig

Anzahl n Paare

Y-Koordinaten der Bohrungen

	1	2	3	4
n				

Abmessungen in [mm]

BL	M	dh	dw	L2	Lk	Tc	TI	tw

 04.12.2023 Tester

Die Ausrichtung der Schrauben in Kopfrägerichtung (Y-Richtung) oder Brückenrichtung (X-Richtung) ist zusätzlich festzulegen.

Bei Wahl der Y-Richtung gibt es zusätzlich die Option "Schrauben nur einseitig".

5.6 Datenbank - Antriebe und Puffer

Katzdaten und Kopfträgerdaten müssen in der Datenbank gespeichert sein, sie werden in Kranprojekten aus der Datenbank übernommen und können im Kranprojekt nicht verändert werden (Ausnahme: Radstand der Kopfträger).

Antriebe (Katzfahrt und Kranfahrt) und Puffer können in der Datenbank abgelegt werden. Es ist aber auch möglich, diese Daten erst im Kranprojekt einzugeben oder dort abzuändern, wobei eine Abänderung im Kranprojekt nicht in die Datenbank zurückgespeichert wird.

Siehe Beschreibung der Daten in Kapitel [3.4](#).

5.7 Datenbank - Beulsteifen

Auch Beulsteifen können wie Antriebe und Puffer in der Datenbank gespeichert werden.

DatenBank-Bearbeitung

Werkstoffe | Blechdaten | Katzen | Kopfträger | Puffer | Antriebe | KT-Anschluss | **Beulsteifen** | Zurück

Gespeicherte Beulsteifendaten

Ansehen

L1: L2: t:

Kosten pro Meter in €

Allerdings können diese Daten nicht in Kranprojekte kopiert werden. Die Speicherung in der Datenbank wird nur für die Optimierungsberechnungen benötigt. Die Eingabe der Kosten pro Meter umfasst deshalb nicht nur den reinen Materialwert sondern sollte auch die Fertigungskosten beim Einbau der Beulsteife beinhalten.

Ohne gespeicherte Steifendaten können Kastenträger nur ohne Steifen optimiert werden.

6. Hinweise

6.1 Fehlerbehebung

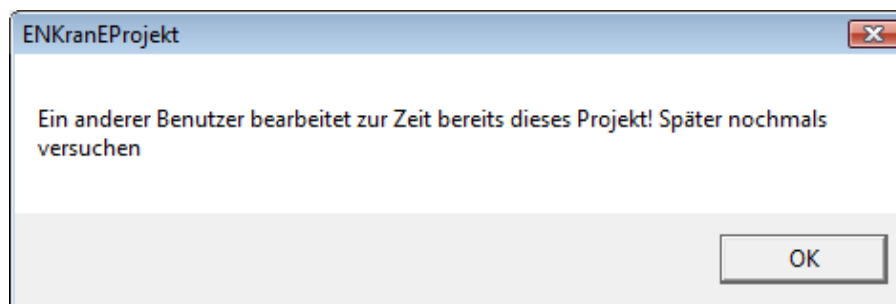
Fehlbedienungen (z.B. Eingabe ungültiger Werte) innerhalb des Programms sind weitestgehend ausgeschlossen oder werden durch Meldungen angezeigt.

Sollten dennoch Laufzeitfehler auftreten, so wird empfohlen, das Programm zu beenden und neu zu starten, damit alle Daten aus der Datenbank wieder korrekt ins Programm eingelesen werden. Treten Fehler auf, so sollte der Programmhersteller hierüber informiert werden. Eine genaue Beschreibung des aufgetretenen Fehlers ist hilfreich. Zur Problemanalyse ist es auch hilfreich, den Ordner des betroffenen Projektes in einem ZIP-File an den Programmhersteller zu senden.

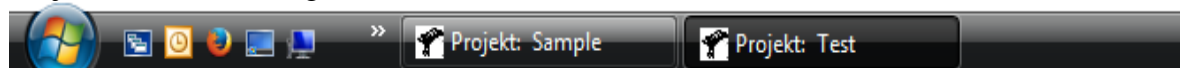
6.2 Parallelbetrieb

Wird das Programm vor dem Programmende (Anklicken des Windows X – Symbols) erneut über das Windows-Startmenü oder im Netz von einem anderen Rechner gestartet, so können nur andere Projekte bearbeitet werden.

Wird das gleiche Projekt gestartet, so erfolgt folgende Fehlermeldung:



Sind mehrere Projekte auf einem Rechner geöffnet, kann über die Task-leiste zwischen den Projekten hin- und her gewechselt werden.



Getrennte Rechner

Ist das Programm auf getrennten Rechnern installiert, so sollten die gewählten Verzeichnisse für die Programmteile (Program files) und die Daten (ProgramData) identisch sein. Dann könnten Daten (komplette Projekte und die Datenbank) von einem Rechner auf den anderen Rechner kopiert werden.

Es ist immer möglich, den Ordner einzelner Projekte zu kopieren und auf anderen Rechnern in die entsprechenden Ordner (EPROJEKTE oder ZPROJEKTE) zu übertragen (auch wenn dort andere Orte für Program files und ProgramData gewählt wurden).

Rechner-Netz (WLAN)

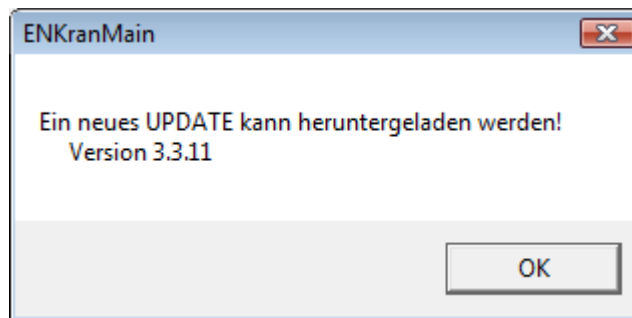
Wird EN-Kran in einem Netz von weiteren Rechnern aus über WLAN (auf dem Hauptrechner) gestartet, so liegen alle Daten nur auf dem Hauptrechner. Hierzu müssen dort die entsprechenden Ordner zugänglich, bzw. freigegeben sein.

Je nach Leistungsfähigkeit des Netzes kann der Wechsel zwischen den Programmteilen etwas länger dauern als auf dem Hauptrechner. Die Arbeitsgeschwindigkeit innerhalb der Programmteile ist jedoch nur vom jeweiligen Rechner abhängig.

Weitere Rechner benötigen ebenfalls einen Lizenzschlüssel.

6.3 Updates

Wenn der Rechner Online ist, wird bei Programmstart geprüft, ob es neue Updates gibt und es erfolgt ein entsprechender Hinweis.



Anschließend kann mit der Taste „Updates laden“ das Update-Programm gestartet werden. Dies ist nur dem Administrator erlaubt.

Es werden nur geänderte Programmteile übernommen. Die Datenbank und vorhandene Projekte bleiben unberührt.

Updates sind immer "abwärtskompatibel", d.h. auch ältere Projekte können weiterhin geöffnet werden.



Prinzipiell sollte immer über die Taste "Updates laden" das Update installiert werden.

Sollte es beim Laden des Updates Probleme geben, kann das Programm wie bei der Erstinstallation erneut heruntergeladen werden. Es empfiehlt sich vorher eine Datensicherung der Projektdaten (Ordner ProgramData). Hierbei ist es wichtig, die Verzeichnisse für Programme und Daten so zu wählen wie bei der Erstinstallation.

Informationen über die im Update enthaltenen Änderungen, Programmerweiterungen oder Korrekturen können den Log-Files auf der EN-Kran Homepage entnommen werden.

7. Empfehlungen für sinnvolle Reihenfolge der Eingaben

7.1 Projekt ohne Optimierung und Ermüdungsnachweis

1. Falls die vorgesehenen Katzen oder Kopfträger noch nicht in der Datenbank vorhanden sind, sollten diese als erstes in die Datenbank eingegeben werden.
2. Basisdaten
3. Krandaten mit Übernahme der Kopfträger und Katzen aus der Datenbank
4. Antriebsdaten. (Hierbei können gespeicherte Motor- und Pufferdaten aus der Datenbank übernommen werden und modifiziert werden)
5. Brückenträger – Querschnitt
6. Brückenträger – Kopfträgeranschluss (Gespeicherte geometrische Daten können aus der Datenbank übernommen werden). Die Qualitäten der Verschraubung und der Schweißnähte sind hier einzugeben.
7. Alle Eingabedaten und der statische Festigkeitsnachweis können nun ausgegeben werden. Sinnvoll: zunächst nur Ausgabe auf den Bildschirm.

7.2 Projekt mit Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

- Zunächst wie unter 7.1 beschrieben vorgehen.
- Wenn bereits unter Konstruktionsregeln Daten abgelegt sind, werden diese automatisch übernommen. Diese können nun für das aktuelle Projekt modifiziert werden.
- Wenn unter Konstruktionsregeln keine Daten abgelegt sind:
 1. S-Klassen vorgeben oder berechnen (letzteres setzt voraus, dass der Brückenquerschnitt bereits eingegeben ist.)
 2. Details wählen und bearbeiten.
 3. Ausgaben auf Bildschirm oder gewünschten Medien.

7.3 Projekt mit Querschnittsoptimierung

- Zunächst wie unter 7.1 Punkte 1 bis 4 beschrieben vorgehen.
- Nun kann die Querschnittsoptimierung (ohne Berücksichtigung des Ermüdungsnachweises) ablaufen. Waren unter "Konstruktionsregeln" generelle Regeln vorgegeben, werden diese genutzt oder sind modifizierbar.
- Nach Übernahme eines optimierten Querschnittes können die S-Klassen errechnet werden. Ergeben sich andere sm-Werte, so empfiehlt es sich, die Optimierung zu wiederholen.
- Nun sind alle Nachweise und Ausgaben möglich.

Zweiträgerbrückenkran

Brückenträger (1)

Kasten Schiene über Steg +1+1 Steg-Steifen

Längen [mm]

Stegwinkel = 0,0 [grad]

Fläche = 16.380,0 [mm**2]

IY = 1.368.949.000,0 [mm**4]

IZ = 473.110.700,0 [mm**4]

IT = 760.750.100,0 [mm**4]

Schubflächen

AY = 3.670,1 [mm**2]

AZ = 6.890,5 [mm**2]

Schwerpunktslage (z=0: Boden, y=0: Mitte Untergurt)

YS = 48,983 [mm]

ZS = 421,623 [mm]

Hauptachsen PSI= -9,523 grad

Metergewicht = 133,0 [kg]

Werkstoff: S235, EN 10025-2

A-Maß der Schweißnähte

Obergurt-Steg TS2 = 2,8 [mm]

Obergurt-Steg TS1 = 8,0 [mm], durchgeschweißt; Doppelkehlnaht

Steg-Untergurt = 2,8 [mm]

Schottdaten:

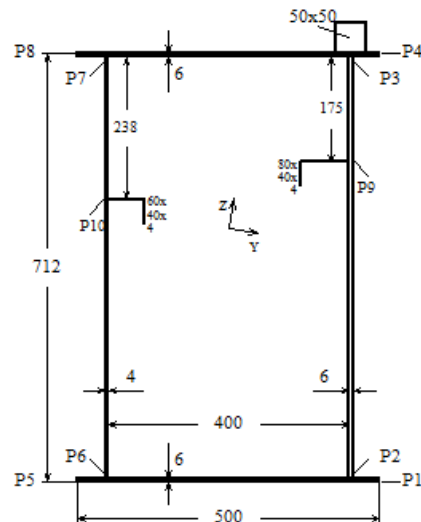
Dicke = 4,0 [mm]

Abstand = 2.000,0 [mm]

Gurtbreiten Sek.Biegung = 15,0 %

Einheitsspannungen in [N/mm**2] für Schnittgrößen = 1 in [kN] und [Nm] und Katradlast = 1 [kN]

Pt.	Sigma-X	Tau-Y	Tau-Z	Tau-X	Sigma-y	Sigma-Z	Sig-Y-sec
P1	6,10501e-02	5,80537e-10	1,11464e-10	7,88695e-06	-2,79482e-04	-5,65420e-04	2,27435e-01
P2	6,10501e-02	1,21286e-01	1,02392e-01	2,92387e-04	-2,80809e-04	-4,66398e-04	2,26016e-01
P3	6,10501e-02	-1,33433e-01	1,15562e-01	2,92387e-04	2,23485e-04	-2,21609e-04	-1,05050e-01
P4	6,10501e-02	-2,01575e-10	2,52651e-10	7,88695e-06	2,33518e-04	-3,18533e-04	-1,06469e-01
P5	6,10501e-02	-1,72011e-10	4,75578e-10	7,88695e-06	-3,39910e-04	4,76850e-04	0,00000e+00
P6	6,10501e-02	2,15143e-01	-7,70403e-02	4,38581e-04	-3,29756e-04	3,77841e-04	0,00000e+00
P7	6,10501e-02	-1,79928e-01	-1,31127e-01	4,38581e-04	1,74538e-04	6,22631e-04	0,00000e+00
P8	6,10501e-02	-6,88044e-10	-3,26960e-10	7,88695e-06	1,73090e-04	7,23738e-04	0,00000e+00
P9	6,10501e-02	-8,92966e-02	1,43641e-01	2,92387e-04	9,74116e-05	-2,82806e-04	-2,22838e-02
P10	6,10501e-02	-4,16455e-02	-1,52264e-01	4,38581e-04	3,07824e-06	5,39402e-04	0,00000e+00



Zweiträgerbrückenkran

(1)

Kasten Schiene über Steg +1+1 Steg-Steifen +1/2 H

Längen [mm]

Stegwinkel = 0,0 [grad]
 Fläche = 19.328,1 [mm**2]
 IY = 2.941.820.000,0 [mm**4]
 IZ = 699.578.300,0 [mm**4]
 IT = 1.431.171.000,0 [mm**4]

Schubflächen

AY = 4.359,7 [mm**2]
 AZ = 9.819,9 [mm**2]
 Schwerpunktslage (z=0: Boden, y=0: Mitte Untergurt)
 YS = 28,274 [mm]
 ZS = 590,870 [mm]
 Schubmittelpunkt
 YM = 57,000 [mm]
 ZM = 610,739 [mm]
 Hauptachsen PSI= -0,184 grad

Metergewicht = 203,8 [kg]

Schiene nicht mittragend

Werkstoff TO: S235,EN10025-2
 Werkstoff TS1: S235,EN10025-2

Werkstoff TU: S235,EN10025-2
 Werkstoff TS2: S235,EN10025-2
 Werkstoff H-Pr: S235,EN10025-2

A-Maß der Schweißnähte

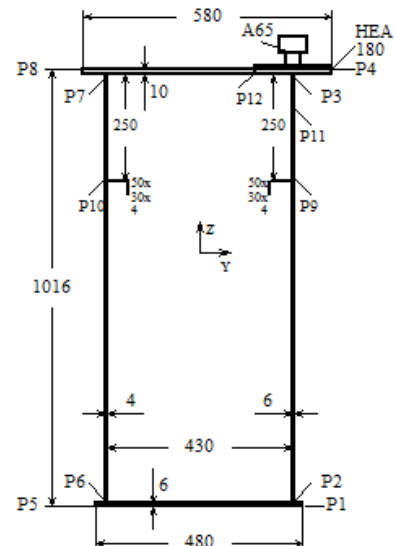
Obergurt-Steg TS2 = 2,8 [mm]
 H-Pr. - TS1 = 2,4 [mm], beidseitig; durchgeschweißt
 Steg-Untergurt = 2,8 [mm]
 Vergrößerung der effektiven Verteillänge + 18,0 [%]

Schottdaten:

Dicke = 4,0 [mm] Abstand = 1.500,0 [mm]
 Sek. Spannung Obergurt je Katradlast [kN] = 25 [N/mm**2]

Einheitsspannungen in [N/mm**2] für Schnittgrößen = 1 in [kN] und [Nm] und Katradlast = 1 [kN]

Pt.	Sigma-X	Tau-Y	Tau-Z	Tau-X	Sigma-y	Sigma-Z	Sig-Y-sec
P1	5,17382e-02	-2,25385e-10	2,07474e-11	4,19237e-06	-2,00619e-04	-3,05348e-04	1,00214e-01
P2	5,17382e-02	1,32375e-01	5,39443e-02	1,90791e-04	-1,98604e-04	-2,73887e-04	9,96690e-02
P3	5,17382e-02	-1,51085e-01	7,96501e-02	1,90791e-04	1,41405e-04	-2,69291e-04	-8,19269e-02
P4	5,17382e-02	-7,31256e-10	1,65433e-10	6,63792e-06	1,44733e-04	-3,97917e-04	-8,27892e-02
P5	5,17382e-02	-1,45409e-10	1,97100e-10	4,19237e-06	-2,01144e-04	3,80776e-04	0,00000e+00
P6	5,17382e-02	1,77910e-01	-5,95701e-02	2,86187e-04	-1,99079e-04	3,47913e-04	0,00000e+00
P7	5,17382e-02	-1,96476e-01	-8,43683e-02	2,86187e-04	1,40845e-04	3,52508e-04	0,00000e+00
P8	5,17382e-02	5,38742e-10	1,50419e-10	6,98728e-06	1,44184e-04	4,31150e-04	0,00000e+00
P9	5,17382e-02	-7,17473e-02	1,07294e-01	1,90791e-04	5,63390e-05	-2,70441e-04	-3,64939e-02
P10	5,17382e-02	-1,08493e-01	-1,08957e-01	2,86187e-04	5,58637e-05	3,51359e-04	0,00000e+00
P11	5,17382e-02	-1,30606e-01	8,94152e-02	1,90791e-04	1,15571e-04	-2,69640e-04	-6,81290e-02
P12	5,17382e-02	-1,43891e-01	2,45618e-02	1,20500e-04	1,42921e-04	-1,40621e-04	0,00000e+00



Winkelkatzkran

Brückenträger

Kasten 1+1 Steg-Steifen

Längen [mm]

Stegwinkel = 0,0 [grad]

Fläche = 13.855,0 [mm**2]

IY = 1.030.840.000,0 [mm**4]

IZ = 207.270.700,0 [mm**4]

IT = 311.152.000,0 [mm**4]

Schubflächen

AY = 1.960,3 [mm**2]

AZ = 5.875,9 [mm**2]

Schwerpunktlage (z=0: Boden, y=0: Mitte Untergurt)

YS = -48,007 [mm]

ZS = 380,827 [mm]

Hauptachsen PSI= 0,955 grad

Werkstoff: S235,EN10025-2

A-Maß der Schweißnähte

Steg1-Obergurt = 2,5 [mm], durchgeschweißt; Doppelkehlnaht

Kehlnähte = 2,2 [mm]

Abstand zwischen Obergurt und Schweißnaht NA = 10,0 [mm]

Schottdaten:

Dicke = 4,0 [mm]

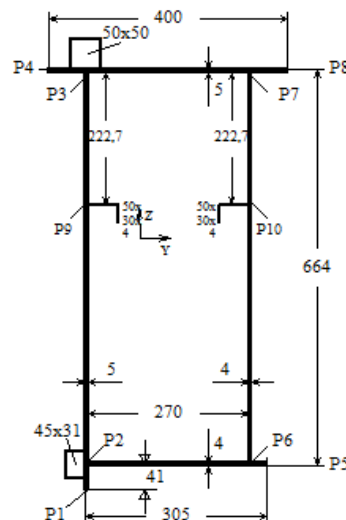
Abstand = 1.550,0 [mm]

Gurtbreiten Sek.Biegung = 21,0 %

Metergewicht = 112,5 [kg]

Einheitsspannungen in [N/mm**2] für Schnittgrößen =1 in [kN] und [Nm] und Katzradlast = 1 [kN]

Pt.	Sigma-X	Tau-Y	Tau-Z	Tau-X	Sigma-y	Sigma-Z	Sig-Y-sec
P1	7,21761e-02	6,44155e-10	4,44069e-11	-1,60693e-05	-4,07703e-04	4,65626e-04	1,23233e-01
P2	7,21761e-02	1,44242e-01	-1,30302e-01	-5,53614e-04	-3,65995e-04	4,62168e-04	1,12517e-01
P3	7,21761e-02	-1,58808e-01	-1,58271e-01	-5,53614e-04	2,71261e-04	4,09339e-04	-5,12064e-02
P4	7,21761e-02	1,37481e-09	2,99006e-10	-1,60693e-05	2,77121e-04	7,10634e-04	-5,18294e-02
P5	7,21761e-02	1,03065e-09	3,55255e-10	-1,28555e-05	-3,72826e-04	-9,97073e-04	0,00000e+00
P6	7,21761e-02	3,14656e-01	9,59926e-02	-6,92017e-04	-3,68493e-04	-8,62164e-04	0,00000e+00
P7	7,21761e-02	-3,25762e-01	1,25617e-01	-6,92017e-04	2,66823e-04	-9,14832e-04	0,00000e+00
P8	7,21761e-02	1,08218e-09	-5,44724e-10	-1,60693e-05	2,70654e-04	-1,21894e-03	0,00000e+00
P9	7,21761e-02	-6,56539e-02	-1,94629e-01	-5,53614e-04	5,52532e-05	4,27246e-04	4,29016e-03
P10	7,21761e-02	-1,24023e-01	1,60986e-01	-6,92017e-04	5,08151e-05	-8,96925e-04	0,00000e+00



Einträgerkran : Kasten mit unten angesetztem H-Profil

Brückenträger

Kasten 1 Steife in Stegen+ H-Profil

Info: Beulsteifen stehen senkrecht auf den Stegblechen

Längen [mm]

Stegwinkel = 8,0 [grad]

Fläche = 26.452,8 [mm**2]

IY = 4.275.467.000,0 [mm**4]

IZ = 466.948.600,0 [mm**4]

IT = 679.774.500,0 [mm**4]

Schubflächen

AY = 5.296,4 [mm**2]

AZ = 9.874,0 [mm**2]

Schwerpunktslage (z=0: Boden, y=0: Mitte Untergurt)

YS = 0,000 [mm]

ZS = 550,099 [mm]

Werkstoff: S235, EN 10025-2

A-Maß der Schweißnähte

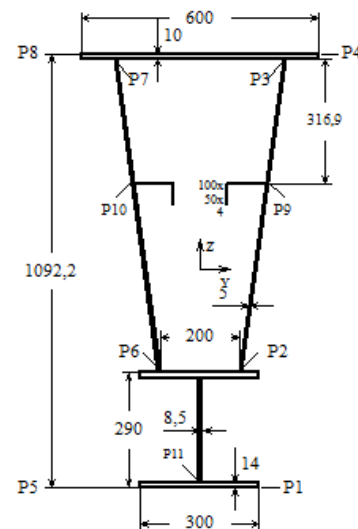
Steg-Obergurt = 2,8 [mm]

Steg-Untergurt = 2,8 [mm], durchgeschweißt

Schottdaten:

Dicke = 4,0 [mm] Abstand = 2.000,0 [mm]

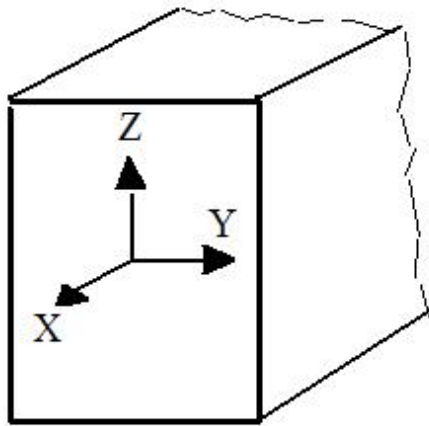
Metergewicht = 211,5 [kg]



Einheitsspannungen in [N/mm**2] für Schnittgrößen =1 in [kN] und [Nm]

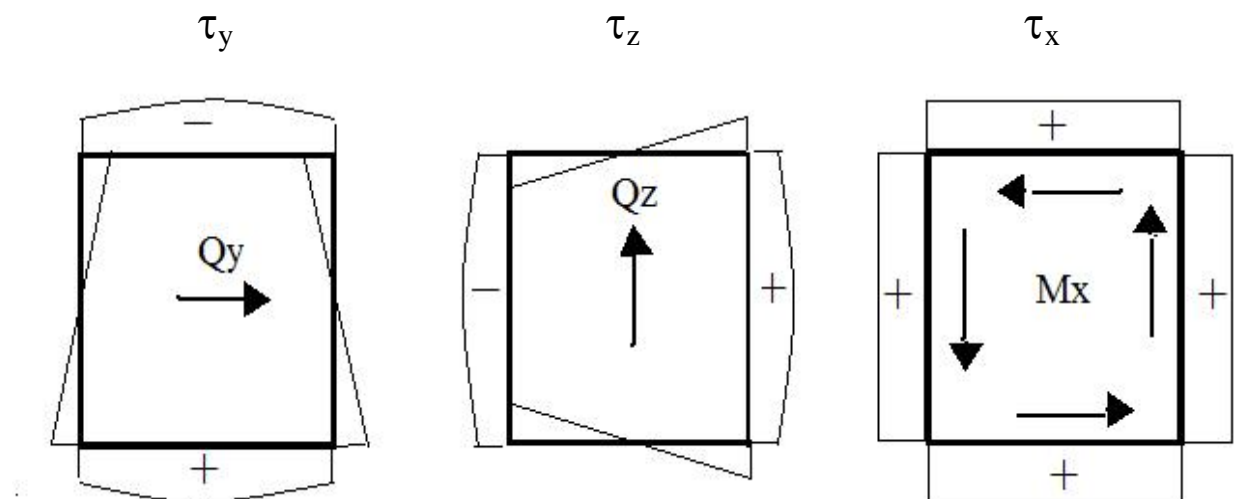
Pt.	Sigma-X	Tau-Y	Tau-Z	Tau-X	Sigma-y	Sigma-Z
P1	3,78032e-02	0,00000e+00	1,03601e-09	2,05951e-05	-1,30960e-04	-3,21235e-04
P2	3,78032e-02	1,60509e-01	1,03130e-01	3,94729e-04	-6,31310e-05	-2,19510e-04
P3	3,78032e-02	-1,37931e-01	7,39989e-02	3,94729e-04	1,22162e-04	-4,57949e-04
P4	3,78032e-02	1,28326e-09	3,52207e-10	1,47108e-05	1,24501e-04	-6,42469e-04
P5	3,78032e-02	2,39014e-09	4,17665e-09	2,05951e-05	-1,30960e-04	3,21235e-04
P6	3,78032e-02	1,60509e-01	-1,03130e-01	3,94729e-04	-6,31310e-05	2,19510e-04
P7	3,78032e-02	-1,37931e-01	-7,39989e-02	3,94729e-04	1,22162e-04	4,57949e-04
P8	3,78032e-02	-1,28326e-09	3,52207e-10	1,47108e-05	1,24501e-04	6,42469e-04
P9	3,78032e-02	-6,36598e-03	1,01220e-01	3,94729e-04	4,80448e-05	-3,64680e-04
P10	3,78032e-02	-6,36596e-03	-1,01221e-01	3,94729e-04	4,80448e-05	3,64680e-04
P11	3,78032e-02	3,93670e-09	-6,39006e-02	1,25042e-05	-1,27685e-04	0,00000e+00

Anhang 2: Schnittgrößen und resultierende Spannungen

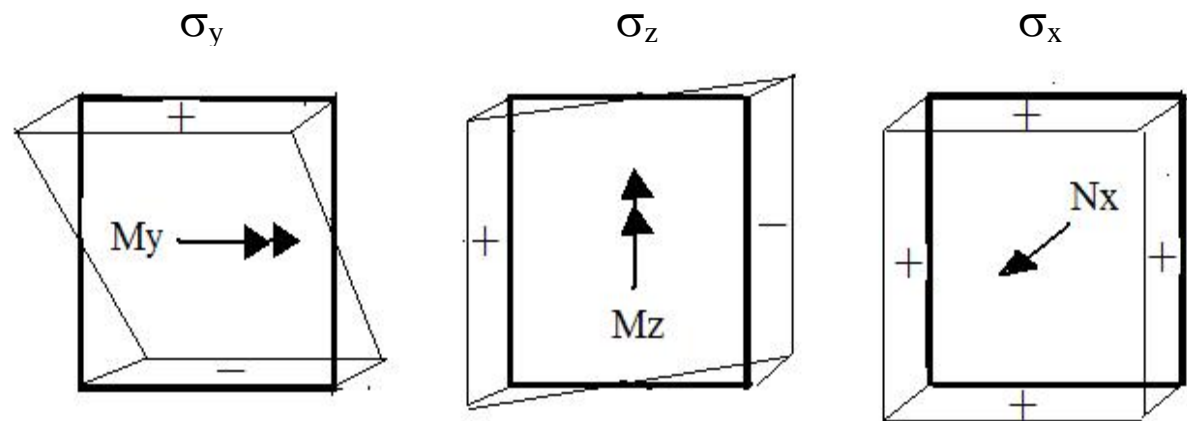


Die Einheitsspannungen in den Querschnittspunkten beziehen sich auf Schnittgrößen mit folgenden Vorzeichen

Schubspannungen τ infolge Querkräfte Q_y und Q_z sowie Torsion M_x



Normalkräfte σ infolge Normalkraft N_x , Biegemomente M_y und M_z



Anhang 3: Methode der Errechnung der s_m -Parameter

Wenn die S-Klassen (bzw. die s_m -Faktoren) nicht direkt vorgegeben werden, sondern mit dem Rechenmodul errechnet werden, wird folgende Methodik zur Errechnung der Spannungsverlaufsparameter s_m angewendet:

Jeder Arbeitszyklus (der C Arbeitsspiele) ist durch folgende Daten beschrieben:

- Lastkollektiv kQ
- Katzposition bei Lastaufnahme (Hubbeginn)
- Katzposition bei Lastabgabe und Beginn der Leerfahrt
- Katzposition bei Ende der Leerfahrt
- Durchschnittlicher Kranfahrtweg (Klasse D_c)
- Durchschnittlicher Hubweg (Klasse D_h)
- Geschwindigkeiten (und Beschleunigungen)
- Positionierklasse
- Angabe, ob Hubbewegung und Fahrbewegungen überlagert stattfinden
- Lastführung (wenn starr)
- Dynamische Beiwerte Φ_2 und Φ_5

A3.1 Faktor s_m für die Katzschiene oder den Unterflansch:

Für jeden Ort auf dem Träger (unterteilt in 10 Orte) wird ermittelt, wie oft er von Katzrädern mit und ohne Last überrollt wird. Dabei wird die Last ohne Anhubbeiwert, das Eigengewicht mit dem Massenbeiwert Φ_1 angesetzt. Jede Überrollung entspricht einem Spannungsspiel. Die maximale Schwingbreite $\Delta\sigma_{\max}$ ergibt sich aus der Radlast aus maximaler Last und Eigengewicht. Die Schwingbreite bei Überfahrt mit Last $\Delta\sigma_{\text{Last}}$ ergibt sich aus maximaler Radlast $\cdot kQ$ + Radlast aus Eigengewicht, die Schwingbreite $\Delta\sigma_{\text{leer}}$ nur aus der Radlast aus Eigengewicht.

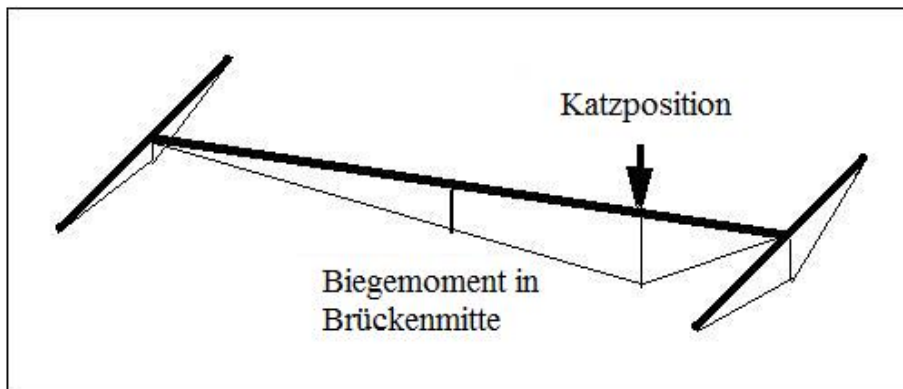
Mit $n_{i\text{Last}}$ und $n_{i\text{leer}}$ (ermittelte Überrollungen mit Last und leer) errechnet sich somit für jeden Ort auf dem Träger ein Parameter s_m zu

$$s_m = \sum \left[\left(\frac{\Delta\sigma_{\text{Last}}}{\Delta\sigma_{\max}} \right)^m \cdot n_{i\text{Last}} + \left(\frac{\Delta\sigma_{\text{leer}}}{\Delta\sigma_{\max}} \right)^m \cdot n_{i\text{leer}} \right] \cdot N_{\text{ref}}$$

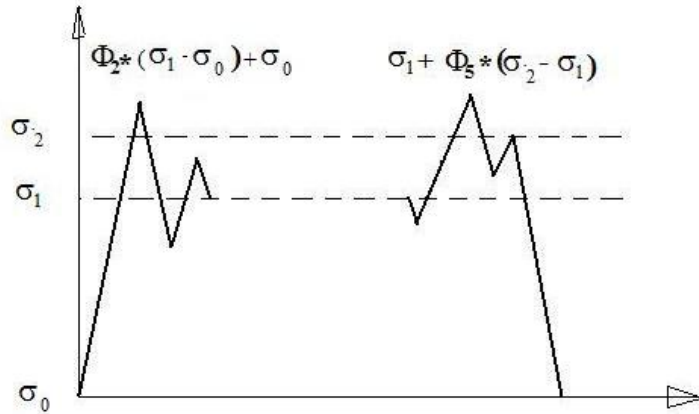
Der maximale Wert s_m aus allen Orten auf dem Träger wird beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit für die Naht unter der Katzschiene oder die Flanschnähte / Flanschbiegung zur Ermittlung der zulässigen Schwingbreite $\Delta\sigma_{\text{Sd}}$ angesetzt.

A3.2 Faktor s_m für die Kranbrücke (Brückenmitte):

Das Biegemoment in Brückenmitte ist abhängig von der jeweiligen Katzposition:



Beim Anheben der Last ergibt sich in Brückenmitte schematisch ein Biegespannungsverlauf, mit den gezeigten qualitativen Spitzen. σ_0 sei die Biegespannung ohne Last (vor Anheben und nach Absetzen), σ_1 sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last. σ_2 sei die Biegespannung unter konstanter Verzögerung (Senkbremsen.)



Mit den Dynamik-Beiwerten ϕ_2 und ϕ_5 findet man die beiden Spannungsspitzen beim Anheben und Senkbremsen. In Analogie zum Rainflow-Verfahren kann man nun einzelne Schwingspiele detektieren:

- Ein maximales Schwingspiel zwischen σ_0 und $\phi_2 * (\sigma_1 - \sigma_0) + \sigma_0$ oder $\sigma_1 + \phi_5 * (\sigma_2 - \sigma_1)$,
- Schwingspiele um σ_1 und
- Schwingspiele um σ_2 .

Für ein ungedämpftes Schwingspiel um σ_1 ergibt sich eine Schwingbreite $\Delta\sigma = 2 * \phi_2 * \sigma_1$.

Durch Dämpfung ist die wirkliche Schwingbreite geringer. Weitere Schwingspiele tragen zur Schädigung kaum noch bei.

Für den gezeigten Fall wird deshalb ein maximales Schwingspiel und je ein ungedämpftes Schwingspiel beim Anheben und Absenken angesetzt und weitere abklingende Schwingspiele werden vernachlässigt

Ohne Spannungen aus Kranbeschleunigungen ergibt sich die größte Schwingbreite $\Delta\hat{\sigma}$ für ein Schwingspiel beginnend mit Anhub in Brückenmitte und endend nach Abgabe der Last im Anfahrmaß der Katze beziehungsweise beginnend mit Anhub im Anfahrmaß und endend mit Lastabgabe in Brückenmitte – je nachdem, welcher Dynamikbeiwert (ϕ_2 oder ϕ_5) sich stärker auswirkt.

Für die Katzfahrten mit Last sind drei Fälle zu unterscheiden:

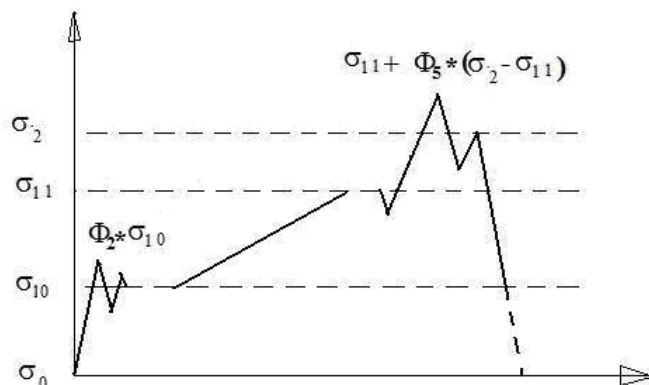
a) Katzfahrt in Richtung Brückenmitte, aber nicht über die Mitte hinweg:

σ_0 sei die Biegespannung ohne Last (vor dem Anheben),

σ_{10} sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last vor der Katzfahrt

σ_{11} sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last nach der Katzfahrt

σ_2 sei die Biegespannung unter konstanter Verzögerung beim Senkbremsen.



Nun sind wieder einzelne Schwingspiele zu detektieren:

- ein maximales Schwingspiel zwischen $\sigma_{11} + \phi_5 * (\sigma_2 - \sigma_{11})$ und σ_0 ,
- Schwingspiele um σ_{10} und
- Schwingspiele um σ_2 .

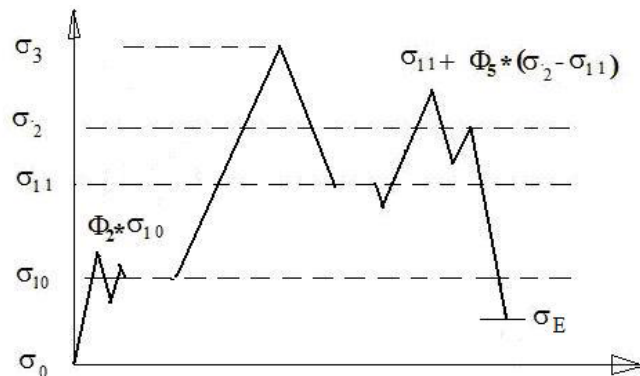
Wie oben begründet, wird auch in diesem Fall neben dem maximalen Schwingspiel nur je ein ungedämpftes Schwingspiel um σ_{10} und um σ_2 berücksichtigt.

b) Katzfahrt in Richtung Anfahrmaß, aber nicht über die Mitte hinweg:

Dies entspricht dem Verlauf von Fall a, wobei nun $\sigma_{10} > \sigma_{11}$ gilt und das maximale Schwingspiel zwischen $\phi_2 * \sigma_{10}$ und σ_0 anzusetzen ist. Dabei ist σ_0 die Biegespannung nach dem Absetzen der Last.

c) Katzfahrt über die Brückenmitte hinweg:

In diesem Fall nimmt die Biegespannung nach dem Anheben während der Katzfahrt bis zur Spannung σ_3 in Brückenmitte zu, um anschließend wieder abzunehmen.



Nun ist entscheidend, welche Spannung am größten ist. Liegt σ_3 über $\phi_2 * \sigma_{10}$ und über $\sigma_{11} + \phi_5 * (\sigma_2 - \sigma_{11})$, so ergibt sich als maximale Schwingbreite das Schwingspiel zwischen σ_0 (vor dem Anheben oder nach dem Absetzen) und σ_3 .

Liegt σ_3 dagegen unter $\phi_2 * \sigma_{10}$ oder $\sigma_{11} + \phi_5 * (\sigma_2 - \sigma_{11})$, so bleibt als maximales Schwingspiel zwischen $\sigma_{11} + \phi_5 * (\sigma_2 - \sigma_{11})$ und σ_0 , beziehungsweise zwischen $\phi_2 * \sigma_{10}$ und σ_0 . Zusätzlich zu den beiden Schwingspielen um σ_{10} und um σ_2 ist nun noch ein weiteres Schwingspiel zu berücksichtigen:

- Schwingbreite $\sigma_3 - \sigma_{11}$ wenn $\sigma_{11} > \sigma_{10}$ oder
- Schwingbreite $\sigma_3 - \sigma_{10}$ wenn $\sigma_{11} < \sigma_{10}$.

Katzfahrt ohne Last:

Auch für die Katzfahrt ohne Last können zwei unterschiedliche Fälle betrachtet werden:

a) Rückfahrt in Richtung der Startposition des Arbeitsspiels:

Wenn hierbei nicht über die Brückenmitte gefahren wird (in Kombination mit den Fällen a und b der beladenen Katze), entsteht kein weiteres Schwingspiel. Wird die Brückenmitte überfahren, so entsteht ein Schwingspiel mit der Schwingbreite zwischen σ_E und der Spannung aus leerer Katze in Brückenmitte.

b) Weiterfahrt der leeren Katze:

Wird hierbei die Brückenmitte nicht überfahren, so entsteht kein weiteres Schwingspiel. Wird die Mitte überfahren, kann auch hier ein Schwingspiel zwischen σ_E und der Spannung aus leerer Katze in Brückenmitte angesetzt werden.

Kranfahrt:

Die Biegespannung aus dem Brückeneigengewicht ist für die Schwingbreite aus Hubbewegung und Katzfahrt nicht relevant. Je Arbeitsspiel des Kranes erzeugen jedoch folgende Aktionen Schwingspiele der Biegespannungen in der horizontalen Ebene:

- Beschleunigung des Kranes mit beladener Katze: Horizontale Biegung aus Brückenmasse und Masse Katze + Last + Lastaufnahmemittel in Katzposition bei Beginn der Kranfahrt
- Verzögerung des Kranes mit beladener Katze: Horizontale Biegung aus Brückenmasse und Masse Katze + Last + Lastaufnahmemittel in Katzposition bei Ende der Kranfahrt (Maßgebend: Dauer der Kranfahrt und Katzfahrt)
- eventuell Positionierspiele gemäß EN 15011
- Beschleunigung des Kranes mit leerer Katze: Horizontale Biegung aus Brückenmasse und Masse Katze + Lastaufnahmemittel in Katzposition bei Beginn der Kranfahrt
- Verzögerung des Kranes mit leerer Katze: Horizontale Biegung aus Brückenmasse und Masse Katze + Lastaufnahmemittel in Katzposition bei Ende der Kranfahrt (Maßgebend: Dauer der Kranfahrt und Katzfahrt)

Die Schwingbreite wird nach EN 13001 je Antriebsart mit dem Dynamikbeiwert ϕ_5 ermittelt. EN-Kran setzt voraus, dass im Normalfall die Dauer der Kranbeschleunigung t_b in Sekunden größer ist als die Schwingungsdauer der Horizontalschwingung (mit Frequenz f_h in Hz). Die Anzahl der anzusetzenden Schwingspiele n_i ergibt sich dann zu:

$$n_i = t_b \times f_h$$

Da jedoch t_b und f_h von Last und Katzposition abhängen und da die Schwingbreiten klein sind gegen die Schwingbreiten aus Hubvorgängen sowie unter der Annahme von Dämpfung, wird nur ein Wert $n_i=2$ angesetzt.

Wird überlappende Hubbewegung und Kranfahrt angesetzt, sind die Spannungen zu superponieren. Wird die Hubbewegung ohne Fahrbewegungen ausgeführt, so werden nur Katz- und Kranfahrt überlagert.

A3.3 Faktor s_m für die Kopfträger und Kopfträgeranschlüsse:

Hier finden die gleichen Ansätze Anwendung wie bei der Biegung in Brückenmitte. Jedoch spielt hierbei es keine Rolle, ob die Katzfahrt über die Brückenmitte geht oder nicht.

Hinweis: Die s_m -Werte und die s_c -Werte für die Schienen sind nicht identisch, da in EN13001-3-1 für die s_m -Werte auch die dynamisch Φ Beiwerte anzusetzen sind mit $N_{ref} = 2.000.000$ gerechnet wird. Nach EN13001-3-3 werden die s_c -Werte ohne die dynamischen Beiwerte und mit $N_{ref} = 6.400.000$ errechnet.

Anhang 4: Methode der Errechnung der sc - Parameter

Wenn die Sc-Klassen (bzw. die sc-Faktoren) nicht direkt vorgegeben werden, sondern mit dem Rechenmodul errechnet werden, wird folgende Methodik zur Errechnung der Spannungsverlaufsparameter sc angewendet:

Jeder Arbeitszyklus (der C Arbeitszyklen) ist durch folgende Daten beschrieben:

- Lastkollektiv k_Q
- Katzposition bei Lastaufnahme (Hubbeginn)
- Katzposition bei Lastabgabe und Beginn der Leerfahrt
- Katzposition bei Ende der Leerfahrt
- Durchschnittlicher Kranfahrweg (Klasse Dc)
- Geschwindigkeiten (und Beschleunigungen) von Kran und Katzen
- Lastführung (wenn starr)
- Kranraddurchmesser

Nach EN 13001-3.3 ist für jedes Rad jeder Kontakt einzeln zu zählen und der Kollektivbeiwert ergibt sich dann zu

$$k_c = \frac{1}{i_{tot}} \sum_{i=1}^{i_{tot}} \left(\frac{F_{Sd,f,i}}{F_{Sd,f}} \right)^m.$$

Die Anzahl der Kontakte (eines Punktes auf dem Radumfang) bei einer Kranfahrbewegung ergibt sich aus Kranweg/Radumfang. Unter Berücksichtigung der Kranbeschleunigungen und Kranfahrgeschwindigkeiten können die Zeitpunkte t_i der Kontakte errechnet werden.

Zu jedem dieser Zeitpunkte t_i kann die entsprechende Katzposition zwischen Startpunkt und Endpunkt der Katzbewegung aus Katzbeschleunigung und Katzfahrgeschwindigkeit errechnet werden.

Die Kontaktkraft $F_{Sd,f,i}$ (eines Rades) zum Zeitpunkt t_i wird bestimmt aus

- Eigengewicht Kran
- Beschleunigungszustand des Krans
- Katzposition
- Fahrt der beladen oder leeren Katze
- Wirkung der Kranbeschleunigung auf Katzmasse und Last

Die Vorgehensweise für die Kranbahn ist folgende:

Unterteilung des durchschnittlichen Kranfahrweges in Abschnitte der Länge Kranradstand/20. Berechnung der Zeitpunkte, zu denen ein Kranrad diesen Kontaktpunkt überrollt. Berechnung der Kontaktkraft zum Zeitpunkt der Überrollung mit den Parametern wie oben genannt.

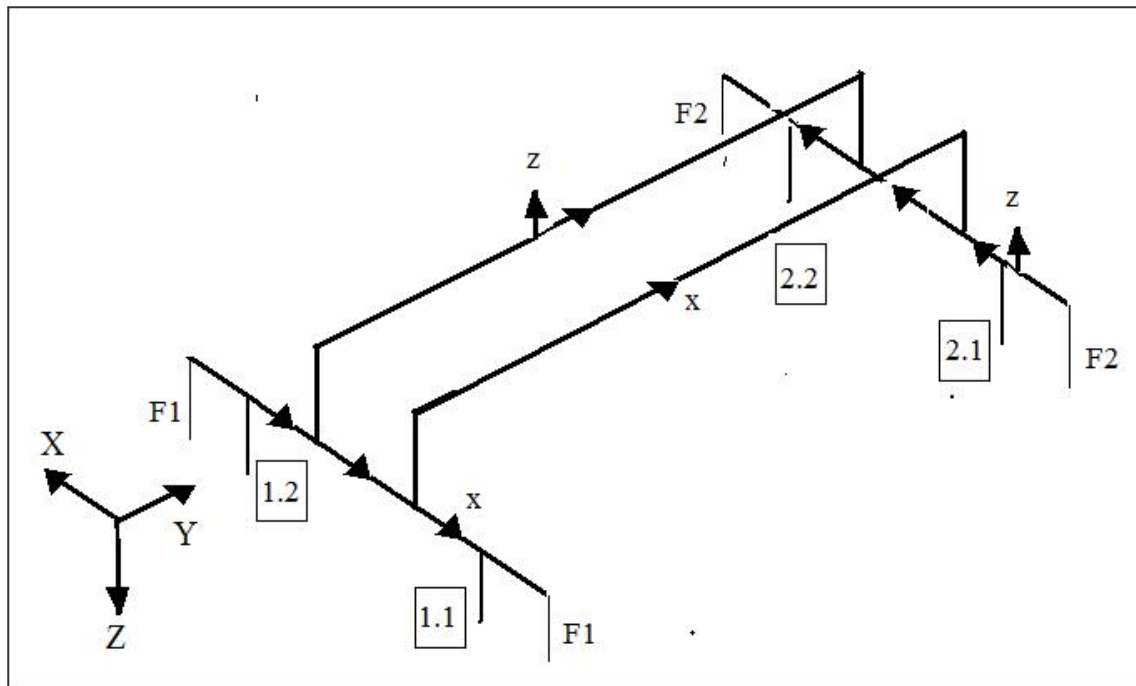
Für das Rad und den Kranbahnort mit den ungünstigsten sc-Werten wird der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit geführt.

Die Berechnung für Katzräder erfolgt analog.

Besonderheit für Kran-Führungsrollen: Für die Dauer des Anfahrens und Bremsens werden die entsprechenden HM-Seitenkräfte je Katzstellung angesetzt. Während der Kranfahrt mit konstanter Geschwindigkeit wird je Kranrad ein Rollwiderstand von 5 ‰ der Radlast, die sich aus der momentanen Katzstellung ergibt, angenommen. Aus den unterschiedlichen Rollwiderständen der beiden Kranachsen wird die Führungskraft errechnet.

Anhang 5: Statisches System der Zweiträgerbrückenkrane

Die Berechnung erfolgt mit dem Formänderungsgrößenverfahren für ein räumliches Rahmen-Balkensystem. Die Abbildung zeigt das globale X, Y, Z-Koordinatensystem, die Systemlinien der Balken (Brückenträger und Kopfträger) mit der Orientierung ihrer lokalen x und z-Achsen (lokale z- und y-Achsen sind von den Hauptachsen der Querschnitte abhängig).



Alle Lagerstäbe und die Höhendifferenz der Systemlinien der Brückenträger und der Kopfträger sind starre Fehlhebel. (Bei Hängekränen zeigen die Fehlhebel in entgegengesetzte Richtung).

Die Lagerstäbe entsprechen der Höhenlage der Kopfträgersystemlinie über der Kranschiene. (Auf Radblöcke aufgesetzte Kopfträger können durch Vorgabe der Abmessung "OS" berücksichtigt werden. Siehe [5.4 Datenbank - Kopfträger](#))

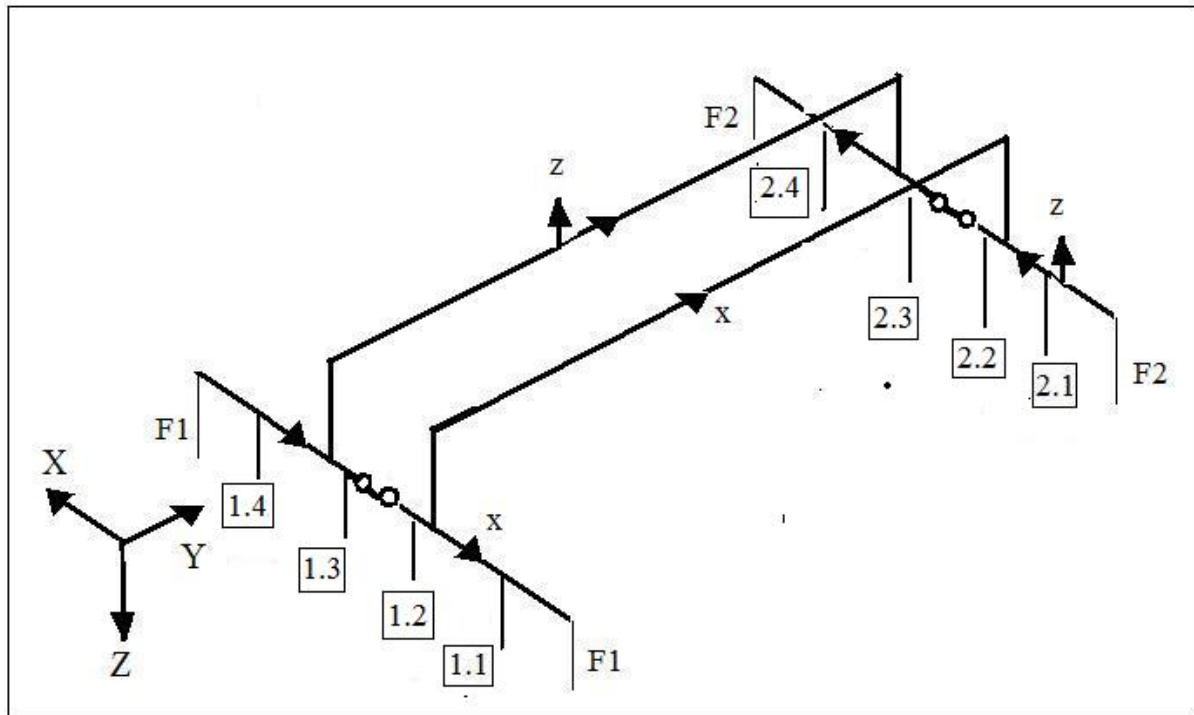
Die Auflagerpunkte 1.1, 1.2, 2.1 und 2.2 sind in globaler Z-Richtung gefesselt, in globaler X-Richtung sowie in allen Drehungen XX, YY und ZZ beweglich, (Lager 1.2 ist aus rechen-technischen Gründen zur Vermeidung von Singularitäten in X-Richtung gefesselt)

Die Seitenführung über Führungsrollen erfolgt je nach Lage der Führungsrollen an den Lagerpunkten F1 oder F2 über eine Fesselung in Y-Richtung.

Bei Spurkranzführung wird für die Berechnung der Schnittgrößen in Mitte der Brückenträger eine Fesselung in Y-Richtung an den Lagerpunkten 1.1 und 1.2 angenommen. Für die Berechnung der Schnittgrößen in den Kopfträgern wird jeweils die Y-Fesselung am betreffenden Kopfträger angenommen.

Die Fahrtriebskräfte werden (je nach Anzahl und Ort der Antriebe) an den Lagerpunkten in X-Richtung angesetzt.

Das statische System für 8-Radkrane enthält gegenüber dem 4-Radkran folgende Erweiterungen:



Die zusätzlichen Lagerpunkte 1.2, 1.3, 2.2 und 2.3 sind nur in globaler Z-Richtung gefesselt.

Spurkranzuführung erfolgt in Y-Richtung nur an den äußeren Lagern der Kopfträger 1.1 und 1.4 oder 2.1 und 2.4.

Bei Annahme einer Koppelung mit Koppelstange werden an den Enden der Koppelstange lokale y-Gelenke angesetzt. Alle anderen Schnittgrößen werden über die Koppelstange übertragen.

Bei Annahme eines Koppelbleches wird dieses starr mit den Kopfträgerenden verbunden. Die "Gelenkwirkung" erfolgt nur elastisch über das kleine Flächenträgheitsmoment der Platte um die y-Achse.

Anhang 6: Darstellung der Ergebnisse des Nachweises der statischen Festigkeit

Zweiträgerkran:

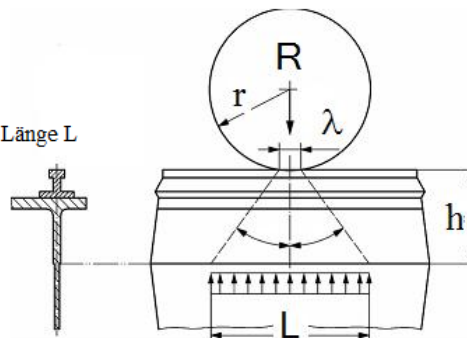
Als Überschrift wird genannt, um welchen Brückenträger es sich handelt.

Dann folgen die Angaben über die maximale Katradlast aus Eigengewicht der Katze und aus der Hakenlast (beides ohne dynamische Faktoren) sowie der Nahtlänge L .

Nachweis der statischen Festigkeit Hauptträger 1

Katradlasten (ohne Faktoren)
für Zwischenbiegung, Beulen und Schweißnaht: Länge L

$R(\text{Eigengewicht})$	=	2,453 [kN]
$R(\text{Last})$	=	78,484 [kN]
r	=	150,000 [mm]
h	=	56,000 [mm]
L	=	142,000 [mm]



Es folgen die Angabe der Katzposition oder Positionen in Brückenmitte und die Schnittgrößen (ohne Faktoren) resultierend aus

- Eigengewichte Brücken, Zusatzmassen, Katmassen (aller Katzen)
- Lastwirkung je Katze in für den betreffenden Brückenträger ungünstigsten Hakenstellung
- Massenwirkung der Eigenmassen beim Anfahren (Beschleunigen in Kranrichtung +x)
- Massenwirkung der Hakenlasten je Katze aus Anfahren
- Wenn relevant: aerodynamische Windlasten auf Brücke, Katzen und Lasten

Katzposition für maximales Biegemoment (Räder bei Y [mm]):
5.800,0 7.800,0 8.200,0 10.200,0

Schnittgrößen (Biegemomente M_y , M_z , Torsion M_x , Querkräfte Q_y , Q_z) ohne Faktoren:
(Anfahren Richtung +X mit Beschleunigung = 1 m/s**2)

	N [kN]	Q_y [kN]	Q_z [kN]	M_x [Nm]	M_y [Nm]	M_z [Nm]
Eigengewicht	-2,198344e+00	-4,082608e-01	4,887980e+00	4,905000e+03	-1,292395e+05	-6,021428e+03
Last 1	-5,444155e+00	-3,744029e+00	4,516729e+01	5,735840e+03	-3,536714e+05	-1,782781e+04
Last 2	-5,444155e+00	3,744029e+00	-4,516729e+01	-5,735840e+03	-3,536714e+05	-1,782781e+04
Anfahren Massen	7,821971e+00	4,982653e-01	4,161688e-02	1,769427e+02	-2,095445e+03	5,524091e+03
Anfahren Last 1	2,058665e+01	4,969723e+00	3,268048e+00	-1,524369e+03	-1,801743e+04	1,717568e+04
Anfahren Last 2	1,506219e+01	-4,969723e+00	-3,268048e+00	1,524369e+03	-1,718060e+04	1,704206e+04
Betriebswind + X	-7,393384e+00	1,702323e-07	2,551265e-08	-5,040208e-07	2,421754e+03	-5,931812e+03

Zur Erläuterung für alle folgenden Lastfälle wird die Indizierung der Teilsicherheitsbeiwerte angegeben:

mit folgenden angegebenen Indizierung der Beiwerte:

γ_{p1} : Masse des Krans	γ_{p2} : Masse der Hublast	γ_{p3} : Schienenstoß
γ_{p4} : Beschleunigung Antriebe	γ_{p5} : Wind	γ_{p6} : Schräglauflast
γ_{p7} : Außergewöhnliche Lasten		

Es schließen sich die Ergebnisse aller Lastfallkombinationen gemäß EN 13001 in der Reihenfolge Regelmäßige Lastfälle, Nicht regelmäßige Lastfälle und Außergewöhnliche Lastfälle an.

Die Kopfzeile der Lastfallkombination nennt den Lastfall mit seiner Bezeichnung in den EN 13001 (z. Bsp. A1) und ob Bremsen oder Anfahren (und in welcher Richtung) maßgebend ist.

Danach folgt die Liste der für diese Lastfallkombination anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwerte und der dynamischen Beiwerte. Die Indizierung bei mehreren Katzen bezieht sich auf die Katzen (.z. Bsp. Φ_2 für Katze 1 als Φ_{21})

Das Ergebnis aus der Multiplikation der einzelnen Schnittgrößen mit den auf sie anzuwenden Beiwerten wird genannt. Der letzte Wert nennt die mit den Faktoren auf Eigenmasse und Last berechnete maximale Radlast R.

Regelmäßige Lastfälle:

A1 (Anfahren + X)

$\Phi_1 = 1,1$ $\Phi_2 = 1,222667$ $\Phi_{skr} = 1,8$ $\Phi_{pos} = 1,15$ $acc = 0,4[m/sec^2]$
 $\gamma_{p1} = 1,22$ $\gamma_{p2} = 1,34$ $\gamma_{p4} = 1,34$ $\gamma_{risk} = 1,05$

N [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]	R [kN]
1,930241e+01	2,288836e+00	-3,923816e+01	1,355941e+03	-6,932662e+05	-2,213724e+04	1,442090e+02

Die Zahldarstellung der Schnittgrößen (ebenso wie bei Querschnitten der Einheitsspannungen) erfolgt im sogenannten "scientific format", also mit Angabe der Zehnerpotenzen. (Da hierbei auch sehr kleine Werte ausgegeben werden, kann dies als Maß für die Rechengenauigkeit dienen).

Die nun je Lastfallkombination folgenden Tabellen der Spannungen, Schweißnahtspannungen und Beulspannungen erfolgen in Dezimaldarstellung in N/mm^2 .

Einträgerkran:

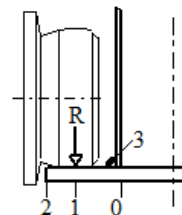
Die Ausgaben entsprechen denen der Zweiträgerkrane. Jedoch werden zu Beginn der Ausgaben die Daten für die Flanschbiegung ausgegeben (Beispiele für Kastenträger und H-Profil):

Kastenträger:

Flanschträger

Flanschbiegung in $[N/mm^2]$ nach EN15011 unter Radlast = 1 kN

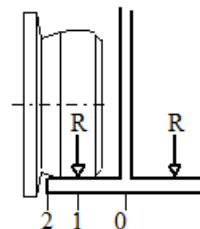
Ort 2: Sigma-X2 = 2,58	
Ort 1: Sigma-X1 = 2,89	Sigma-Y1 = 0,63
Ort 0: Sigma-X0 = 0,59	Sigma-Y0 = -1,67
Ort 3: Sigma-Z3 = 4,89	



H-Profil:

Flanschbiegung in $[N/mm^2]$ nach EN15011 unter Radlast = 1 kN

Ort 2: Sigma-X2 = 2,34	
Ort 1: Sigma-X1 = 2,53	Sigma-Y1 = 0,64
Ort 0: Sigma-X0 = 0,21	Sigma-Y0 = -2,1



Katzposition für maximales Biegemoment (Räder bei Y [mm]):

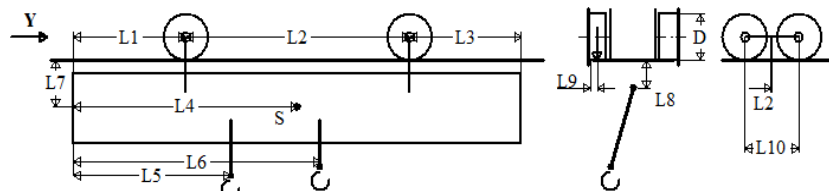
Anhang 7: Wirkung der Radlasten der Katzen

Die Rahmen der Katzen werden als elastisch (mit Steifigkeiten $\Rightarrow 0$) angenommen, d.h. die Lasten aus Eigengewicht der Katzen, Hakenlasten je Hakenstellung, Trägheitskräfte aus Massen bei Beschleunigungen und Windlasten (auf Katzen und Hakenlasten) wirken nur als resultierende Kräfte und Momente auf die Kranbrücken, ohne Berücksichtigung der Verformungen von Katzrahmen und Kranbrücken..

Die vertikalen Radlasten (ohne Faktoren) werden im Ausgabeteil der Katzdaten ausgegeben:

Beispiel Einschienenkatze:

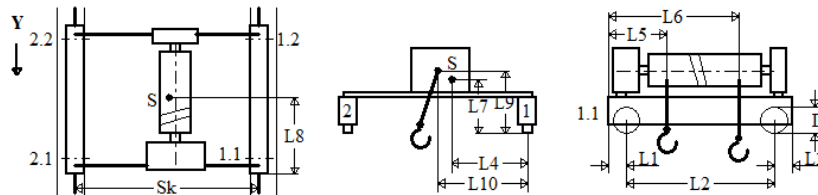
Bei Schwingen ($L_{10} > 0$) gibt die Tabelle die Summe aus beiden Rädern an.



Radlasten (ohne Faktoren) in [kN]:

	Summe Räder bei L1	Summe Räder bei L2
Katzgewicht	0,37	0,37
Last bei L5	22,15	2,46
Last bei L6	7,38	17,23

Beispiel Zweischienenkatze:



Radlasten (ohne Faktoren) in [kN]:

	1.1	1.2	2.1	2.2
Katzgewicht	2,45	2,45	2,45	2,45
Last bei L5	78,48	19,62	78,48	19,62
Last bei L6	19,62	78,48	19,62	78,48

Für Zweiträgerkrane gilt für Horizontalkräfte:

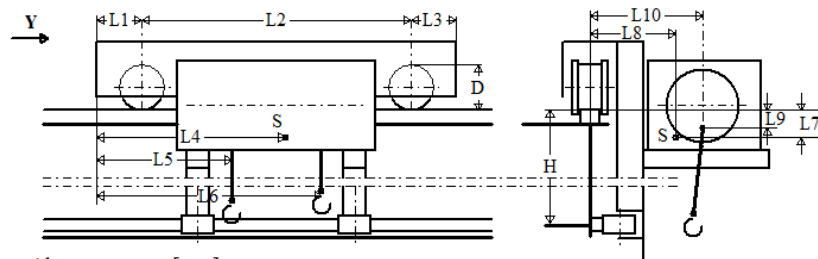
Bei einseitiger Führung der Katze mit Führungsrollen werden alle Horizontalkräfte nur über die Führungsrollen in den betreffenden Brückenträger eingeleitet (Prinzip: "Formschluss vor Reibschluss").

Bei Katzen mit Spurkranzführung werden die Horizontalkräfte im Verhältnis der zugeordneten vertikalen Radlasten auf beide Brückenträger in den Radaufstandspunkten eingeleitet.

Je nach Schwerpunktslage und fiktivem Lastangriff ergeben sich aus den Horizontalkräften für die Kranbrücken Torsionsmomente und Delta-Vertikal-Kräfte in den Radlasten.

Beispiel Winkelkatze:

Es werden zusätzlich die auf die Brücke wirkenden Torsionsmomente ausgegeben.

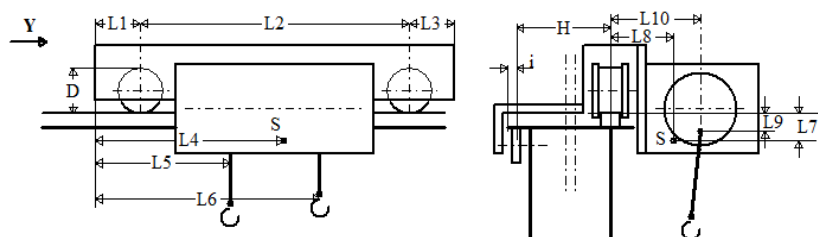


Radlasten (ohne Faktoren) in [kN] und Torsion (ohne Faktoren) in [Nm]:

	Rad bei L1	Rad bei L2	Torsion bei L1	Torsion bei L2
Katzgewicht	1,96	2,94	1.177,20	1.765,80
Last bei L5	39,38	9,85	31.505,01	7.876,25
Last bei L6	9,85	39,38	7.876,25	31.505,01

Bei oben gestützten Katzen sind die Radlasten vom Maß H abhängig:

Katzdaten: Oben

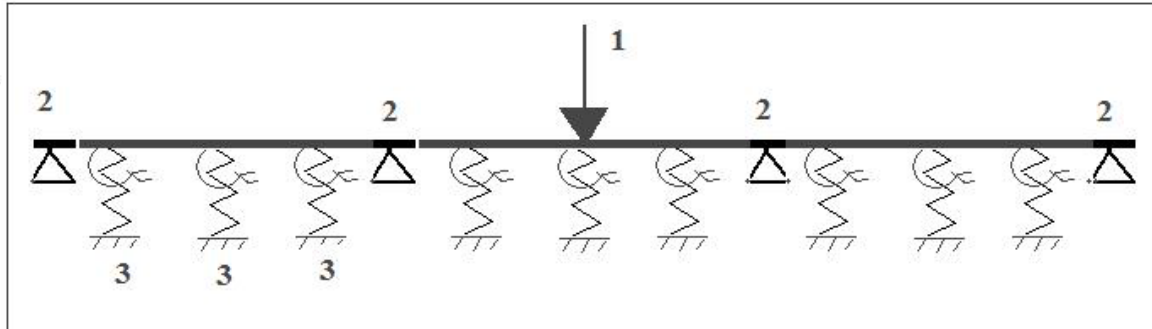


Radlasten - Torsion/H in [kN] und Torsion in [Nm] (ohne Faktoren):

	Rad bei L1	Rad bei L2	Torsion bei L1	Torsion bei L2
Katzgewicht	1,57	2,35	392,40	588,60
Last bei L5	11,92	7,95	3.575,75	2.383,83
Last bei L6	3,97	15,89	1.191,92	4.767,66

Anhang 8: Modellannahmen für Plattenbeanspruchung

Zur Ermittlung der Sekundärspannungen im Obergurt bei Schienen in der Mitte des Obergurtes werden die Schiene und die unter dem Obergurt liegende Beulsteife als Biegebalken betrachtet, der auf den Quersteifen gelenkig gelagert ist und dazwischen elastisch auf dem Obergurt gelagert ist.



Legende:

- 1 : Radlast
- 2 : Quersteife
- 3 : Feder und Drehfeder

Zwischen den Quersteifen (2) wird der Obergurt in n (>50) Streifen (Biegebalken, die auf den Stegblechen gelagert sind) unterteilt, aus deren Nachgiebigkeiten die Federkonstanten der elastischen Feder und Drehfeder (3) berechnet werden.

Bei Belastung des Systems mit der Radlast (1) ist in jedem Punkt das Gleichgewicht zu ermitteln, das sich aus der Verformung (Absenkung und Neigungswinkel) des Schienenbalkens und der Streifen des Obergurtes (Absenkung und Torsionsverdrehung) sowie aus den Reaktionskräften zwischen den Elementen ergibt.

Die Zug-Biegespannung im Obergurtstreifen unter der Radlast wird als Sekundärspannung quer zum Brückenträger angesetzt.

Anhang 9: Unterschiede EN 13001 und EN 1991-3

Die beiden Normen nutzen unterschiedliche Ansätze bei der Berechnung der Kranbahndaten. Dies wirkt sich insbesondere dann aus, wenn schwere fest eingesicherte Traversen, Greifer oder Magnete zum Einsatz kommen:

EN 13001 unterscheidet die Nutzlast und die Hublast:

Fall 1: Lastaufnahmemittel (LAM) fest eingesichert, Kran kann nur so betrieben werden:

Nutzlast: Die Last, die mit dem fest eingesicherten Lastaufnahmemittel gehoben wird.

Dies ist die Tragfähigkeit, die auch auf dem Kran angegeben ist,

Hublast: Summe aus Nutzlast und Lastaufnahmemittel.

In die Berechnung des Lastkollektiv k_Q und die Klasse Q geht nur die Nutzlast ein.

Fall 2: Lastaufnahmemittel lose im Kranhaken, Kran kann auch ohne LAM arbeiten.

Das Lastaufnahmemittel zählt zur Nutzlast.

EN 13001 teilt die Horizontalkräfte HM aus unsymmetrischer Lastverteilung nicht auf die beiden Kranbahnseiten auf.

EN-Kran verfährt ebenso. In der Tabelle der Kranbahn-Radlasten wird entsprechend das fest eingesicherte Lastaufnahmemittel zur Katzmasse hinzugerechnet. Die Horizontalkräfte HM werden nur in Summe ausgegeben und nicht auf die beiden Kranseiten verteilt.

Für die statischen Berechnungen wird mit der Hublast gerechnet. Bei Berechnungen für Fälle ohne Nutzlast (Durchbiegung, Ermüdung der Räder bei Leerfahrt) wird das Lastaufnahmemittel zur Katzmasse hinzugerechnet.

EN 1991-3 unterscheidet nicht zwischen Nutzlast und Hublast:

Die Horizontalkräfte (hier HT genannt) werden im Verhältnis der Radlasten auf die beiden Kranseiten aufgeteilt.

Die Klassifizierung S der Ermüdungseinwirkungen erfolgt über die Klassen U und Q der EN 13001.

EN-Kran zeigt in den Tabellen nach EN 1991-3 die Kranbahnlasten entsprechend an.

Da EN 1991-3 jedoch nicht die Unterscheidung von Nutzlast und Hublast vornimmt, würde bei schweren fest eingesicherten Lastaufnahmemitteln und geringen Nutzlasten sich eine zu geringe Klasse S der Kranbahn ergeben. Deshalb wird in EN-Kran für die Kranbahnlasten nach EN 1991-3 eine Ersatzeinstufung Q vorgenommen, die das LAM zur Nutzlast addiert. Mit der Klasse U und der Ersatzklasse Q wird nun nach den Regeln der EN 1991-3 die Klasse S bestimmt.

EN 1991-3 :2024:

Es wird eine neue Klasse C eingeführt; Klassifizierung für Ermüdung infolge Kranlasten.

Tabelle 5.7. formuliert eindeutig: "Die Definition der Klassen U und Q ist identisch mit der der EN 13001-1".

Die Klasse C bezieht sich also nur auf die Nutzlast.

Anhang 10: Unterschiede EN 13001-3-1:2025 zu :2018

Die wesentlichen Unterschiede betreffen die Schweißnahtnachweise.

EN-Kran bietet die Möglichkeit zu wählen, nach welcher Ausgabe der EN 13001-3-1 verfahren werden soll:

Voreinstellungen:

- Beim Start alter Projekte wird zunächst die Version 2018 gestartet.
- Beim Start neuer Projekte wird zunächst die Version 2025 gestartet.



Wahlweise kann nun auf die andere Version umgeschaltet werden. Bei weiteren Starts dieses Projektes wird mit der zuletzt gewählten Version wieder gestartet.

Auswirkungen der Version EN 13001-3-1:2025

In dieser Version entfallen die Tabelle 8 der Beiwerte α_w der Grenzwerte der Schweißnahtspannung und die Forderung A-Maß $a \leq 0.7 \cdot t_{\min}$, so dass Kehlnähte mit größerem A-Maß zulässig sind und mit dem größeren A-Maß der Nachweis geführt werden darf.

Hierfür wird nun zusätzlich die Fließgrenze f_{yw} des Schweißzusatzstoffes für den Nachweis benötigt. Überall dort, wo in EN-Kran A-Maße einzugeben sind, wird nun dieser Wert erforderlich;

Beispiel Querschnittseingabe:

Alle Längen in [mm]		Nahtwerkstoff		fy	235	[N/mm ²]
Kehlnähte: A-Maß		Steg-Untergurt:		5.6	<input checked="" type="checkbox"/> durchgeschweißt	<input type="checkbox"/> Doppel-Kehlnaht
Steg-Obergurt:		Blechabmessungen				

In EN-Kran ist dieser Wert voreingestellt auf 235 N/mm² (entsprechend dem niedrigsten Wert der Bleche), Er sollte auf die realen Werte des genutzten Schweißgutes gesetzt werden.

Für den Nachweis wird die bisherige Nahtspannung σ_z vektoriell in ein σ_{\perp} und τ_{\perp} zerlegt und mit $\tau = \tau_{\parallel}$ ist zu zeigen, dass (Gleichung 28 der EN 13001-3-1:2025)

$$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau^2))} \leq f_{yw} / \gamma_m \quad \text{und} \quad \sigma_{\perp} \leq f_y / \gamma_m \quad \text{erfüllt werden.}$$

Wichtig:

- War in EN 13001-3-1:2018 das A-Maß ausreichend um die Anforderung der alten Summenformel zu erfüllen, so kann es nun sein, dass bei gleichem A-Maß durch den Faktor 3 auf τ_{\perp}^2 die neue Summenformel nicht mehr erfüllt wird. Das A-Maß oder f_{yw} muss dann vergrößert werden.
- Aber: im Ermüdungsnachweis für die Kehlnaht unter der Katzschiene gilt bei Detail 3.13 und 3.14 weiterhin die Anforderung $0.5 \cdot t \leq a \leq 0.7 \cdot t$