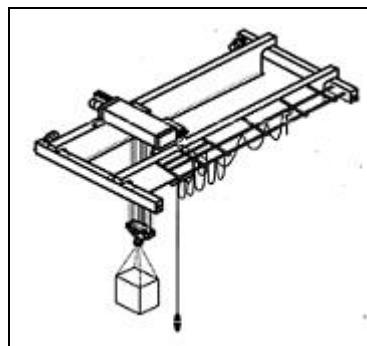


# Bedienungsanleitung 6.9.6 EN-KRAN



© 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 Katzenräder .....	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 Spannungsverlaufsparameter – Eingabe für Tragwerksdetails .....	23
3.9.2 Spannungsverlaufsparameter - Rechnerische Ermittlung .....	23
3.9.3 Charakteristische Werte der Schwingbreite je Detail.....	24
3.9.4 Spannungsverlaufsparameter – 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 Taskleiste 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:



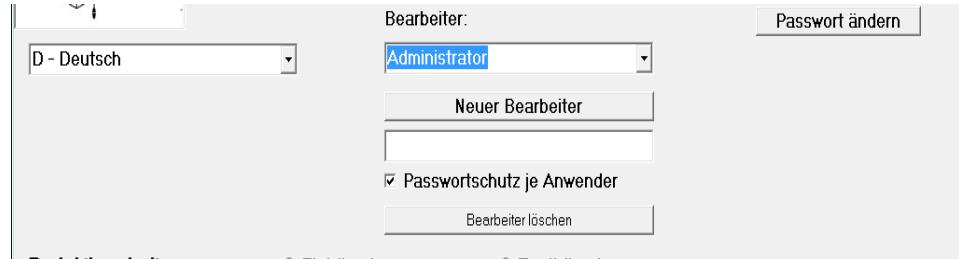
D - Deutsch

Bearbeiter: Administrator

Passwort:

Passwort wiederholen:

Vom Administrator können weitere Anwender zugelassen oder wieder gelöscht werden:



D - Deutsch

Bearbeiter: Administrator

Passwort ändern

Neuer Bearbeiter

Passwortschutz je Anwender

Bearbeiter löschen

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:



Projektbearbeitung:  Einträgerkrane  Zweiträgerkrane

Neue Projektbezeichnung (Nr. / Name):

Wählbare Projekte:

Bearbeiten

Kopieren

Löschen

Konstruktionsregeln

Datenbank-Eingaben

Nur Querschnittsberechnungen

Nur Rad / Schiene Berechnungen

Lizenzkennwort: 221.693.289.391.588

Lizenzschlüssel:

Unlizenzierte Testversion

Disclaimer

Ich akzeptiere die Bedingungen

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 Zweitträgerkranen oder Brückenkran, Hängekran oder Winkelektrozran 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:	500 *1000	Klasse U:	U5
Lastkollektiv kQ:	0.504	Rechnen	Klasse Q: Q5

Das Lastkollektiv kQ kann auch rechnerisch bestimmt werden:

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

Berechnung Kollektiv			
Nettolast [kN]	500 *1000		
50 [kN]max	50.0 25.0 10.0	20.0 30.0 50.0	kQ = 0.2415
<input type="button" value="Verwerfen"/>		<input type="button" value="Übernehmen"/>	
		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 Hängekranen ist die Breite der Kranschiene nicht erforderlich. Zur Berechnung des Schräglaufs sollte der Verschleißanteil unter Krandaten zum Spurspiel addiert werden.

### 3.3 Krandaten

Angeklickte Tasten werden gelb unterlegt, ebenso die angewählten Eingabefelder.

Hier sind insbesondere Angaben zu Zusatzmassen (Punktmassen oder gleichverteilte Massen) sowie die Wahl der Kopfträger und der (bis zu drei) Katzen einzugeben.

Projekt: Sample

Basisdaten Krandaten Antriebsdaten Brückenträger Optimierung Ermüdung Ausgabe Zurück

XYZ global

Katze(n) und Kopfträger aus Datenbank

S = 16000 [mm] R = 2000 [mm]  $\alpha$  = 90 [°]

Katze(n):

	Katze T1	Katze T2	Katze T3
Katztyp	Csample	0	0
Richtung:	<input checked="" type="radio"/> + Y <input type="radio"/> - Y	<input checked="" type="radio"/> + Y <input type="radio"/> - Y	<input checked="" type="radio"/> + Y <input type="radio"/> - Y

Zusatzmasse(n):

Einzelmassen:

Mp Nr.	Bezeichnung	Masse [kg]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]
Mp1	Control	40	500	1000	0
Mp2					
Mn3					

Gleichverteilt:

Mu Nr.	Bezeichnung	Masse [kg/m]	X [mm]	Y0 [mm]	Y1 [mm]	Z [mm]
Mu1	Power suppl.	15	-1000	300	15000	100
Mu2						
Mu3						

Kopfträger:

Ecsample  asymmetrisch  Spurkränze  Führungsrollen Seite 1  Führungsrollen Seite 2

Spurspiel sg = 15 [mm] Pufferanschlag P1 = 0 P2 = 0 [mm] H = 0 [mm] ?

Verwerfen Übernehmen 12.09.2023 Tester

Die Lage der Zusatzmassen relativ zur Kranbrücke (oder bei Zweiträgerkranen zur angegebenen Brücke (1) oder (2)) ist gemäß der Prinzipskizze einzugeben.

Die Katze sind aus den in der Datenbank gespeicherten Kopfträgern auszuwählen.

Die Katze (oder Katzen) sind ebenfalls aus der Datenbank auszuwählen. Dort sind die Katzen in globaler +Y Richtung gespeichert (Schwerpunkt, Anfahrmaße, Hakenwanderung). Die Richtung kann durch Anklicken des "Radioknopfes" in -Y (also um 180 °) gedreht werden.

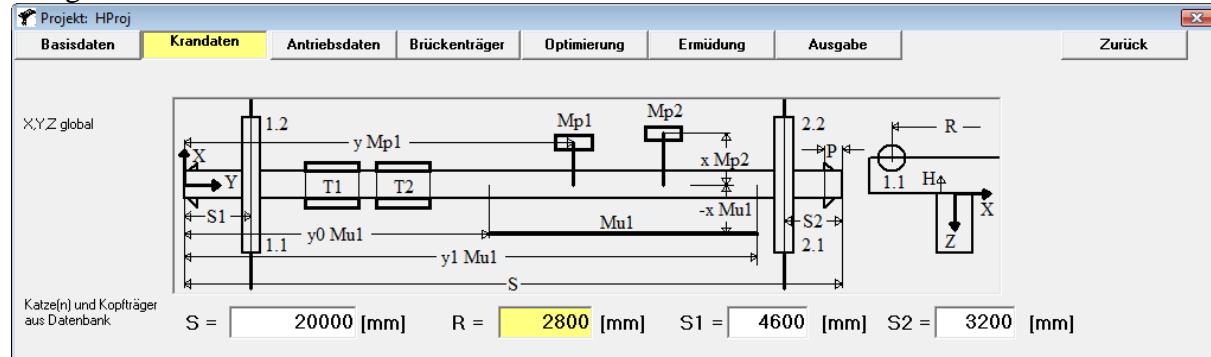
Die obige Abbildung zeigt auch beispielhaft für Einträgerkrane, dass bei allen Eingabefeldern, die Abmessungen betreffen, eine jeweilige Prinzipskizze die Erläuterungen liefert.

Für Hängekrane sind zusätzlich die Längen der Kragarme einzugeben. Die Y-Lage der Zusatzmassen wird ab dem äußeren Rand gemessen (siehe Beispiel nächste Seite).

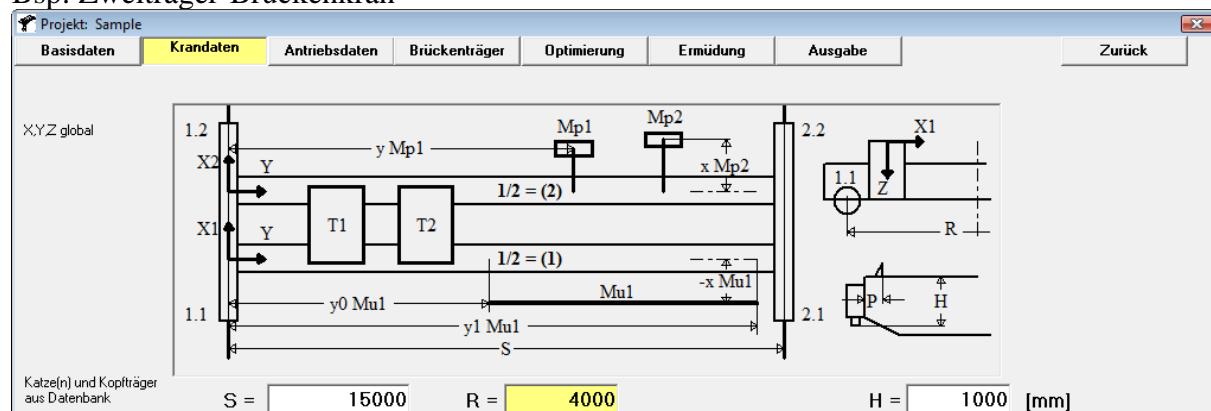
Bei Zweiträger-Brückenkrane ist zusätzlich die relative Lage H der Trägeroberkante einzugeben. Bei Unterflanschkatzen gibt H die Position des Unterflansches relativ zum Kopfträgerunterflansch an.

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

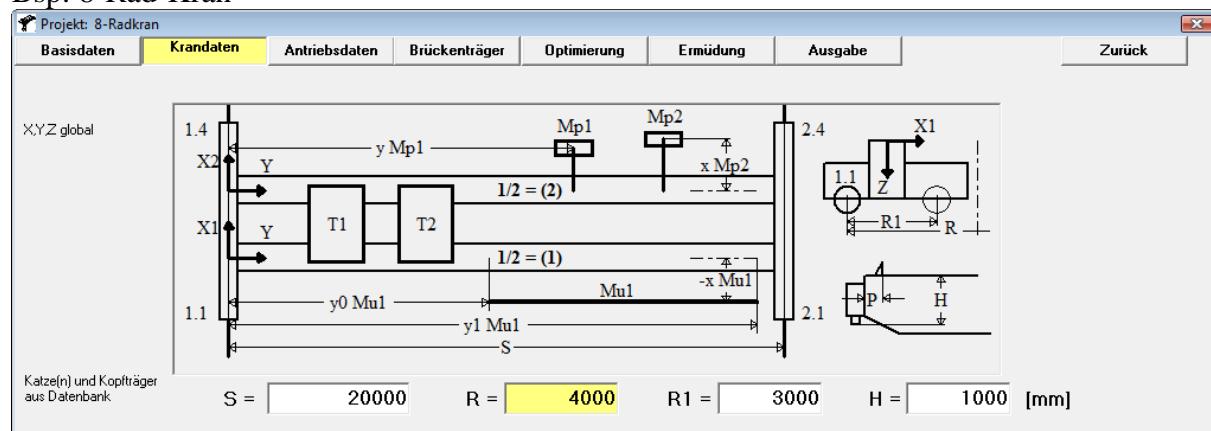
Für Winkelkatzkrane zusätzlich der Abstand SR der Katzschiene zum Kranrad Seite 1.Bsp: Hängekran



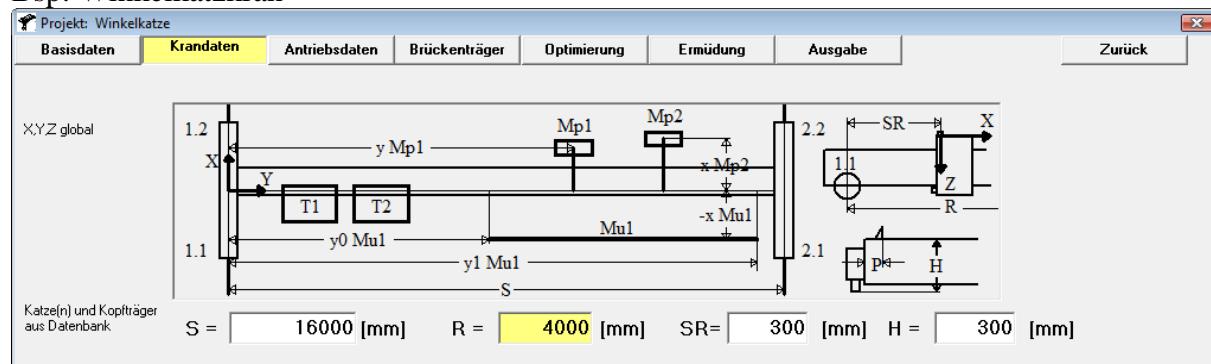
Bsp: Zweiträger-Brückenkran



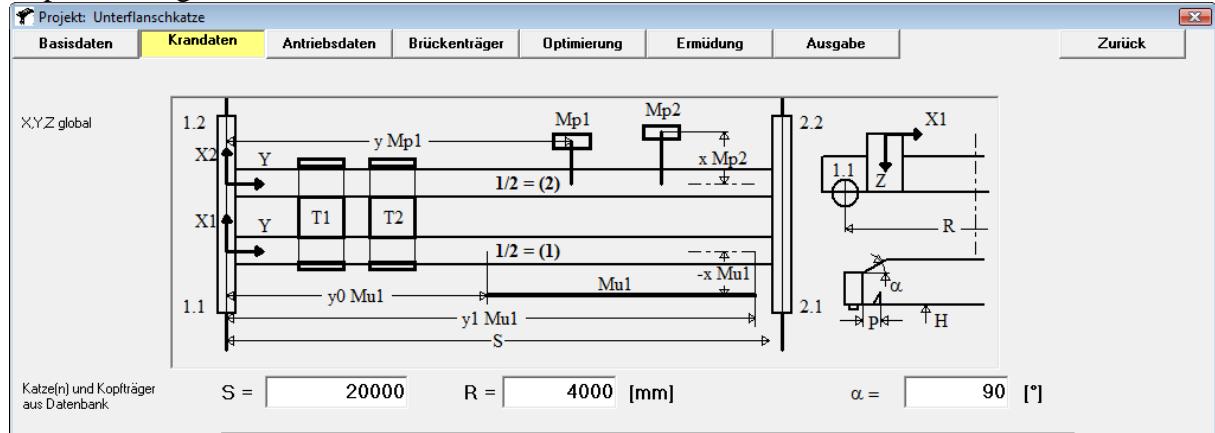
Bsp: 8-Rad-Kran



Bsp: Winkelkatzkran



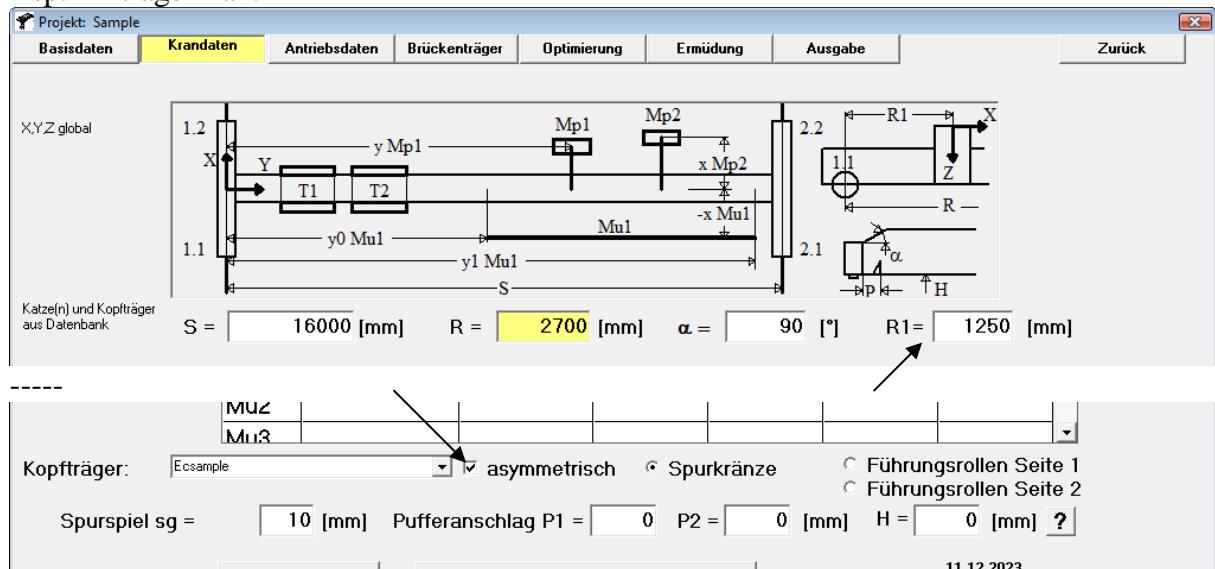
## Bsp: Zweiträgerkran mit Unterflanschskatze



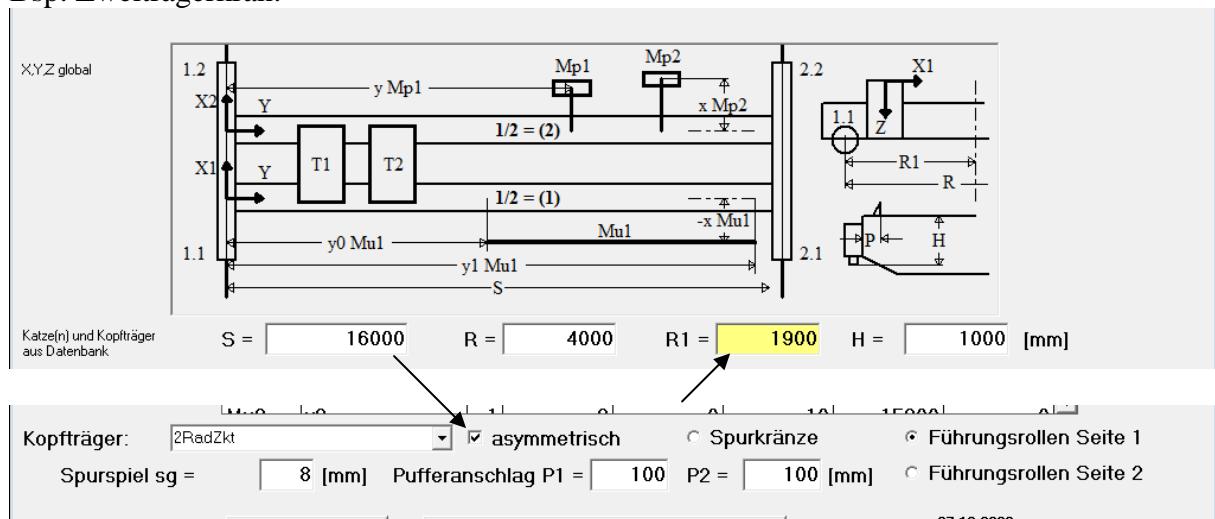
Die Lage der Katzpufferanschläge P1 und P2 werden ab Kopfträger, bei Hängekranen ab Kragarmende gemessen.

### 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

$S = 20000 \text{ [mm]}$   $R = 2800 \text{ [mm]}$   $S1 = 4600 \text{ [mm]}$   $S2 = 3200 \text{ [mm]}$

Kopfträger: HKT1u  asymmetrisch  Spurkränze  Führungsrollen

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

$S = 20000$   $R = 2500.5$   $S1 = 2800$   $S2 = 2900 \text{ [mm]}$

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

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

$S = 20000$   $R = 4000 \text{ [mm]}$   $\alpha = 90 \text{ [°]}$

Kopfträger: Test\_B  asymmetrisch  Spurkränze  Führungsrollen Seite 1  Führungsrollen Seite 2

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

## 3.4 Antriebsdaten

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

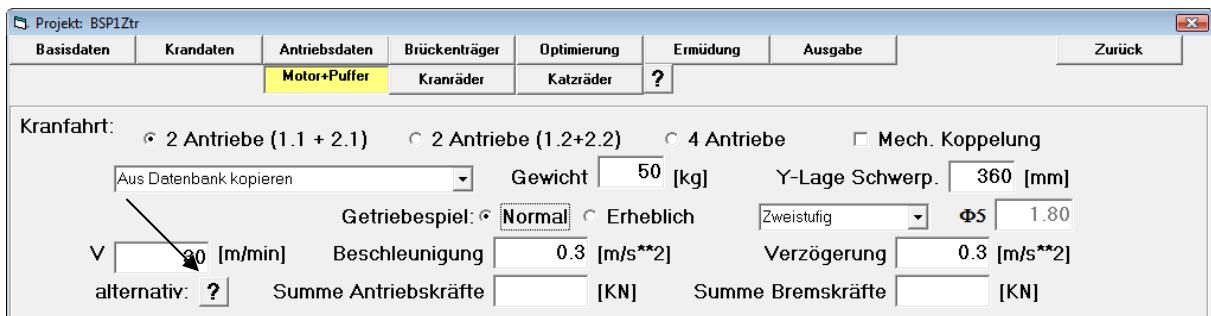


### 3.4.1 Motor und Puffer

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.

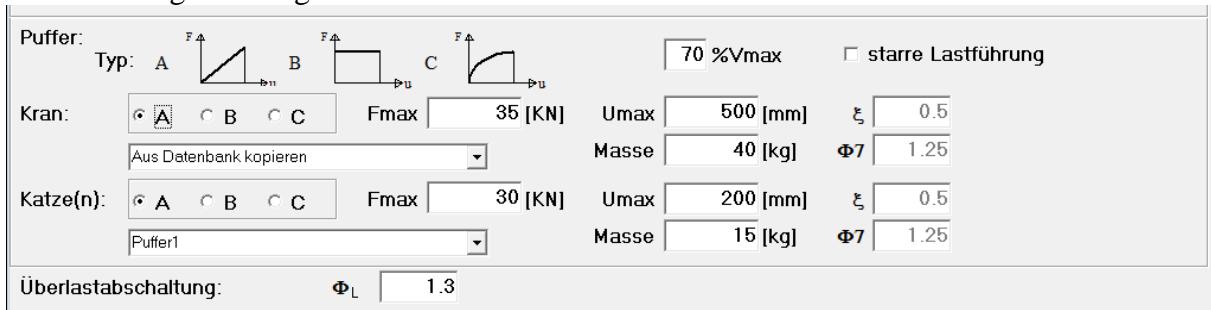
Zur Erläuterung der Antriebsbeschreibungen kann ein Infotextfeld über eine "?"-Taste geöffnet werden:



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  $\Phi 7$  werden je Puffertyp erzeugt, der Dynamikbeiwert  $\Phi L$  der Überlastabschaltung muss vorgegeben werden.

Alle Antriebsdaten können zunächst auch aus der Datenbank übernommen werden. Im Gegensatz zu Katzdaten und Kopfrägerdaten 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  $\xi$  vorgegeben werden:

Puffer:

Typ: A  B  C 

70 %Vmax  starre Lastführung

Kran:

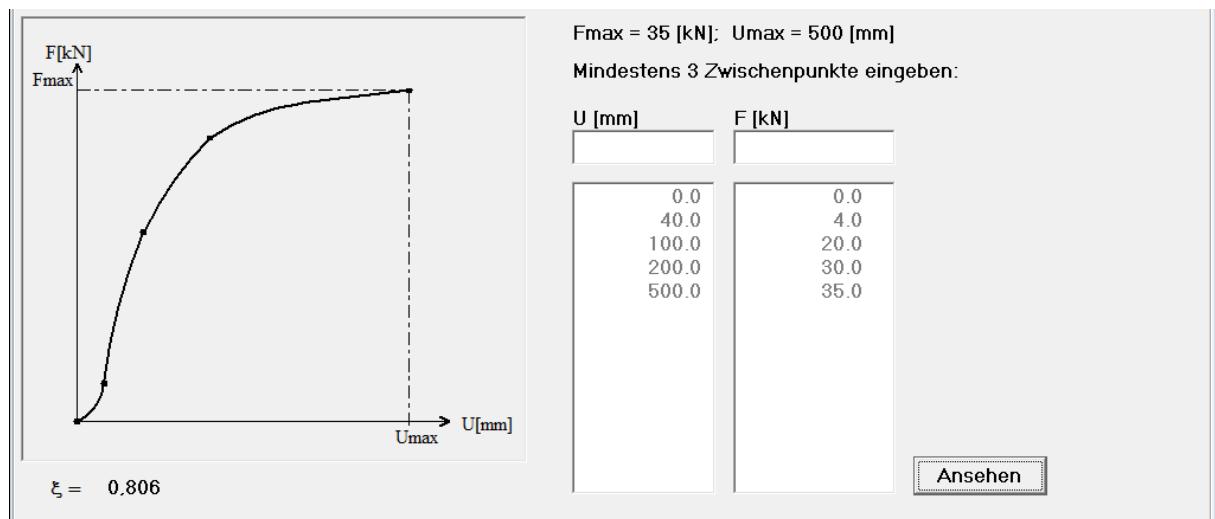
A  B  C  C

Fmax  Umax   $\xi$   Rechnen

Aus Datenbank kopieren

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 Krandaten 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

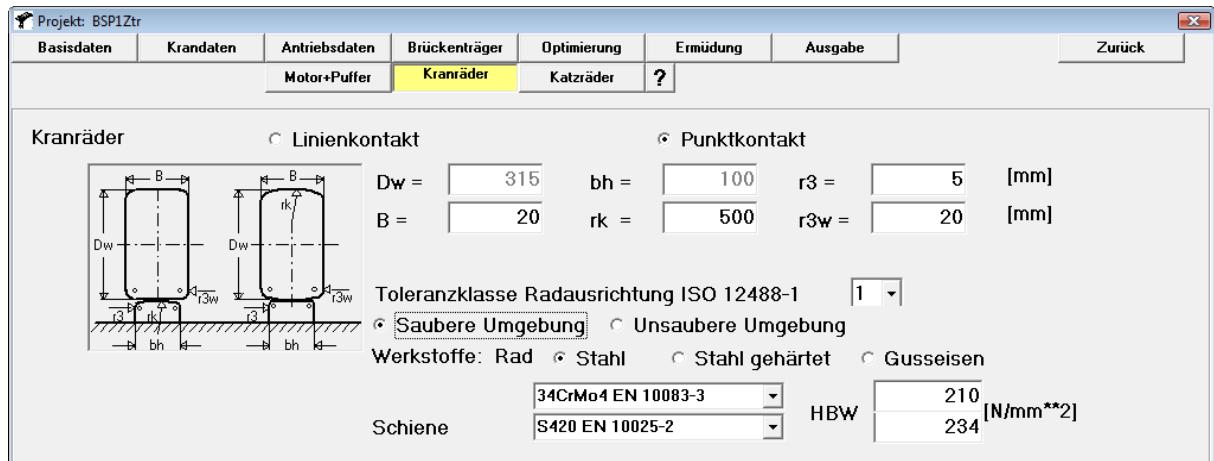
Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1

Saubere Umgebung  Unsaubere Umgebung

Werkstoffe: Rad  Stahl  Stahl gehärtet  Gusseisen

Schiene: 34CrMo4 EN 10083-3  Schiene: S420 EN 10025-2  HBW: 210 [N/mm<sup>2</sup>] 234

## Brückenkran Punktkontakt:

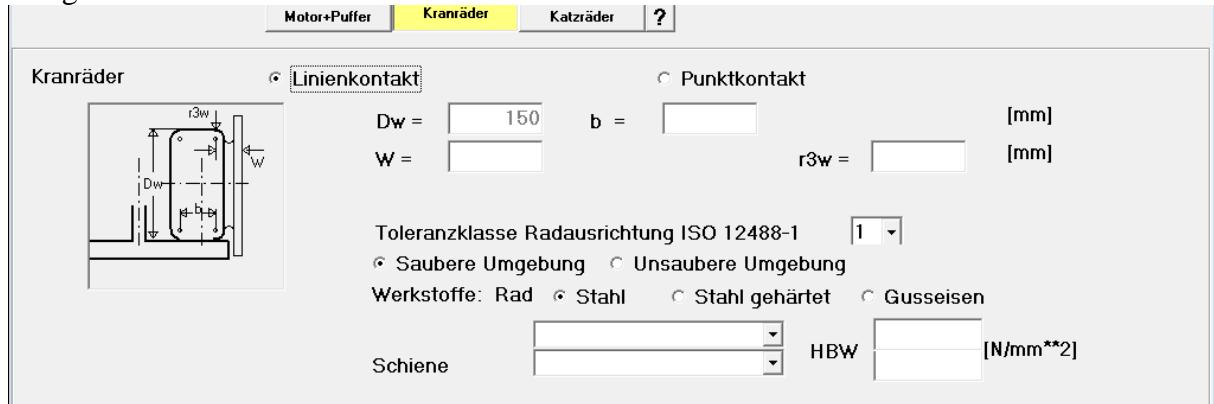


Der Raddurchmesser Dw und die Schienenbreite bh werden direkt aus den Eingaben der Basisdaten und der Kopfrägerdaten übernommen. Die bildliche Darstellung mit oder ohne Spurkranz ergibt sich ebenfalls aus der unter Krandaten festgelegten Führungsmittel. Werden Schienen oder Radwerkstoffe der EN 13001-3.3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

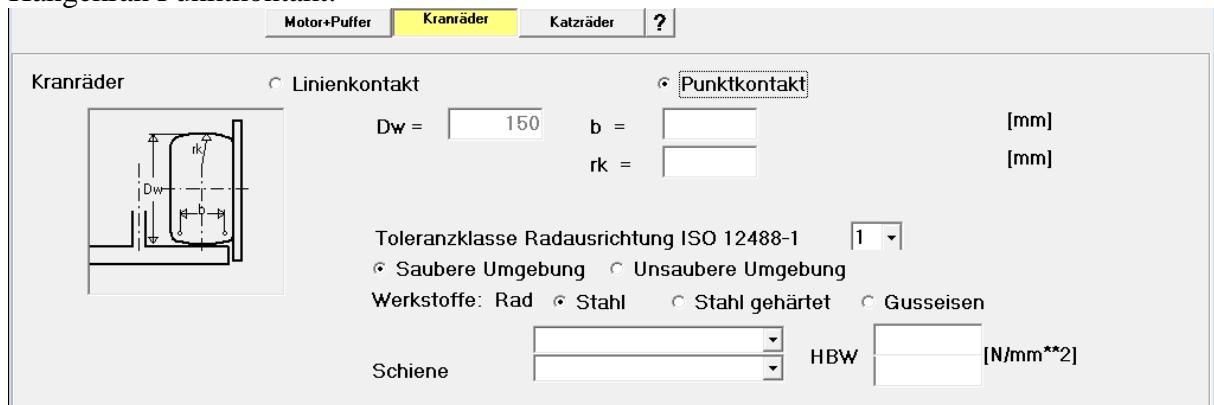
Die Ergebnisse sind bei der Ausgabe der Antriebsdaten ersichtlich.

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:



## Hängekran Punktkontakt:

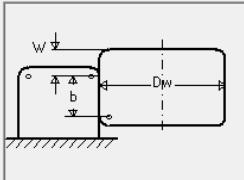


### 3.4.4 Kran-Führungsrollen

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



D<sub>w</sub> =  b =  [mm]  
W =  [mm]

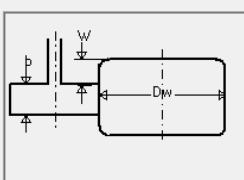
Anzahl Führungsrollenpaare je Ecke:

Werkstoff:  Stahl  Stahl gehärtet  Gusseisen

HBW  [N/mm<sup>\*\*2</sup>]

Dateneingabe für Hängekrane:

Führungsrollen



D<sub>w</sub> =  b =  [mm]  
W =  [mm]

Anzahl Führungsrollenpaare je Ecke:

Werkstoff:  Stahl  Stahl gehärtet  Gusseisen

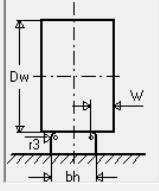
HBW  [N/mm<sup>\*\*2</sup>]

### 3.4.5 Katzräder

Die Dateneingabe (optional) entspricht der Dateneingabe der Kranräder:

Katzräder Zweischielenkatzen oder Winkelkatzen:

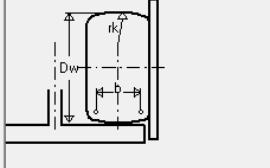
Projekt: Z4711

Basisdaten	Krandaten	Antriebsdaten	Brückenträger	Optimierung	Ermüdung	Ausgabe	Zurück
Motor+Puffer	Kranräder	Katzräder	?				
<input checked="" type="radio"/> Linienkontakt <input type="radio"/> Punktkontakt  Toleranzklasse Schiene ISO 12488-1: 1      Schiene starr gelagert Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1: 1 <input checked="" type="radio"/> Saubere Umgebung <input type="radio"/> Unsaubere Umgebung Schiene: [dropdown]      HBW: [dropdown] [N/mm**2] bh = 50      r3 = [dropdown] [mm]							
KatzeT1      Testkatze_Längs_symm1 Dw = 300      W = [dropdown] [mm] Werkstoffe: Rad: <input checked="" type="radio"/> Stahl <input type="radio"/> Stahl gehärtet <input type="radio"/> Gusseisen HBW: [dropdown] [N/mm**2]							
KatzeT2      Testkatze_Längs_symm1 ... [dropdown]							

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:

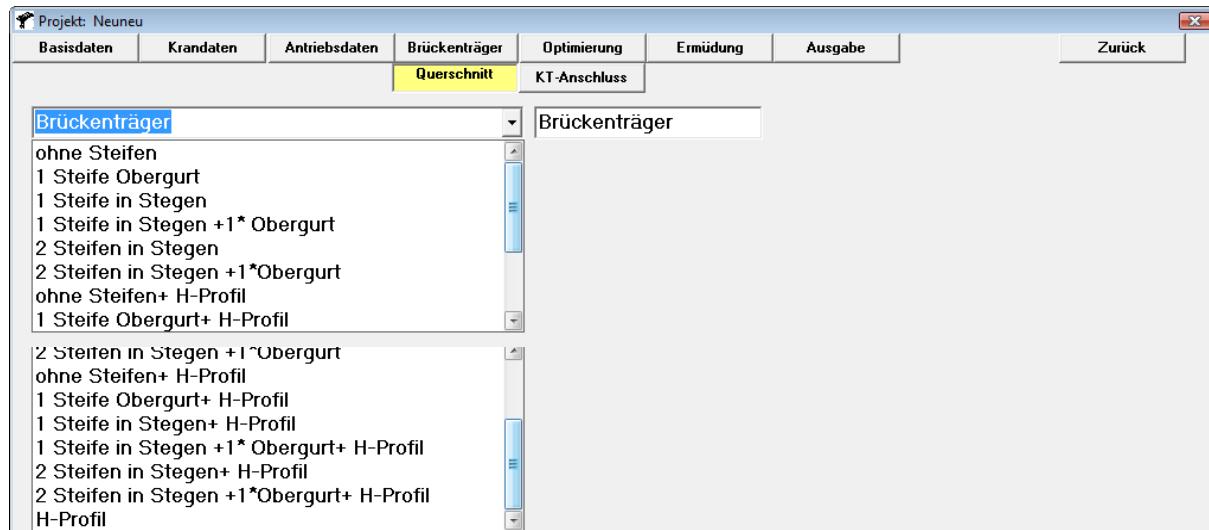
Projekt: HProj1

Basisdaten	Krandaten	Antriebsdaten	Brückenträger	Optimierung	Ermüdung	Ausgabe	Zurück
Motor+Puffer	Kranräder	Katzräder	?				
<input checked="" type="radio"/> Linienkontakt <input type="radio"/> Punktkontakt  Toleranzklasse Schiene ISO 12488-1: 1      Toleranzklasse Radausrichtung ISO 12488-1: 1 <input checked="" type="radio"/> Saubere Umgebung <input type="radio"/> Unsaubere Umgebung Schienenwerkstoff = Werkstoff Träger Unterflansch							
KatzeT1      CrsampleL10 Dw = 100      b = 25.9      rk = 2002 [mm] Werkstoffe: Rad: <input checked="" type="radio"/> Stahl <input type="radio"/> Stahl gehärtet <input type="radio"/> Gusseisen EN-GJS 700-2 EN 1563      HBW: 245 [N/mm**2]							

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

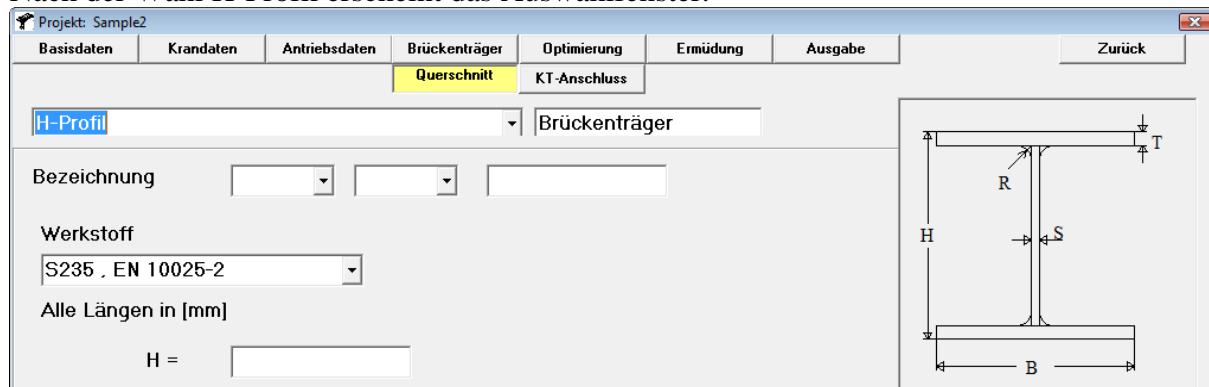
### 3.5 Brückenträger - Querschnitte

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:

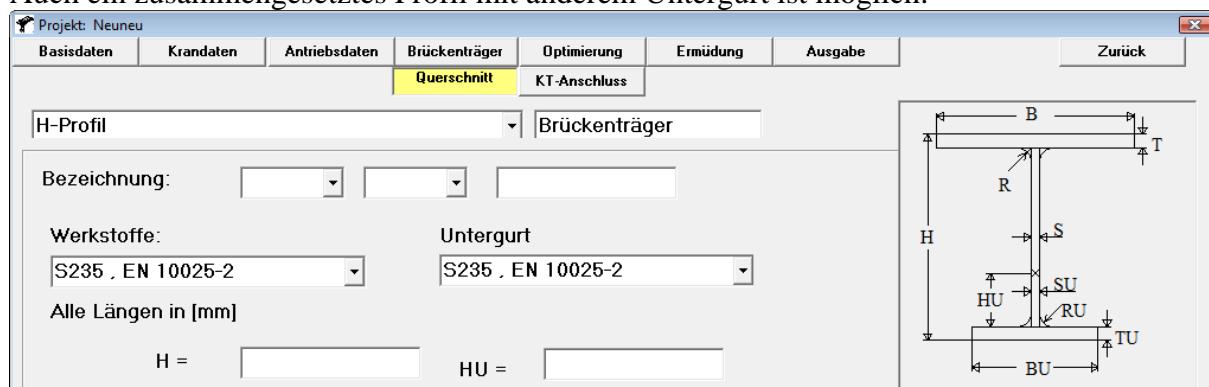
Nach der Wahl H-Profil erscheint das Auswahlfenster:



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

H-Profil 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	Krantedaten	Antriebsdaten	Brückenträger	Optimierung	Ermüdung	Ausgabe	Zurück
		Qu: Brücke 1		Qu: Brücke 2	KT-Anschluss 1	KT-Anschluss 2	
<b>Schiene über Steg +2+1 Steg-Steifen</b>							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:	<input type="text"/>	TS-TU:	<input type="text"/>	TS1-TO	<input type="checkbox"/> durchgeschweißt	<input type="checkbox"/> beidseitig	
Blechabmessungen							
Obergurtbreite BO:	<input type="text"/>	Obergurtdicke TO:	<input type="text"/>				
Untergurtbreite BU:	<input type="text"/>	Untergurtdicke TU:	<input type="text"/>				
Steghöhe HS:	<input type="text"/>	Stegdicke TS1 (Steg unter Schiene)	<input type="text"/>				
Stegwinkel:	<input type="text"/> 0 [°]	Stegdicke TS2: (Wenn andere Dicke als unter Schiene)	<input type="text"/>				
Schottbreite unten:	<input type="text"/>	Dicke:	<input type="text"/>	Abstand:	<input type="text"/>	Sek.Biegung	<input type="text"/> %
Schiene mittragend:	<input checked="" type="checkbox"/>	Höhe:	<input type="text"/>	Breite:	<input type="text"/>		
<input type="radio"/> über Innensteg <input type="radio"/> über Außensteg							
Beulsteifen:	(Steg unter Schiene) St1: HB	<input type="text"/> %HS	<input type="text"/> L1:	<input type="text"/>	L2:	<input type="text"/> t:	<input type="text"/>
(Steg gegenüber)	St2: HR	<input type="text"/> %HS	<input type="text"/> L1:	<input type="text"/>	L2:	<input type="text"/> t:	<input type="text"/>

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 <input checked="" type="checkbox"/> 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 Ergebnisanzeigen 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 Winkelkatzkrane:

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 Zweiträgerkrane 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-Profil wirkt) und dem unten angesetzten "T-Profil".

Der Kopfträgeranschluss 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:

Schiene mittragend:	<input type="checkbox"/>	Höhe:	<input type="text"/>	Breite:	<input type="text"/>	A-Sch	VerteilLänge + [%]	<input type="text" value="0"/>
Beulsteifen:		St1: HB		%HS		L1:	L2: t:	
(Steg unter Schiene)		<input type="text"/>						
(Steg gegenüber)		<input type="text"/>						
						A-Sch		
						A45		
						A55		
						A65		
						A75		
						A100		

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

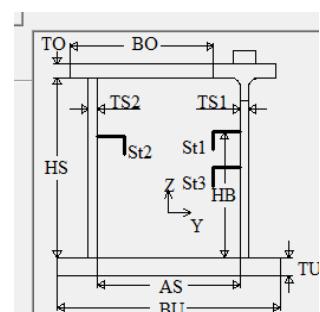
Bei nicht mittragenden Schienen kann die Wirkung von elastischen Schienenunterlagen auf die effektive Verteillänge durch Eingabe des %-Wertes, um den die Verteillänge vergrößert wird, vorgegeben werden.

#### Besonderheiten bei Querschnitten mit $\frac{1}{2}$ 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-Profil sein

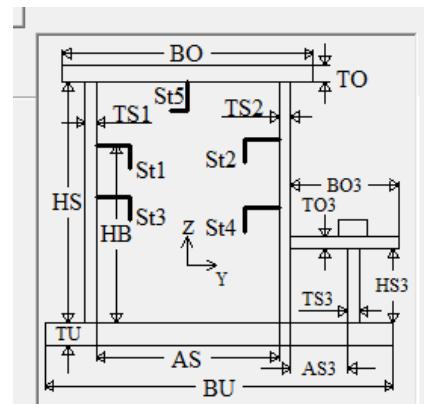


## Besonderheiten bei zweizelligen Querschnitten:

Es sind die Abmessungen der 2. Zelle Gurtbreite BO3, Steghöhe HS3 und Schottbreite AS3 sowie die Blechdicken TO3 und TS3 einzugeben. Ebenso die Werkstoffe für Gurt und Steg,

Beulsteifen am Steg TS2 sind nur oberhalb der kleinen Zelle zulässig.

Unter der Schiene sind keine Beulsteifen zulässig.

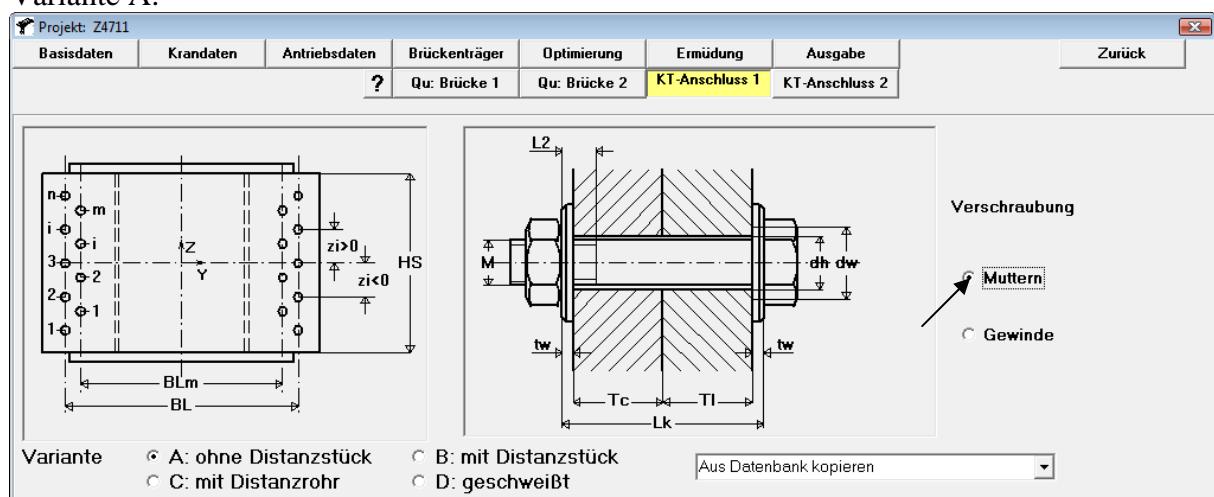


## 3.6 Brückenträger - Kopfträgeranschluss – (Schrauben)

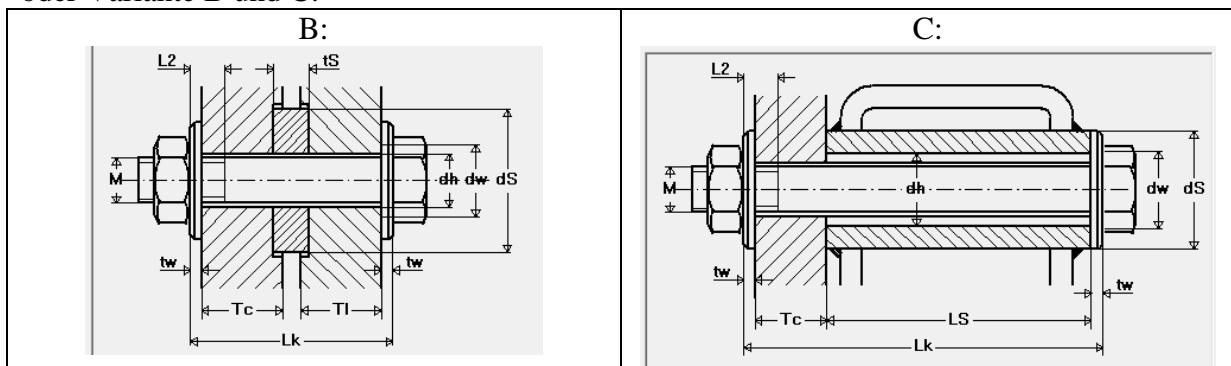
Über den gewählten Kopfträger liegt fest, ob die Brücke seitlich oder aufgelegt angeschlossen wird. Hängekrane haben abgehängten vertikalen Anschluss (siehe Kapitel 5.5.2)

Es sind vier Varianten für Anschlüsse möglich (3 geschraubt, 1 geschweißt):

Variante A:

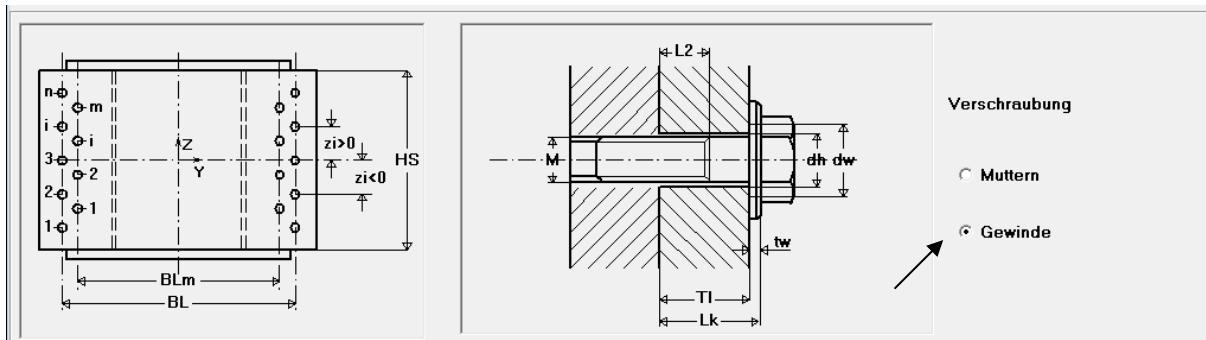


oder Variante B und C:

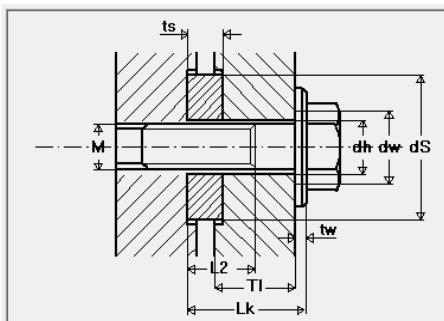


Außerdem kann statt einem Schraubanschluss mit Schraube und Mutter auch ein Anschluss mit Schraube und Gewindebohrung im Kopfträger gewählt werden:

## Variante A:



## Variante B:



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

Variante	<input checked="" type="radio"/> A: ohne Distanzstück	<input type="radio"/> B: mit Distanzstück	<input type="radio"/> C: mit Distanzrohr	<input type="radio"/> D: geschweißt	Connection_Example																
	<input type="radio"/> n-Spalte	<input checked="" type="radio"/> n+m-Spalten	Anzahl n Paare	4	Anzahl m	1															
Z-Koordinaten der Bohrungen:	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>-170</td> <td>-60</td> <td>60</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>m</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						1	2	3	4	n	-170	-60	60	170	m	100				
	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											
	Güteklassen					Streuung s					a. Lasteinleitung										

Die Daten der Verschraubung und der Schweißnähte sind projektbezogen einzugeben:

$\mu$	$\gamma_{ss}$	Guteklasse	Streuung s	$\alpha_L$ Lasteinleitung
0.25 gereinigt Haftgrund	1.14 keine Gefährdung Langlo	12.9	0.09 Kraft- oder Dehnmessung	1.0 Einleitung Schraubenende
Nennwert der Bemessungsvorspannung [kN]		180	< 224.91	Ohne Nachweise: <input type="checkbox"/> Nähte <input type="checkbox"/> Gleiten ?
Kehlnähte: A-Maß		Gurte: <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> durchgeschweißt	Steg: <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> durchgeschweißt	Verstärkte Stegdicke 0

Infotext: Maximale A-Maße wenn  $0.7 * \min(t1; t2)$  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.

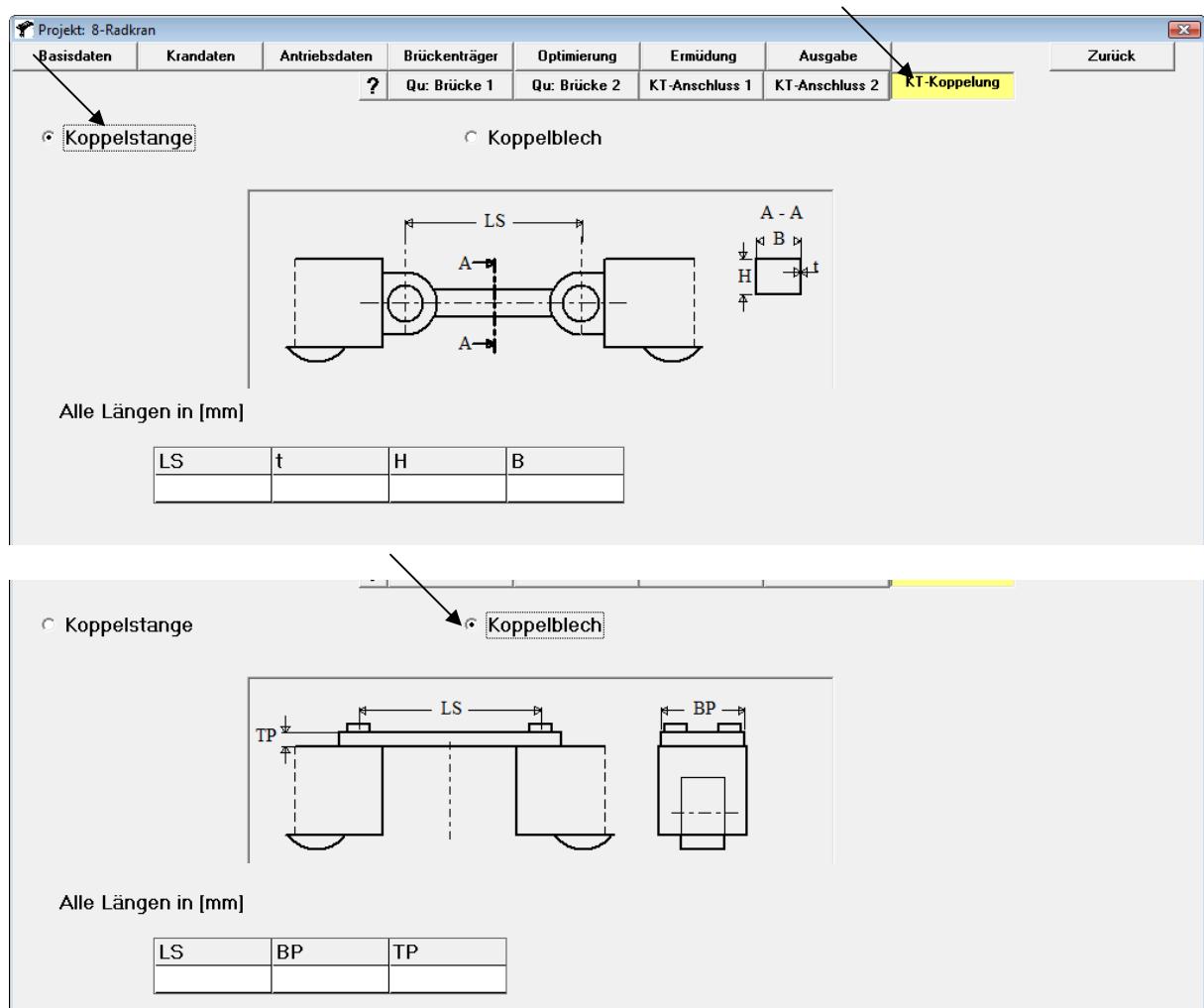
Anmerkung: Die Forderung  $0.7 * \min(t1; t2)$  wird eventuell in der EN 13001 fallengelassen. Dann wird in der Software EN-Kran ein Update erfolgen.

### 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.



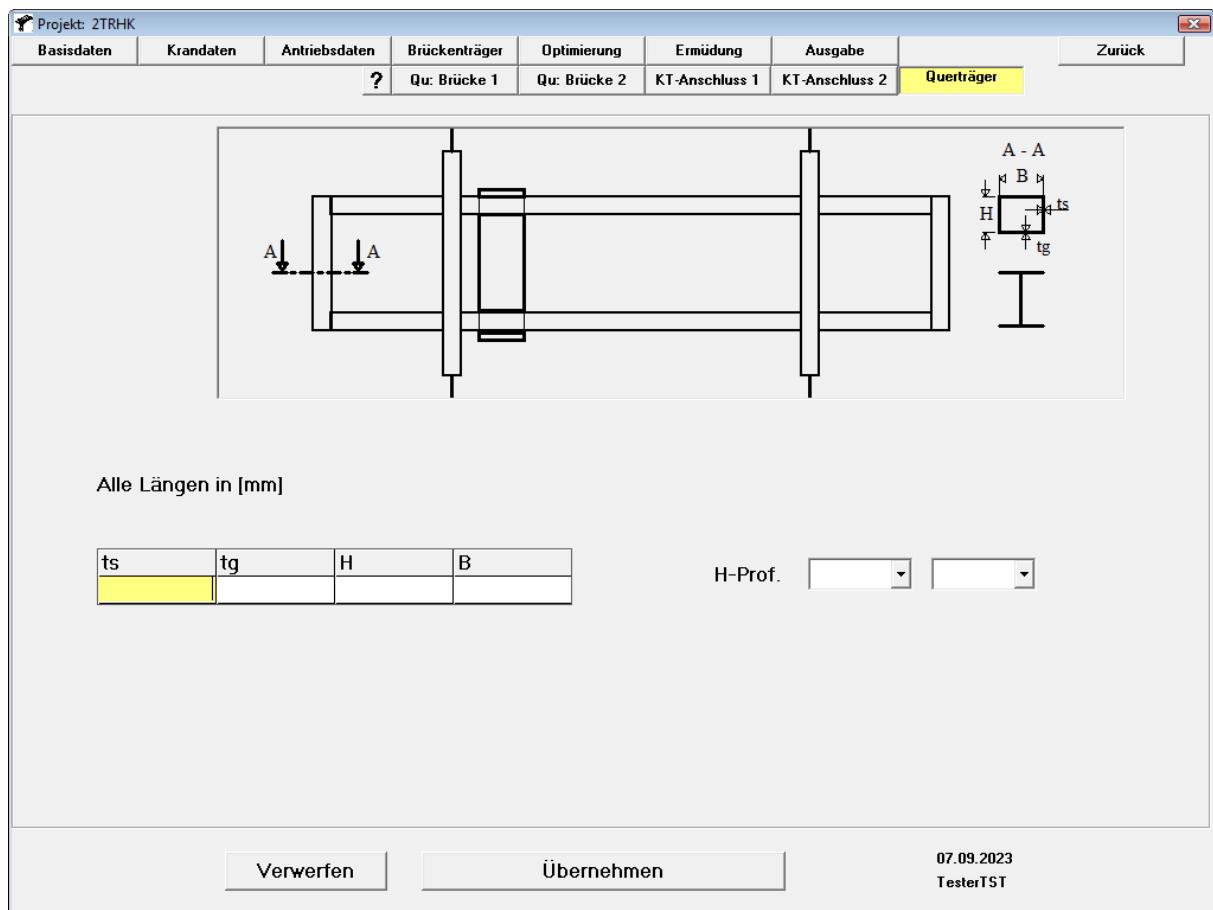
Die Koppelung kann durch eine Koppelstange mit Bolzengelenken oder durch eine Platte (elastisches Gelenk) erfolgen.



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.



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.

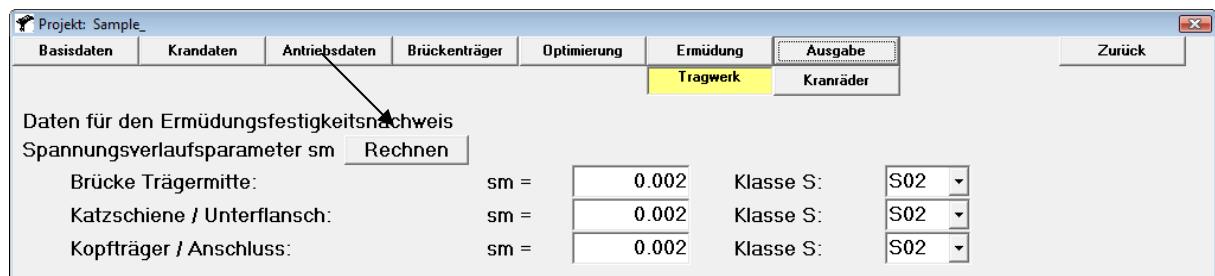


### 3.9.1 Spannungsverlaufsparameter – Eingabe für Tragwerksdetails

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

- Mitte Brückenträger
- Katzschiene oder Unterflansch
- Kopfräger und Kopfrägeranschluss

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

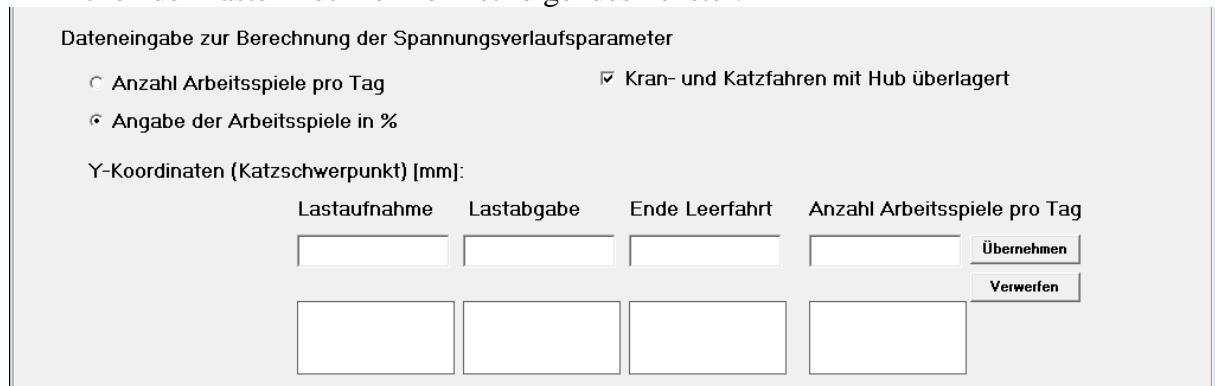


Zunächst sind wahlweise die Werte sm oder die Klassen einzugeben.

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

### 3.9.2 Spannungsverlaufsparameter - Rechnerische Ermittlung

Anklicken der Taste "Rechnen" öffnet folgendes Fenster:



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

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

Nach der Übernahme aller Katzbewegungen wird das Ergebnis angezeigt:

Spannungsverlaufsparameter sm	Rechnen	sm =	0.013425	Klasse S:	S1
Brücke Trägermitte:		sm =	0.024899	Klasse S:	S2
Katzschiene / Unterflansch:		sm =	0.023311	Klasse S:	S2

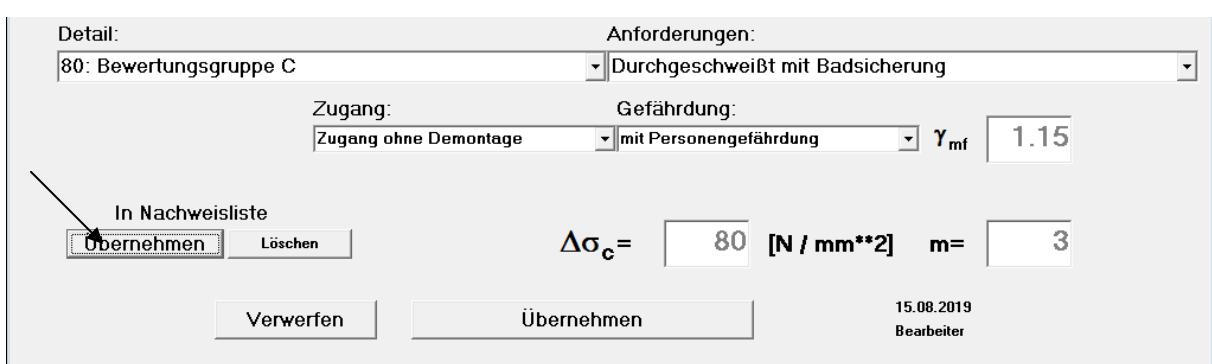
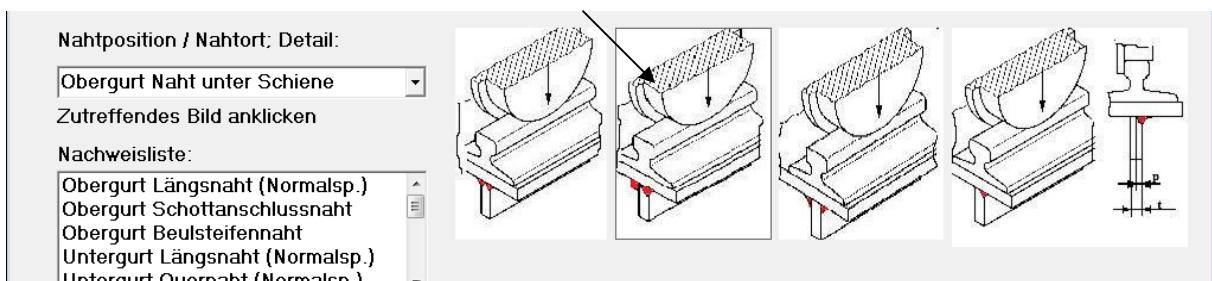
### 3.9.3 Charakteristische Werte der Schwingbreite je Detail

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.



Das gewählte Detail wird umrahmt markiert.



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 Spannungsverlaufsparameter – Eingabe für Räder

Die Nachweise der Ermüdungsfestigkeit werden für Spannungsverlaufsparameter (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.

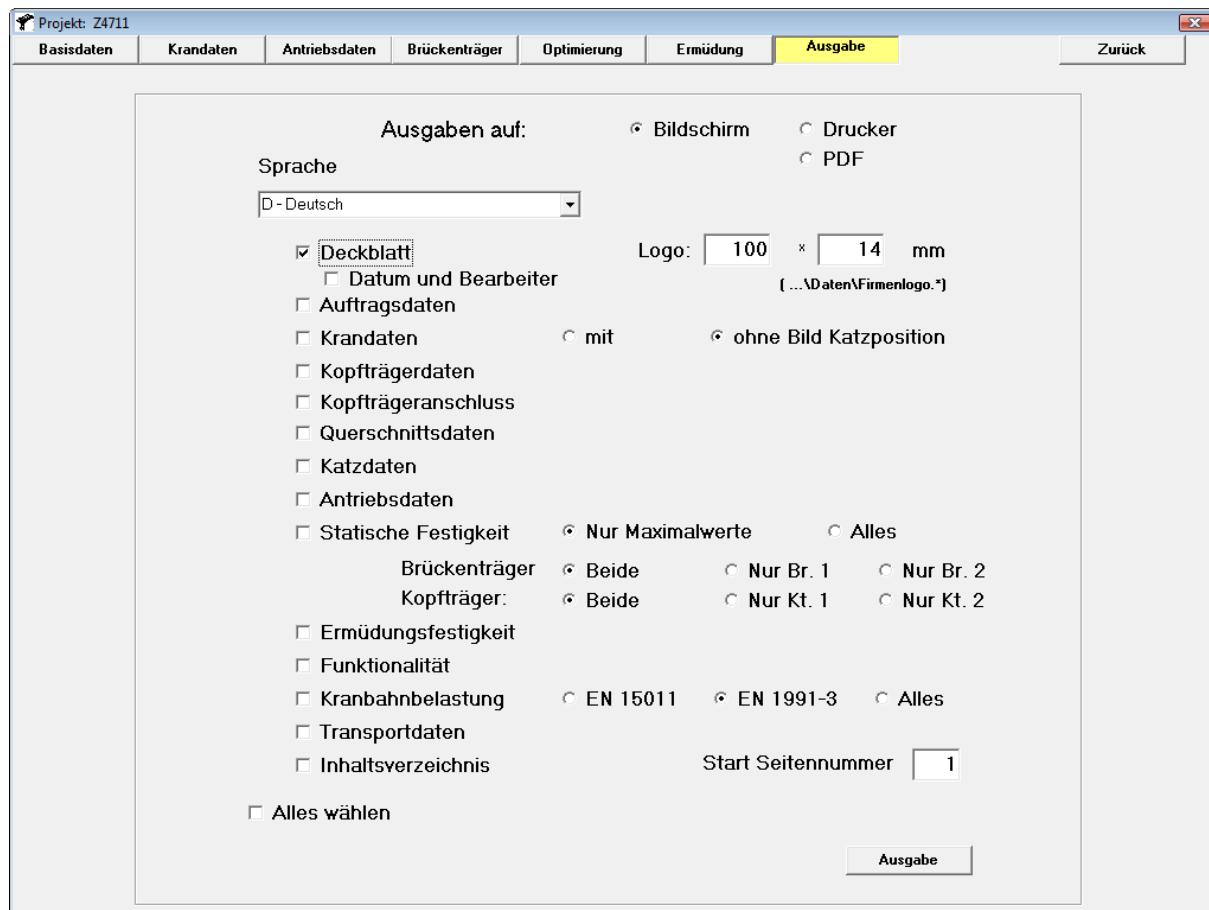
Wenn die sc-Werte rechnerisch ermittelt wurden, so werden sie bei späteren Veränderungen der Auslegungsanzahl lm oder der Häufigkeit der Kranfahrt im Bereich entsprechend korrigiert.

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 Zweiträgerkranen, ob die Ergebnisse für beide Brücken auszugeben sind.

Bei der Ausgabe der Kranbahnenbelastung 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.

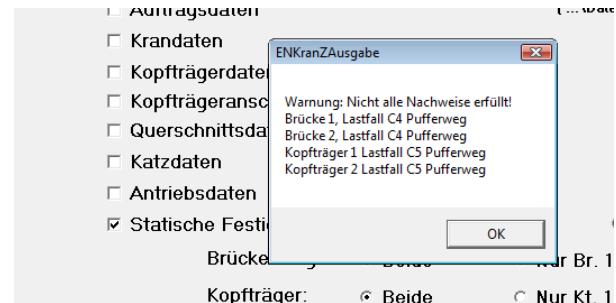
Der Ausdruck beginnt nach dem Anklicken der Taste "Ausgabe".



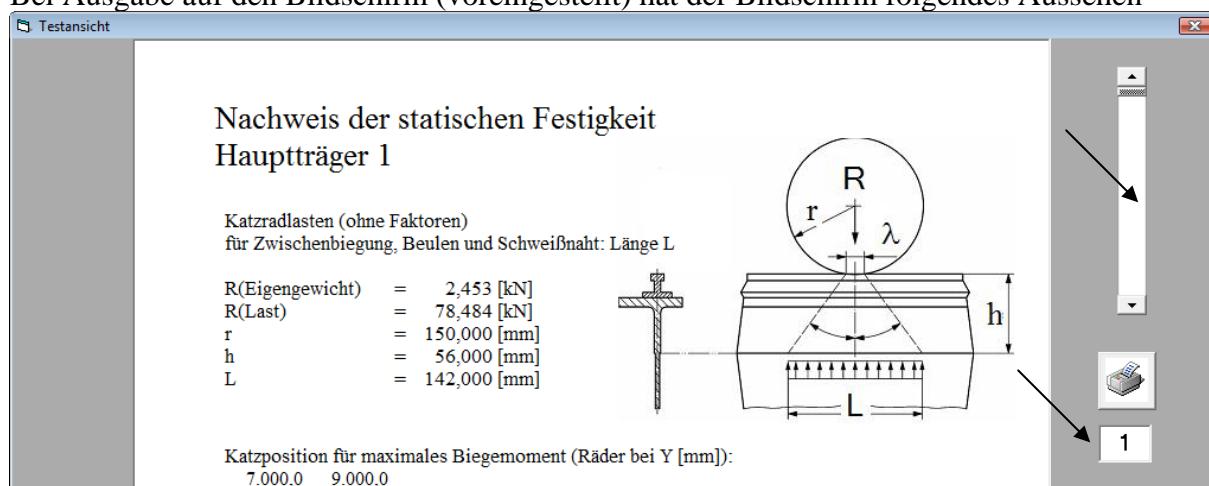
Im Anhang sind Beispiele von Ausdrucken gezeigt sowie die Interpretation der Ergebnisse.

Sind nicht alle Nachweise erfüllt, so erfolgt vor der Ausgabe ein Warnhinweis.

Im Ausgabetext 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.

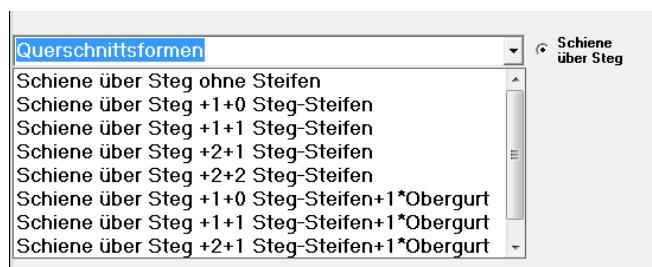
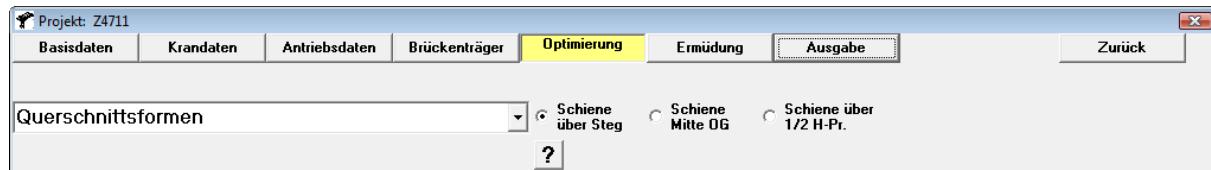
Anklicken des roten Windows – X Symbols kehrt wieder zum Ausgabefenster zurück.

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.



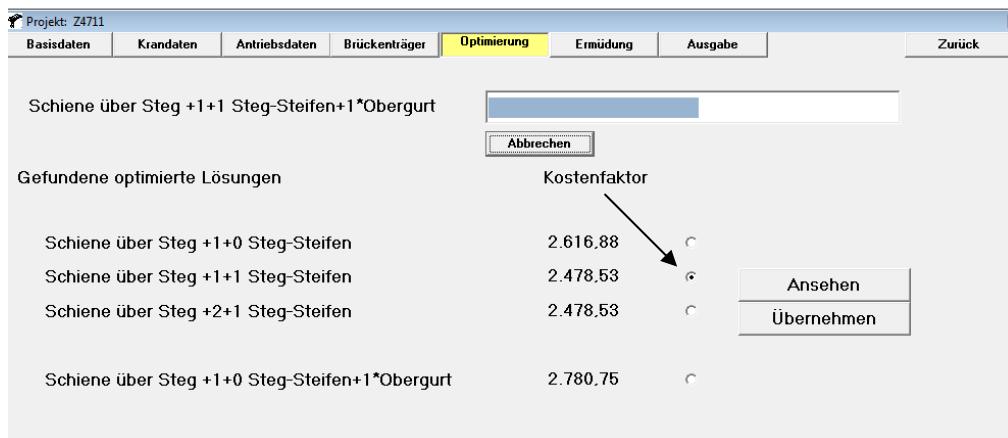
Nach der Wahl der Querschnittsform öffnet sich das Fenster für die Konstruktionsregeln für diesen Querschnitt. Siehe Kapitel Konstruktionsregeln. Die vorgegebenen Regeln können nun für das aktuelle Projekt verändert werden oder falls noch keine Regeln vorgegeben waren, sind sie hier einzustellen.

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 Unterflanschkatzen (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 anzu-setzenden 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 vorzu-nehmen.

Eine Abänderung der Daten kann jeweils projektbezogen erfolgen.

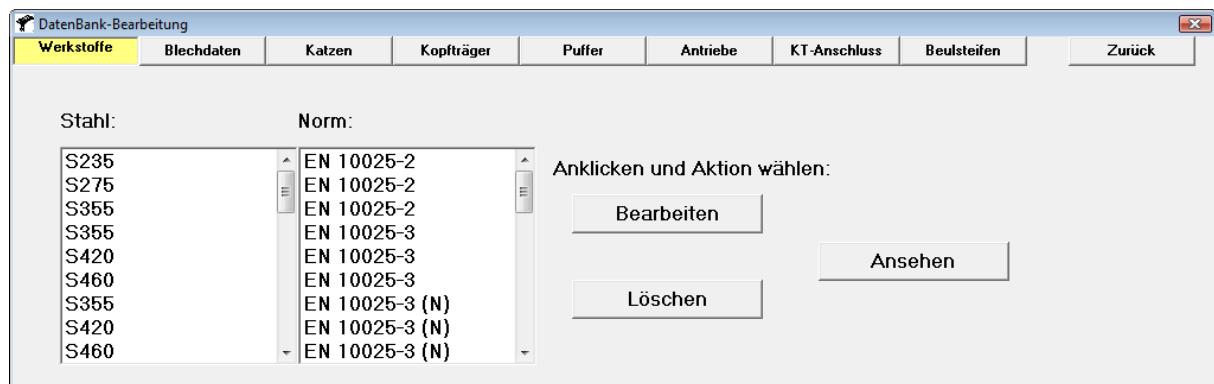
## 5. Datenbank

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.



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:

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.

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.

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.

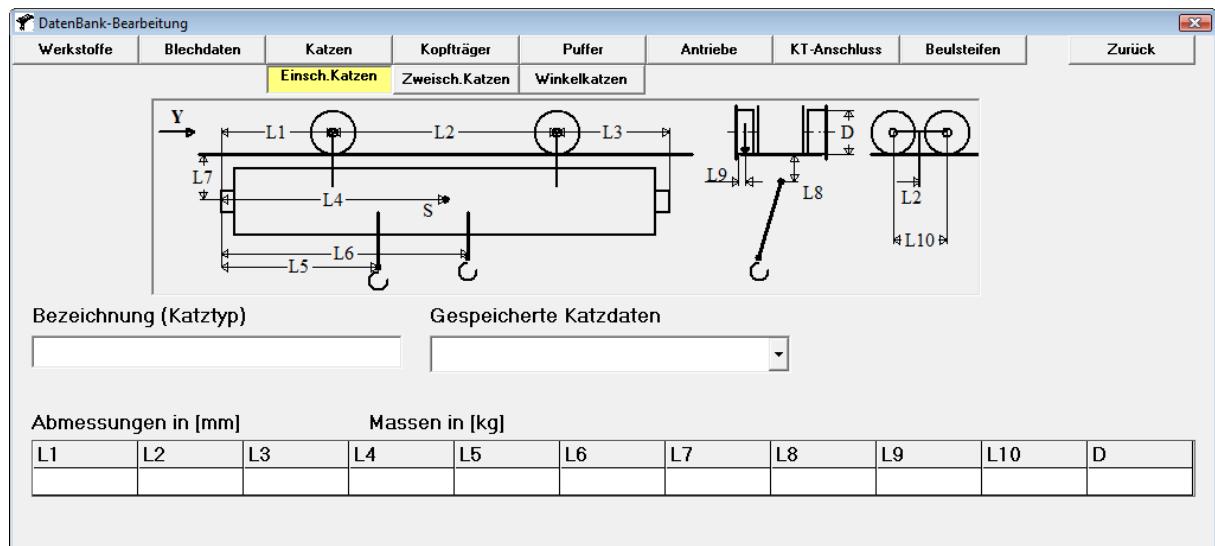
Die Daten für maximale Breite und Länge sind zunächst noch optional und werden bei der Optimierung nicht berücksichtigt.

## 5.3 Datenbank - Katzen

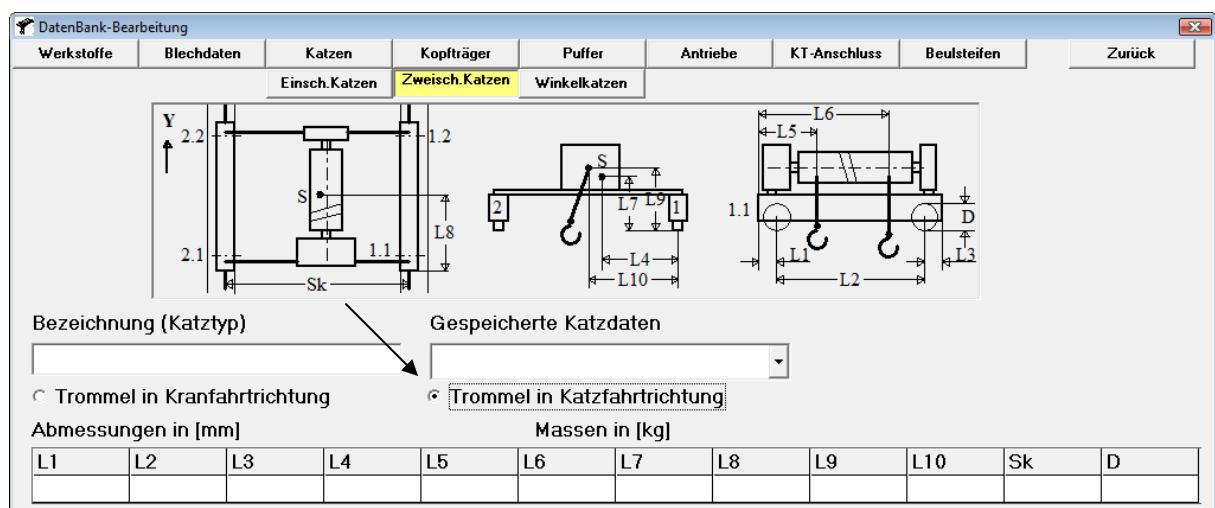
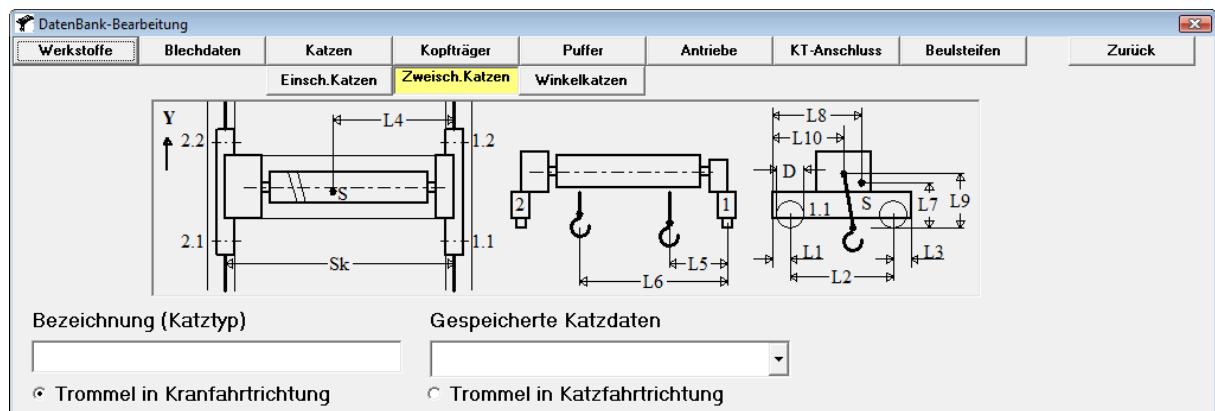
Zuerst ist zu wählen, ob es sich um Einschienenkatzen (Unterflanschkatzen), Winkelkatzen oder Zweischienekatzen handelt, bei Zweischienekatzen zusätzlich die Richtung der Hubwerkstrommel und bei Winkelkatzen den Typ der Abstützung.

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

Einschienen Unterflanschkatzen:



Zweischienekatzen:



## Winkelkatzen:

**DatenBank-Bearbeitung**

Werkstoffe	Blechdaten	Katzen	Kopfräger	Puffer	Antriebe	KT-Anschluss	Beulsteifen	Zurück
		Einsch.Katzen	Zweisch.Katzen	<b>Winkelkatzen</b>				

Bezeichnung (Katztyp)  Gespeicherte Katzdaten

Abstützung vertikal  Abstützung horizontal

**DatenBank-Bearbeitung**

Werkstoffe	Blechdaten	Katzen	Kopfräger	Puffer	Antriebe	KT-Anschluss	Beulsteifen	Zurück
		Einsch.Katzen	Zweisch.Katzen	<b>Winkelkatzen</b>				

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	<b>2 Tr. Hängekr.</b>			

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	<b>2 Tr. Hängekr.</b>			

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.

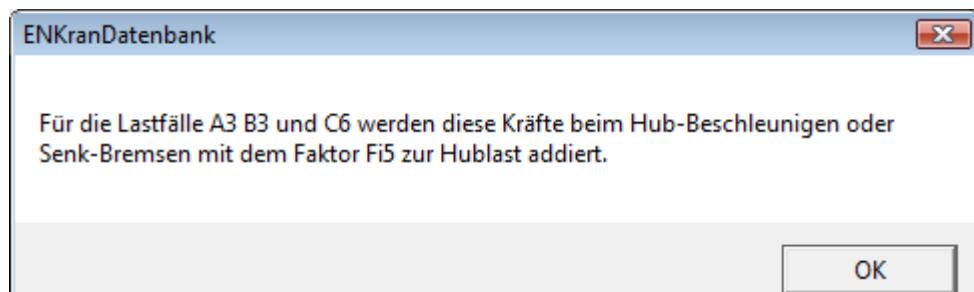
Alle weiteren Daten betreffen das Hubwerk und sind für alle Katzbaufomren gleich.:

Last	Eigenmasse	Tragmittel + LAM (fest)		
Windfläche [m**2]	<input type="radio"/> Haken	<input type="radio"/> Greifer	<input type="radio"/> Magnet	$\Delta m_H$
HC: HC4	HD: HD1	Vh,max [m/min]	Vh,CS [m/min]	
$\Phi_2$ : 1.2	$\Phi_{2,c}$ : 0	$\Phi_3$ : 1.0	max. Hubweg [m]	
je Antriebsart:	Einstufig	$\Phi_5$ : Heben: 1.20	Senken: 1.30	
A3 B3 C6: $\Delta F = (F_f - F_i) [kN]$	?	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  $\Phi_2$  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  $\Delta F$ - Kräfte beim Hub-Beschleunigen oder Senk-Bremsen erforderlich. Diese Kräfte werden mit dem Beiwert  $\Phi_5$  multipliziert und zur Hublast addiert (siehe Infotext). Der Wert Null für  $\Delta F$  ist nicht zulässig.

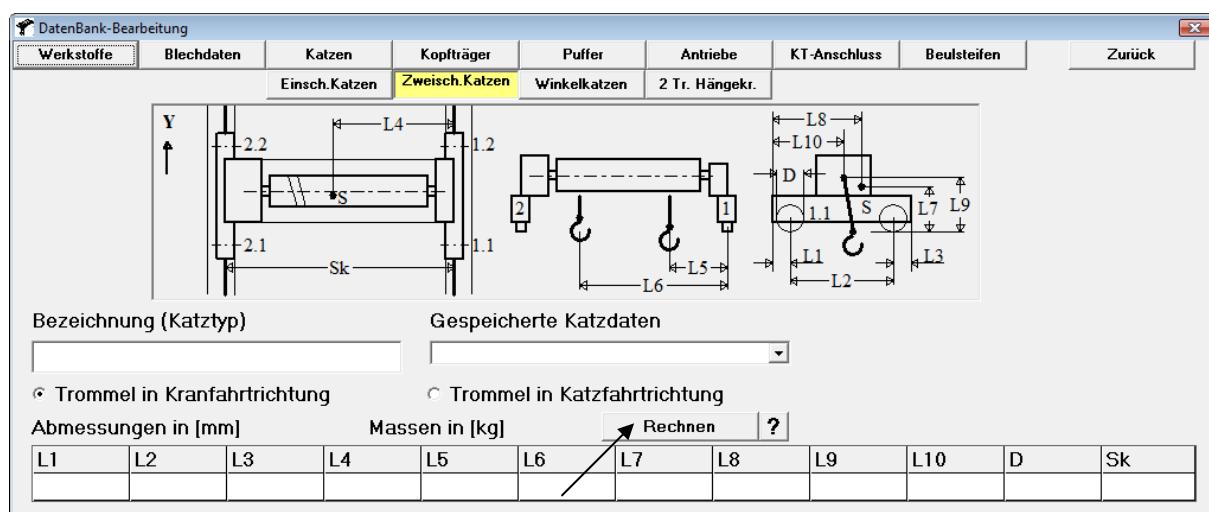


Nach der Übernahme der Daten wird ein Kontrollausdruck erstellt.

### 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:

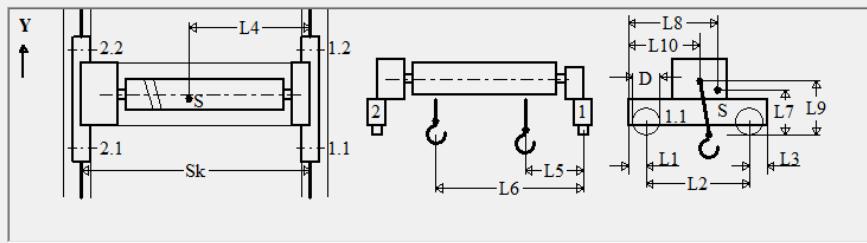


Die Abmessungen L1, L2 und Sk können entweder vor dem Anklicken der "Rechnen" Taste oder im neuen Eingabefenster eingegeben werden.

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	Kopfräger	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 Kranräden 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   durch-geschweißt

TA-TO und TA-TU   durch-geschweißt

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	<input type="checkbox"/> für 1 + 2 Tr. Kran
-----------	------------	---

#### Besonderheiten:

Der Handlochdurchmesser d ist nur dann einzugeben, wenn der Handlochrand nicht ausgestieft 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 Hängekrankkopfträger

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.

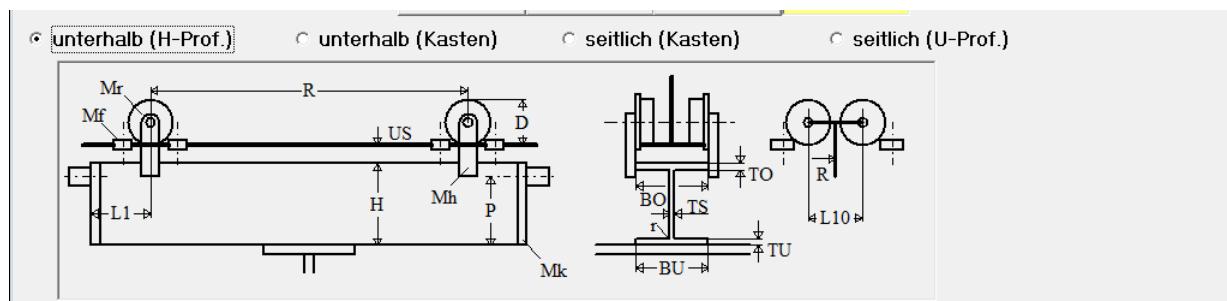
Bsp.: unterhalb (H-Profil):

### 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.

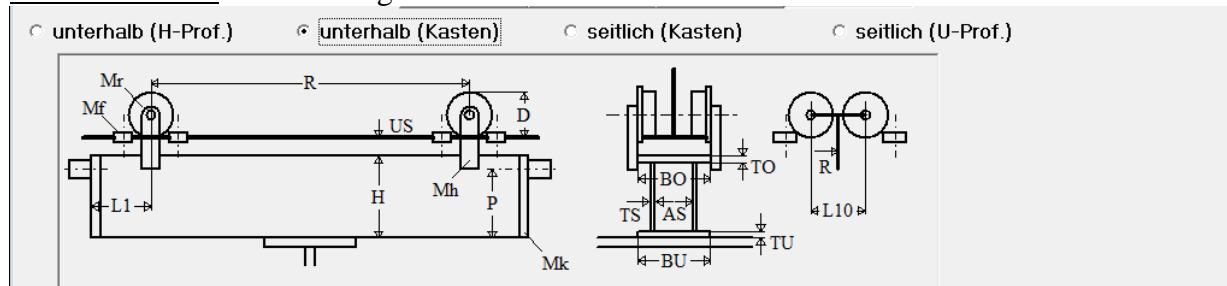
In den Projekten wird festgelegt, ob der Kopfträger mit Spurkränen oder Führungsrollen betrieben wird. Führungsrollen liegen jeweils vor und hinter der Rädern.

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.

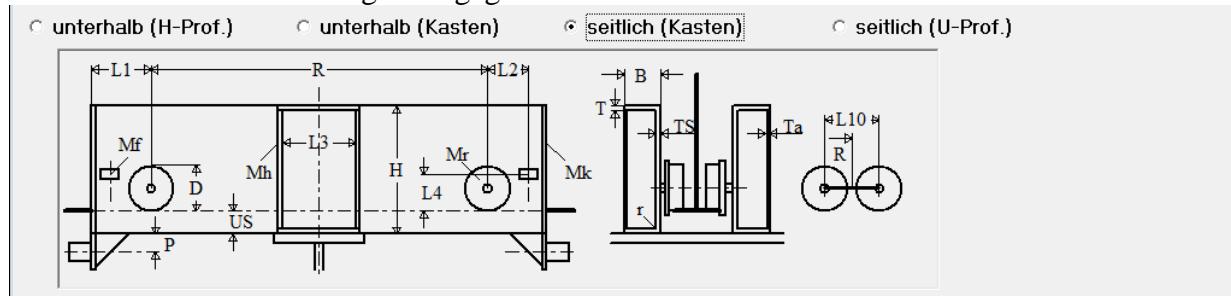


Bsp.: seitlich (Kasten):

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.

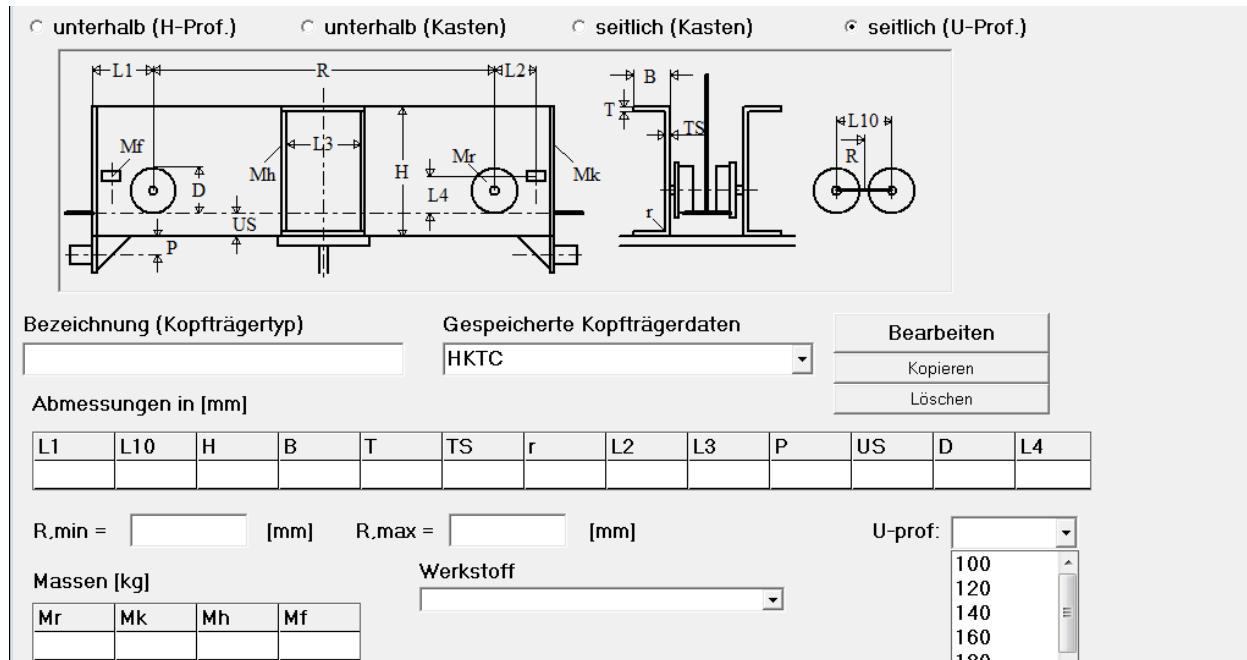
Das U-Profil der Kästen kann aus einer Liste der Standardprofile gewählt oder direkt mit den Abmessungen eingegeben werden



Bsp.: seitlich (U-Profil):

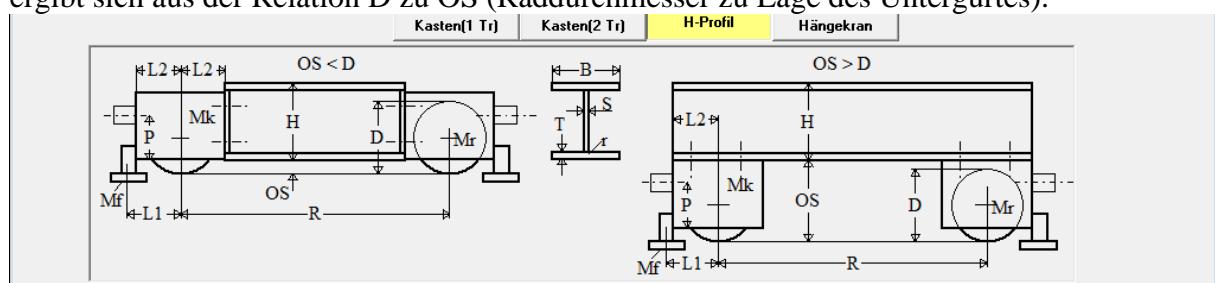
Besonderheiten:

Wie bei seitlichem Kasten



### 5.4.3 Kopfträger mit H-Profil und Radblöcken

Für Einträgerkrane und 4-Rad-Krane 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.

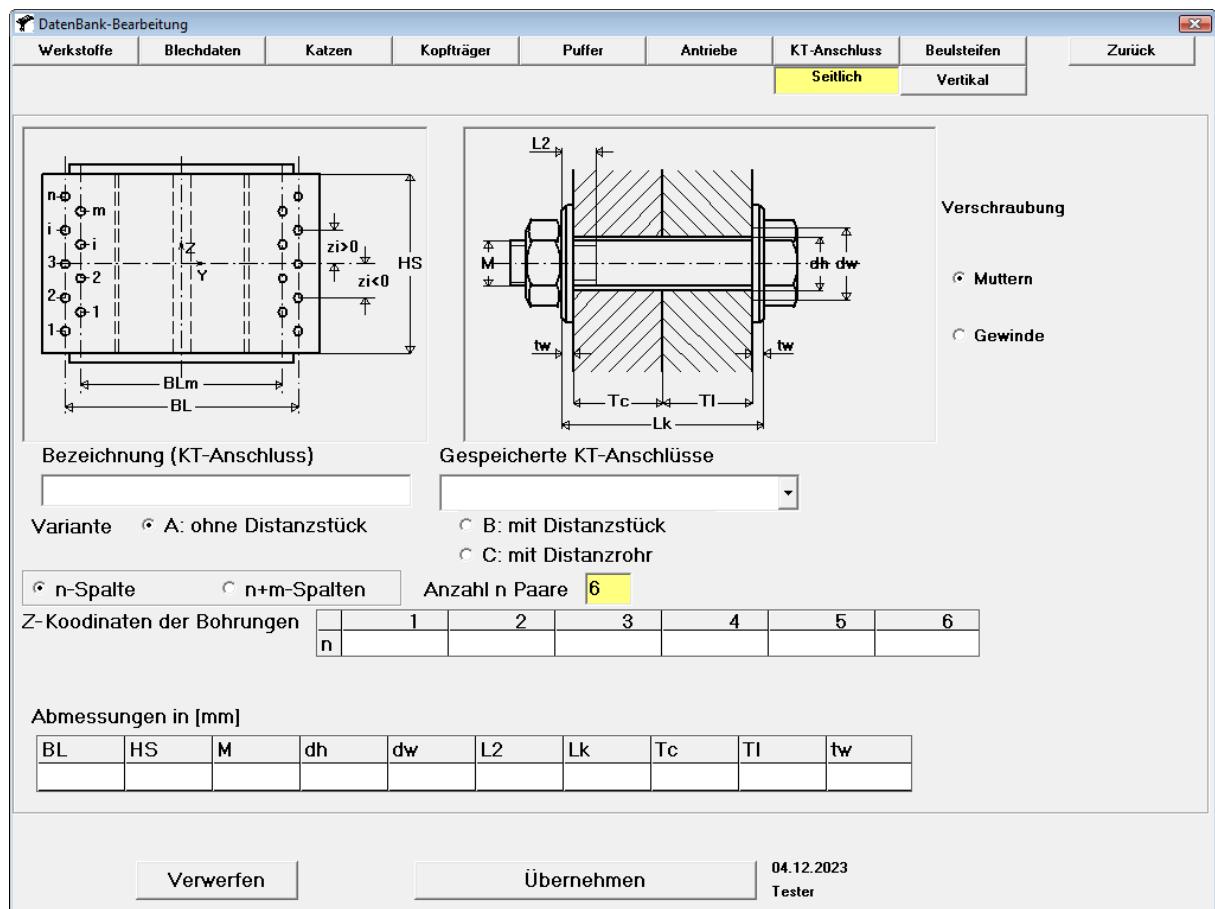
Der Brückenträger wird auf den Kopfträger aufgesetzt (vertikaler Anschluss).

## 5.5 Datenbank – Kopfrägeranschlüsse

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



### 5.5.1 Seitlicher Anschluss



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 - Kopfrägeranschluss](#) bereits beschrieben sind, angeboten.

Die erforderlichen Abmessungsdaten sind dem Prinzipbild zu entnehmen.

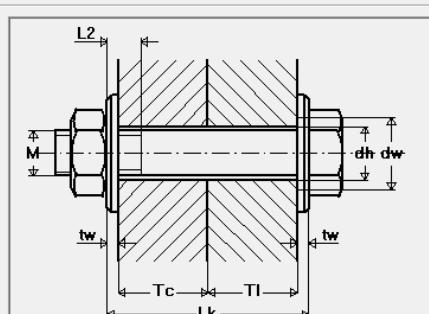
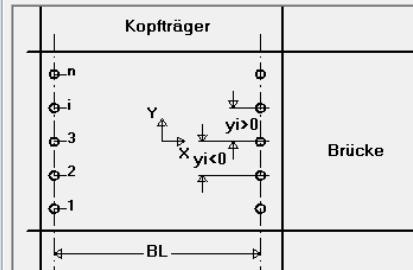
Es besteht die Wahlmöglichkeit, ob eine (n) oder zwei (n + m) seitliche Schrauben-Spalten vorgesehen sind.

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.

<input type="radio"/> n-Spalte	<input checked="" type="radio"/> n+m-Spalten	Anzahl n Paare	6	Anzahl m	4
Z-Koordinaten der Bohrungen		1	2	3	4
		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	
<input checked="" type="radio"/> Y-Richtung <input type="radio"/> X-Richtung								Verschraubung <input checked="" type="radio"/> Muttern <input type="radio"/> Gewinde		
Kopfräger 										
Bezeichnung (KT-Anschluss)		Gespeicherte KT-Anschlüsse								
Variante	<input checked="" type="radio"/> A: ohne Distanzstück							<input type="radio"/> B: mit Distanzstück		
<input type="checkbox"/> Schrauben nur einseitig										
		Anzahl n Paare <b>4</b>								
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 Kopfrägerrichtung (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

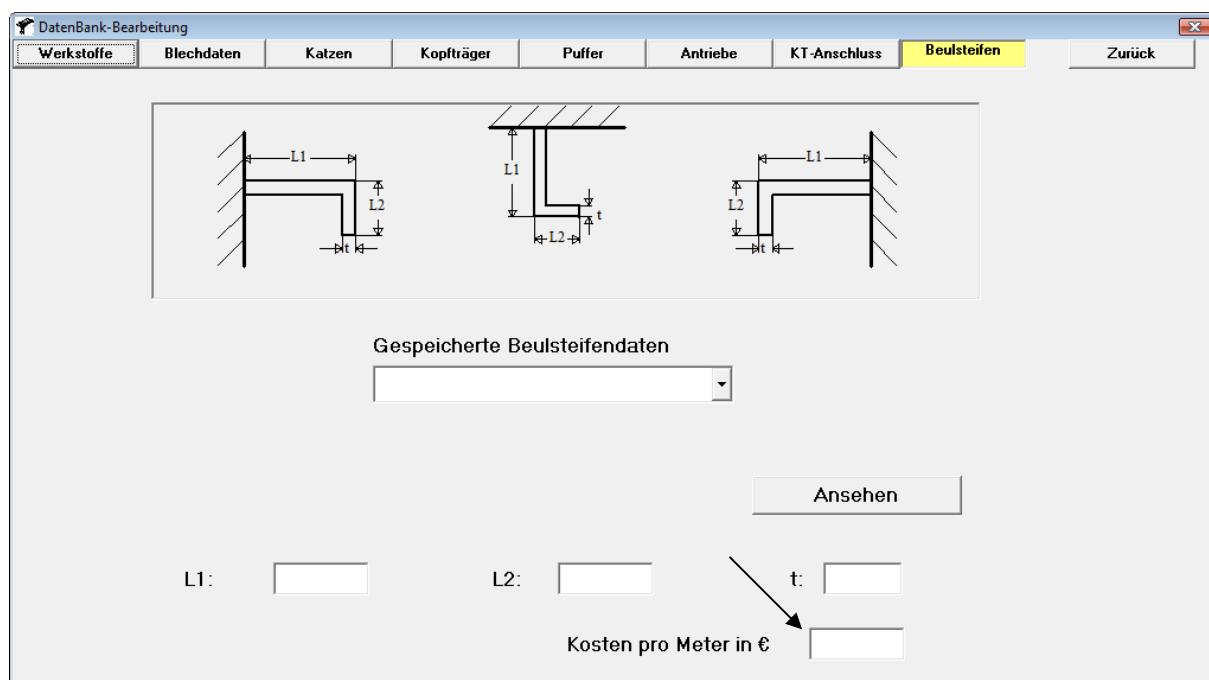
Katzdaten und Kopfträgerdaten müssen in der Datenbank gespeichert sein, sie werden in Kranprojekten aus der Datenbank übernommen und können im Kranprojekt nicht verändert werden (Ausnahme: Radstand der Kopfträger).

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.



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

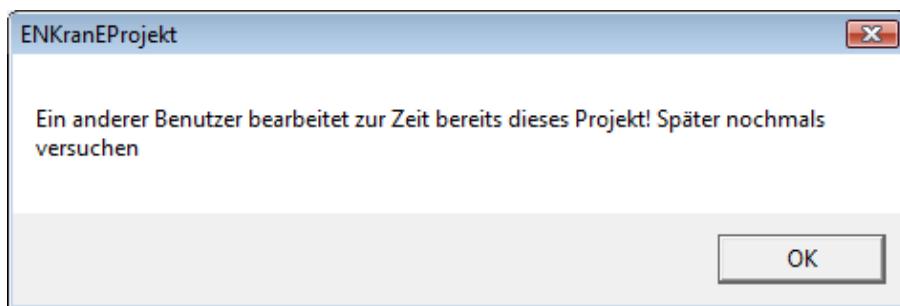
Fehlbedienungen (z.B. Eingabe ungültiger Werte) innerhalb des Programms sind weitestgehend ausgeschlossen oder werden durch Meldungen angezeigt.

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.

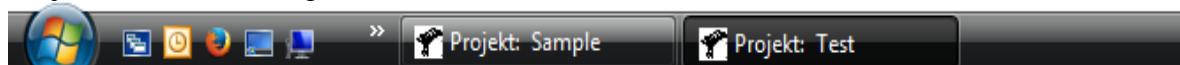
### 6.2 Parallelbetrieb

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 Taskleiste 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)

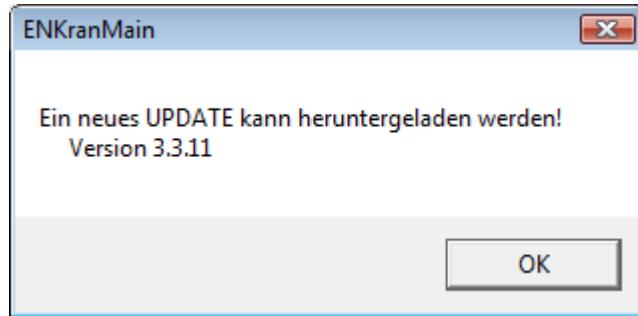
Wird EN-Kran in einem Netz von weiteren Rechnern aus über WLAN (auf dem Hauptrechner) gestartet, so liegen alle Daten nur auf dem Hauptrechner. Hierzu müssen dort die entsprechenden Ordner zugänglich, bzw. freigegeben sein.

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.

# Anhang 1: Ergebnisse Kastenträger Einträgerbrückenkran

## Brückenträger

### Kasten 1 Steife in Stegen

Info: Beulsteifen stehen senkrecht auf den Stegblechen

Längen [mm]

Stegwinkel = 5,0 [grd]

Fläche = 13.140,0 [mm\*\*2]

IY = 1.138.565.000,0 [mm\*\*4]

IZ = 72.453.160,0 [mm\*\*4]

IT = 141.346.800,0 [mm\*\*4]

Schubflächen

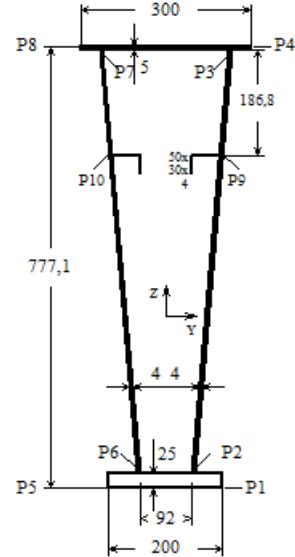
AY = 1.265,5 [mm\*\*2]

AZ = 5.873,0 [mm\*\*2]

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

YS = 0,000 [mm]

ZS = 303,399 [mm]



Werkstoff: S235,EN10025-2

Untergurt Material Güte: Z35/Z25 (EN10164)  $\gamma_{sm} = 1.00$

A-Maß der Schweißnähte

Steg-Obergurt = 2,2 [mm]

Steg-Untergurt = 2,2 [mm], nicht durchgeschweißt; Doppelkeilnaht

Schottdaten:

Dicke = 4,0 [mm] Abstand = 1.500,0 [mm] Höhe HK = 10,0 [mm]

Metergewicht = 105,6 [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	7,610330e-02	0,000000e+00	4,588766e-10	1,768699e-04	-2,664748e-04	-1,380202e-03
P2	7,610330e-02	4,475485e-01	1,596850e-01	1,019594e-03	-2,445173e-04	-6,624970e-04
P3	7,610330e-02	-4,636535e-01	7,760543e-02	1,019594e-03	4,116998e-04	-1,564691e-03
P4	7,610330e-02	1,482908e-09	1,721986e-10	3,537399e-05	4,160913e-04	-2,070303e-03
P5	7,610330e-02	0,000000e+00	4,588766e-10	1,768699e-04	-2,664748e-04	1,380202e-03
P6	7,610330e-02	4,475486e-01	-1,596850e-01	1,019594e-03	-2,445173e-04	6,624970e-04
P7	7,610330e-02	-4,636535e-01	-7,760540e-02	1,019594e-03	4,116998e-04	1,564691e-03
P8	7,610330e-02	-1,482908e-09	1,721986e-10	3,537399e-05	4,160913e-04	2,070303e-03
P9	7,610330e-02	-1,901385e-01	1,393887e-01	1,019594e-03	2,476455e-04	-1,354237e-03
P10	7,610330e-02	-1,901385e-01	-1,393887e-01	1,019594e-03	2,476455e-04	1,354237e-03

# Zweiträgerbrückenkran

## Brückenträger (1)

Kasten Schiene über Steg +1+1 Steg-Steifen

Längen [mm]

Stegwinkel = 0,0 [grd]

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]

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

YS = 48,983 [mm]

ZS = 421,623 [mm]

Hauptachsen PSI= -9,523 grd

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

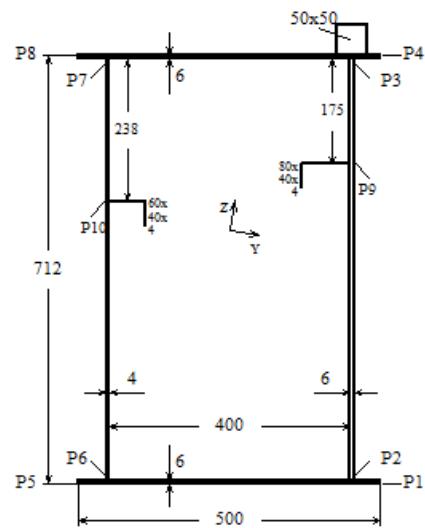
Steg-Untergurt = 2,8 [mm]

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 Katzradlast = 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

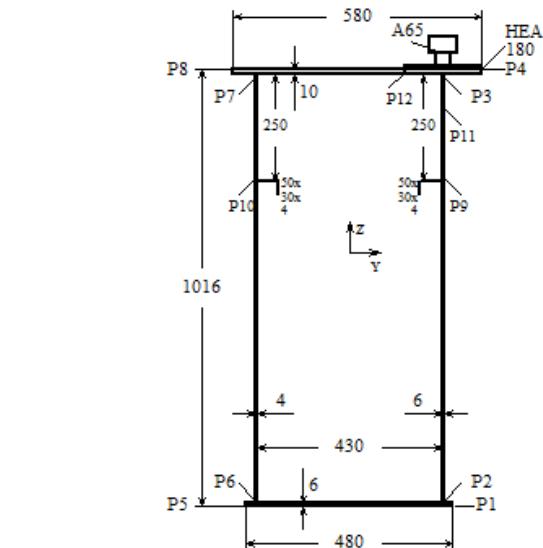
Längen [mm]

Stegwinkel = 0,0 [grd]  
 Fläche = 19.328,1 [mm<sup>\*\*2</sup>]  
 IY = 2.941.820.000,0 [mm<sup>\*\*4</sup>]  
 IZ = 699.578.300,0 [mm<sup>\*\*4</sup>]  
 IT = 1.431.171.000,0 [mm<sup>\*\*4</sup>]

Schubflächen  
 AY = 4.359,7 [mm<sup>\*\*2</sup>]  
 AZ = 9.819,9 [mm<sup>\*\*2</sup>]  
 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 grd

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 Katzradlast [kN] = 25 [N/mm<sup>\*\*2</sup>]

Einheitsspannungen in [N/mm<sup>\*\*2</sup>] 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	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 [grd]

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]

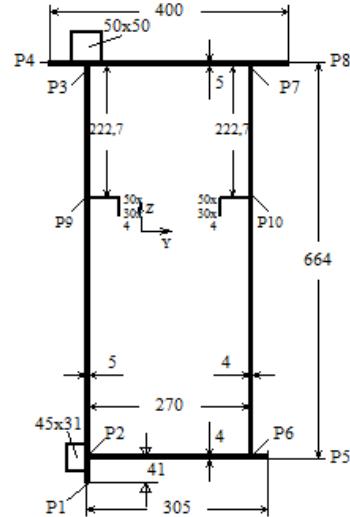
AZ = 5.875,9 [mm\*\*2]

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

YS = -48,007 [mm]

ZS = 380,827 [mm]

Hauptachsen PSI= 0,955 grd



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 [grd]

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]

Schwerpunktlage (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

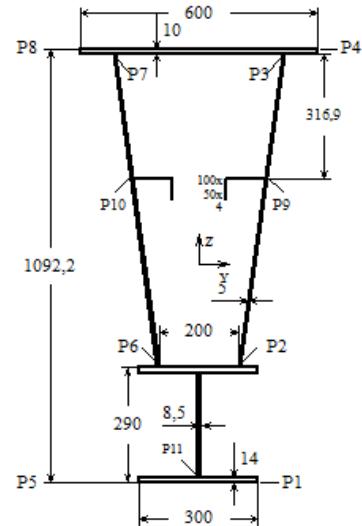
Schottdaten:

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

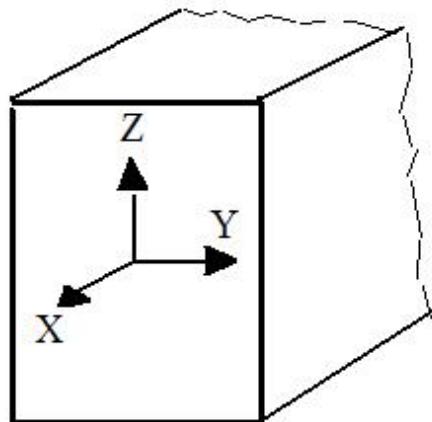
Metergewicht = 211,5 [kg]

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

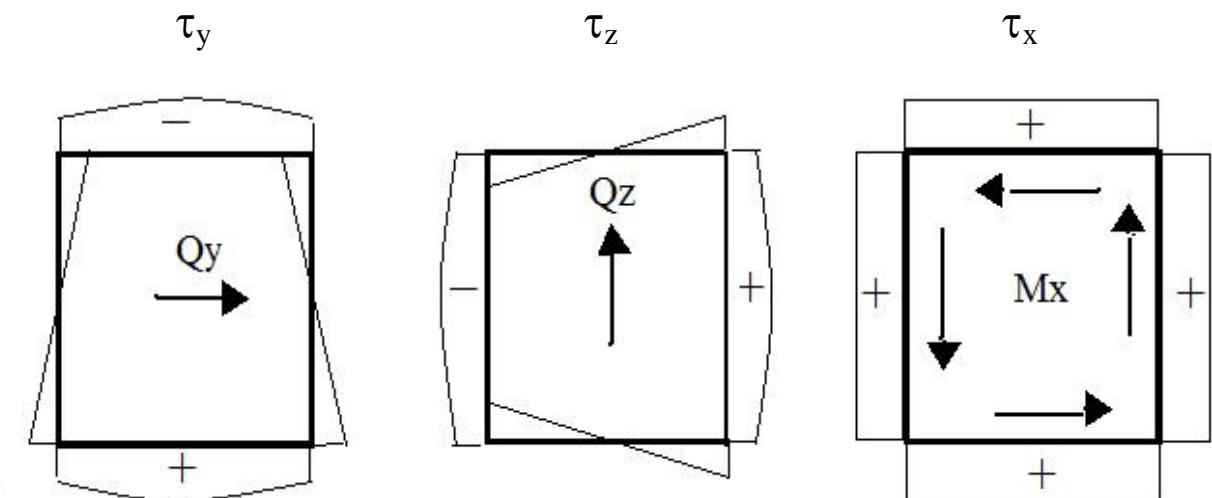


## Anhang 2: Schnittgrößen und resultierende Spannungen

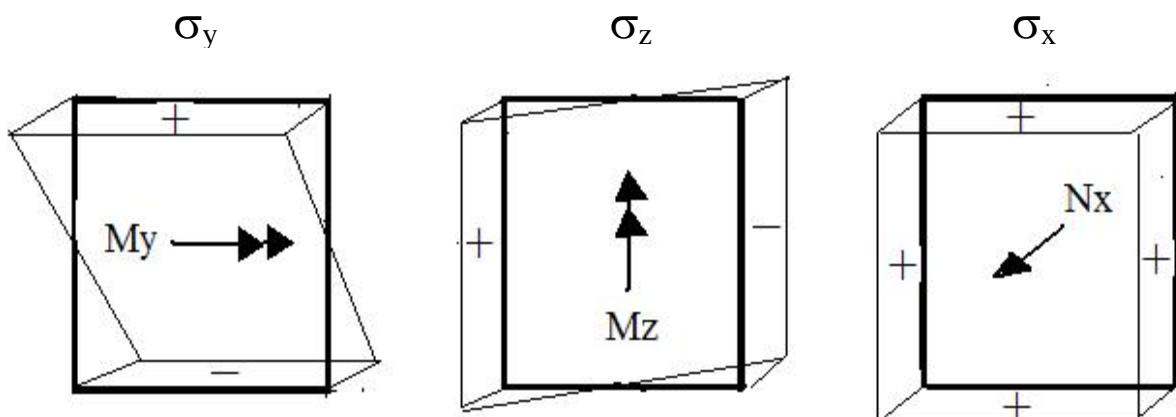


Die Einheitsspannungen in den Querschnittspunkten beziehen sich auf Schnittgrößen mit folgenden Vorzeichen

Schubspannungen  $\tau$  infolge Querkräfte  $Q_y$  und  $Q_z$  sowie Torsion  $M_x$



Normalkräfte  $\sigma$  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 Dc)
- Durchschnittlicher Hubweg (Klasse Dh)
- Geschwindigkeiten (und Beschleunigungen)
- Positionierklasse
- Angabe, ob Hubbewegung und Fahrbewegungen überlagert stattfinden
- Lastführung (wenn starr)
- Dynamische Beiwerte  $\Phi_2$  und  $\Phi_5$

### 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 Katzräder mit und ohne Last überrollt wird. Dabei wird die Last ohne Anhubbeiwert, das Eigengewicht mit dem Massenbeiwert  $\Phi_1$  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  $\Delta\sigma_{Last}$  ergibt sich aus maximaler Radlast\* $kQ$  + Radlast aus Eigengewicht, die Schwingbreite  $\Delta\sigma_{leer}$  nur aus der Radlast aus Eigengewicht.

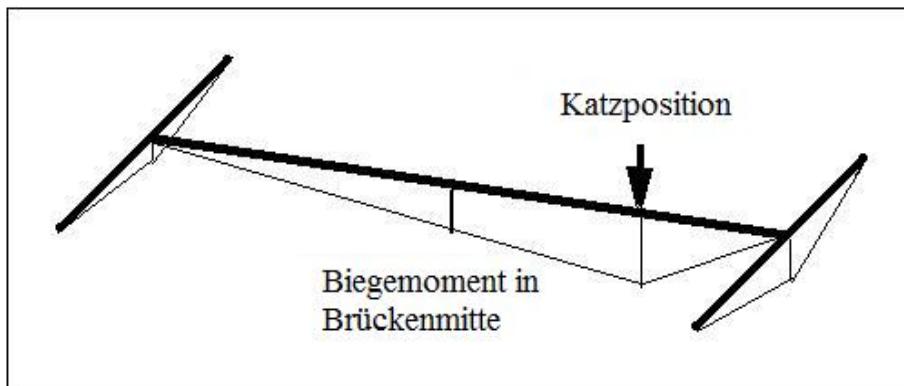
Mit  $n_{iLast}$  und  $n_{ileer}$  (ermittelte Überrollungen mit Last und leer) errechnet sich somit für jeden Ort auf dem Träger ein Parameter  $s_m$  zu

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

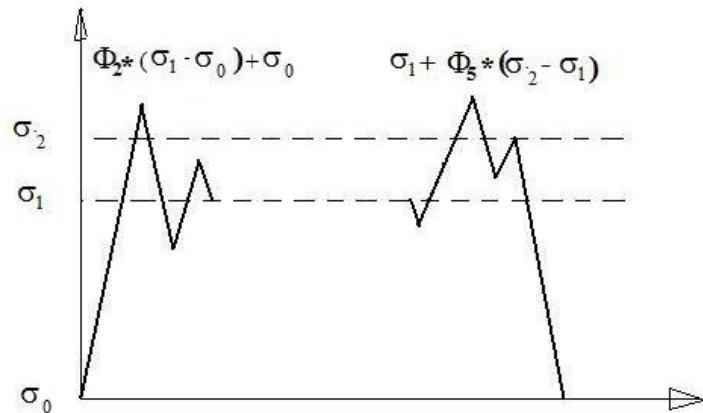
Der maximale Wert  $s_m$  aus allen Orten auf dem Träger wird beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit für die Naht unter der Katzschiene oder die Flanschnähte / Flanschbiegung zur Ermittlung der zulässigen Schwingbreite  $\Delta\sigma_{Sd}$  angesetzt.

### 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.  $\sigma_0$  sei die Biegespannung ohne Last (vor Anheben und nach Absetzen),  $\sigma_1$  sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last.  $\sigma_2$  sei die Biegespannung unter konstanter Verzögerung (Senkbremsen.)



Mit den Dynamik-Beiwerten  $\phi_2$  und  $\phi_5$  findet man die beiden Spannungsspitzen beim Anheben und Senkbremseren. In Analogie zum Rainflow-Verfahren kann man nun einzelne Schwingspiele detektieren:

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

Für ein ungedämpftes Schwingspiel um  $\sigma_1$  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 ( $\phi_2$  oder  $\phi_5$ ) sich stärker auswirkt.

Für die Katzfahrten mit Last sind drei Fälle zu unterscheiden:

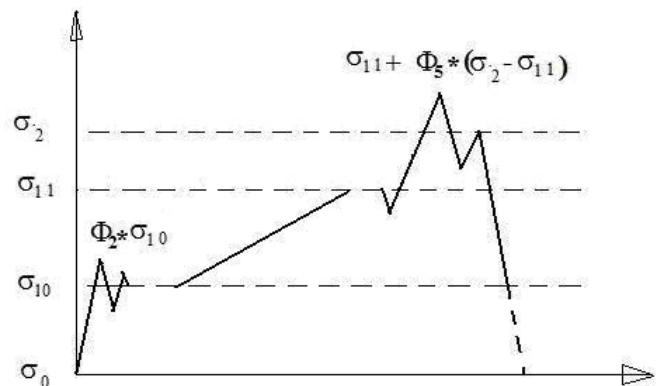
a) Katzfahrt in Richtung Brückenmitte, aber nicht über die Mitte hinweg:

$\sigma_0$  sei die Biegespannung ohne Last (vor dem Anheben),

$\sigma_{10}$  sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last vor der Katzfahrt

$\sigma_{11}$  sei die Biegespannung mit hängender ruhender Last nach der Katzfahrt

$\sigma_2$  sei die Biegespannung unter konstanter Verzögerung beim Senkbremseren.



Nun sind wieder einzelne Schwingspiele zu detektieren:

- ein maximales Schwingspiel zwischen  $\sigma_{11} + \phi_5^*(\sigma_2 - \sigma_{11})$  und  $\sigma_0$ ,
- Schwingspiele um  $\sigma_{10}$  und
- Schwingspiele um  $\sigma_2$ .

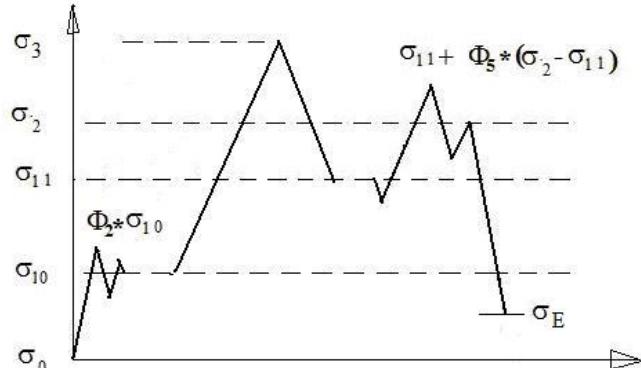
Wie oben begründet, wird auch in diesem Fall neben dem maximalen Schwingspiel nur je ein ungedämpftes Schwingspiel um  $\sigma_{10}$  und um  $\sigma_2$  berücksichtigt.

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  $\sigma_0$  anzusetzen ist. Dabei ist  $\sigma_0$  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  $\sigma_3$  in Brückenmitte zu, um anschließend wieder abzunehmen.



Nun ist entscheidend, welche Spannung am größten ist. Liegt  $\sigma_3$  über  $\phi_2^* \sigma_{10}$  und über  $\sigma_{11} + \phi_5^*(\sigma_2 - \sigma_{11})$ , so ergibt sich als maximale Schwingbreite das Schwingspiel zwischen  $\sigma_0$  (vor dem Anheben oder nach dem Absetzen) und  $\sigma_3$ .

Liegt  $\sigma_3$  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  $\sigma_0$ , beziehungsweise zwischen  $\phi_2^* \sigma_{10}$  und  $\sigma_0$ . Zusätzlich zu den beiden Schwingspielen um  $\sigma_{10}$  und um  $\sigma_2$  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  $\sigma_E$  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  $\sigma_E$  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  $\phi_5$  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  $\Phi$  Beiwerthe anzusetzen sind mit  $N_{ref} = 2.000.000$  gerechnet wird. Nach EN13001-3-3 werden die  $s_c$ -Werte ohne die dynamischen Beiwerthe 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 kQ
- Katzposition bei Lastaufnahme (Hubbeginn)
- Katzposition bei Lastabgabe und Beginn der Leerfahrt
- Katzposition bei Ende der Leerfahrt
- Durchschnittlicher Kranfahrtweg (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 Kollektivbe-

wert 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 Kranfahrtweges 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.

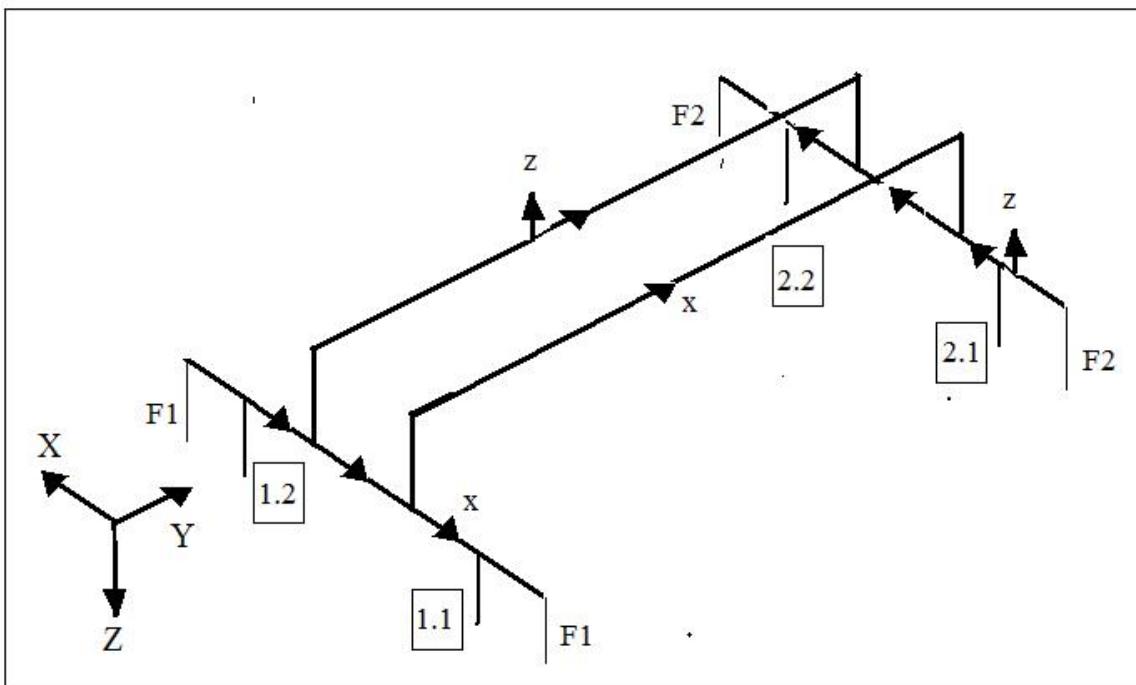
Für das Rad und den Kranbahnhof mit den ungünstigsten sc-Werten wird der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit geführt.

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 Hängekranen zeigen die Fehlhebel in entgegen gesetzte 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](#))

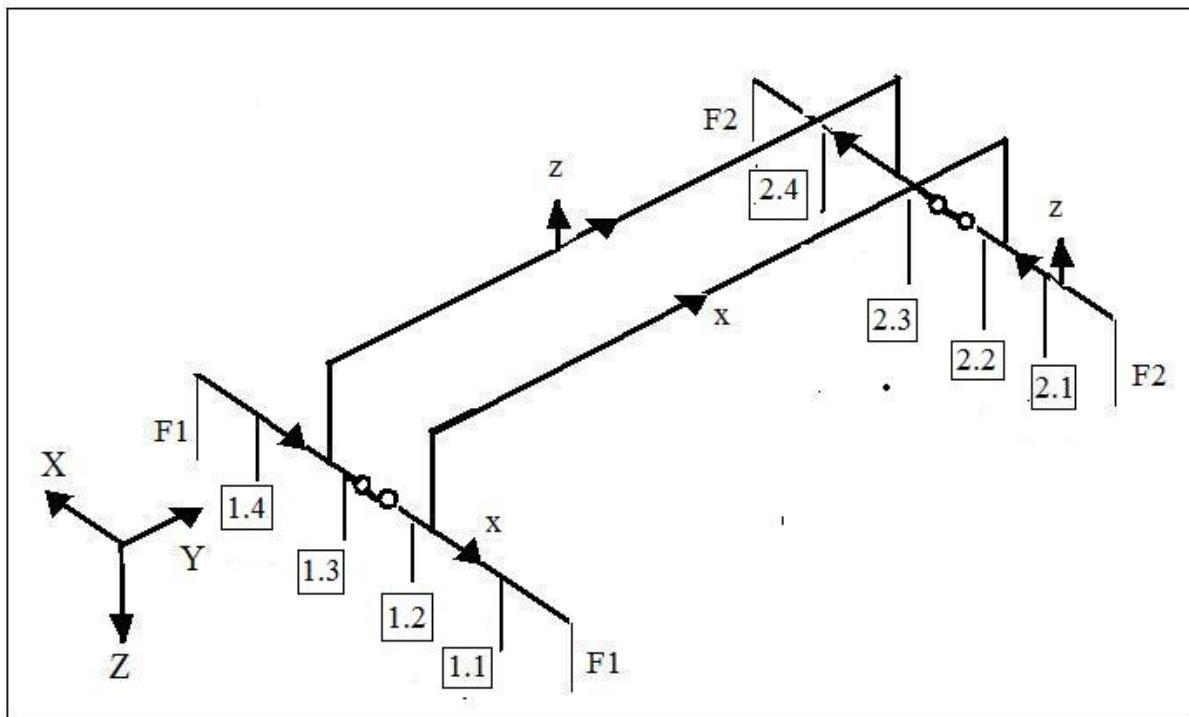
Die Auflagerpunkte 1.1, 1.2, 2.1 und 2.2 sind in globaler Z-Richtung gefesselt, in globaler X-Richtung sowie in allen Drehungen XX, YY und ZZ beweglich, (Lager 1.2 ist aus rechen-technischen Gründen zur Vermeidung von Singularitäten in X-Richtung gefesselt)

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 Fahrantriebskräfte 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.

Spurkranzführung erfolgt in Y-Richtung nur an den äußereren 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:

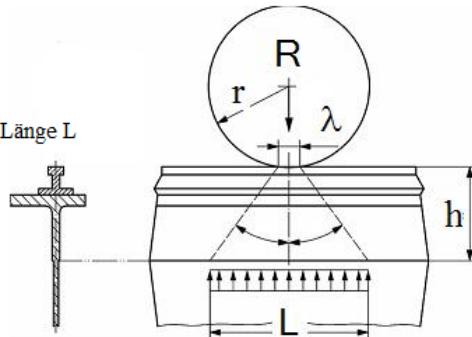
Als Überschrift wird genannt, um welchen Brückenträger es sich handelt. Dann folgen die Angaben über die maximale Katzenlast aus Eigengewicht der Katze und aus der Hakenlast (beides ohne dynamische Faktoren) sowie der Nahtlänge L.

#### Nachweis der statischen Festigkeit

##### Hauptträger 1

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

R(Eigengewicht)	=	2.453 [kN]
R(Last)	=	78.484 [kN]
r	=	150.000 [mm]
h	=	56.000 [mm]
L	=	142.000 [mm]



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

- Eigengewichte Brücken, Zusatzmassen, Katzenmassen (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

Katzenposition 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:

$\gamma_{p1}$ : Masse des Krans

$\gamma_{p2}$ : Masse der Hublast

$\gamma_{p3}$ : Schienenstoß

$\gamma_{p4}$ : Beschleunigung Antriebe

$\gamma_{p5}$ : Wind

$\gamma_{p6}$ : Schräglauf

$\gamma_{p7}$ : 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.  $\Phi_2$  für Katze 1 als  $\Phi_{21}$  )

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

Regelmäßige Lastfälle:

A1 (Anfahren + X)

$\Phi_1 = 1,1$     $\Phi_2 = 1,222667$     $\Phi_{5kr} = 1,8$     $\Phi_{pos} = 1,15$     $acc = 0,4[m/sec^{**2}]$   
 $\gamma_{p1} = 1,22$     $\gamma_{p2} = 1,34$     $\gamma_{p4} = 1,34$     $\gamma_{risk} = 1,05$

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<sup>2</sup>.

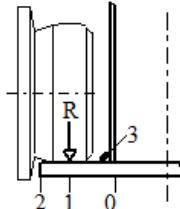
### Einträgerkran:

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:

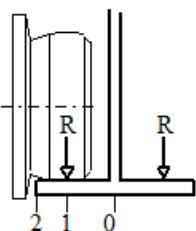
Flanschbiegung

Flanschbiegung in [N/mm<sup>\*\*2</sup>] 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<sup>\*\*2</sup>] 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]):

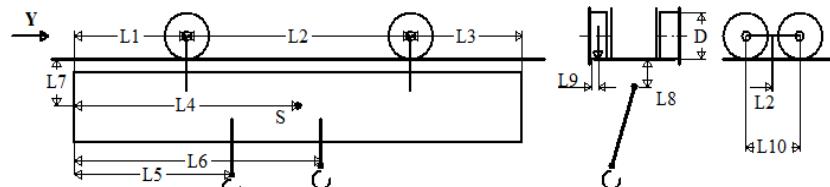
## Anhang 7: Wirkung der Radlasten der Katzen

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:

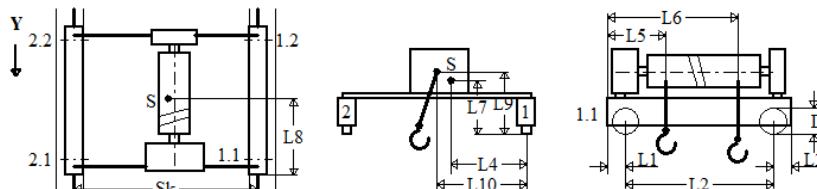
Bei Schwingen ( $L10>0$ ) gibt die Tabelle die Summe aus beiden Rädern an.



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:

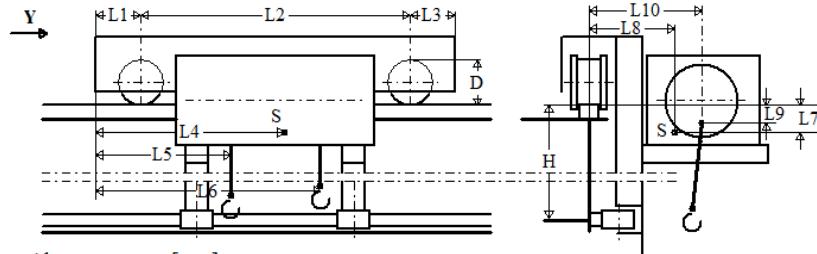
Bei einseitiger Führung der Katze mit Führungsrollen werden alle Horizontalkräfte nur über die Führungsrollen in den betreffenden Brückenträger eingeleitet (Prinzip: "Formschluss vor Reibschluss").

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:

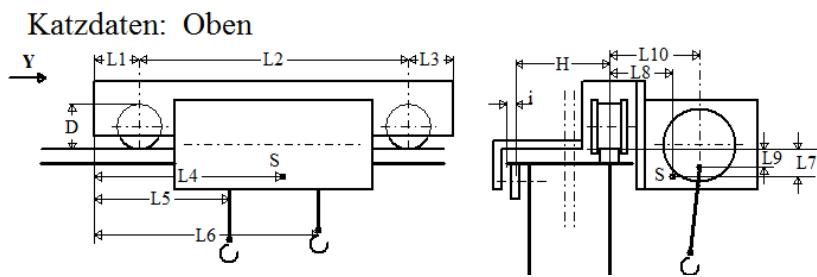
Es werden zusätzlich die auf die Brücke wirkenden Torsionsmomente ausgegeben.



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:

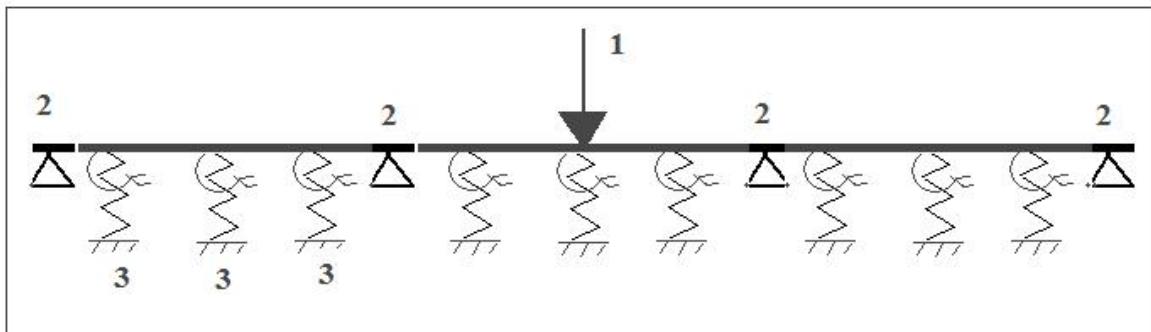


Radlasten - Torsion/H in [kN] und Torsion in [Nm] (ohne Faktoren):

	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 eingescherte Traversen, Greifer oder Magnete zum Einsatz kommen:

EN 13001 unterscheidet die Nutzlast und die Hublast:

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

Nutzlast: Die Last, die mit dem fest eingescherten 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  $kQ$  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 eingescherte 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 Kranbahnlästen entsprechend an.

Da EN 1991-3 jedoch nicht die Unterscheidung von Nutzlast und Hublast vornimmt, würde bei schweren fest eingescherten Lastaufnahmemitteln und geringen Nutzlasten sich eine zu geringe Klasse S der Kranbahn ergeben. Deshalb wird in EN-Kran für die Kranbahnlästen nach EN 1991-3 eine Ersatzinstufung 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  $\alpha_w$  der Grenzwerte der Schweißnahtspannung und die Forderung A-Maß  $a \leq 0.7 * t_{min}$ , 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:



In EN-Kran ist dieser Wert voreingestellt auf 235 N/mm<sup>2</sup> (entsprechend dem niedrigsten Wert der Bleche), Er sollte auf die realen Werte des genutzten Schweißgutes gesetzt werden.

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

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

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  $\tau_{\perp}^2$  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 Kattschiene gilt bei Detail 3.13 und 3.14 weiterhin die Anforderung  $0.5 * t \leq a \leq 0.7 * t$