**STATISCHE BERECHNUNG**

**Objekt** große EinbahnstraßeTeilobjekt: Brücke über dem Styxam Gerichtsgebäude

**Bauherr** Hades  
Fürst des Feuers und der Unterwelt

**Luzifer.wmfAusführungsplanung** Luzifer Ingenieure  
Unterwelt: 66688 Nekropolis  
Lavaalle 7

Logo.wmf

**Statik** WoT-WMF

Planet Erde: 39291 Möckern

Magdeburger Straße 78

simonapie@googlemail.com

**Projektnummer** -1

**Gegenstand der Berechnung** Statik Traggerüst

Bearbeiter Simon Pie

Die Berechnung umfasstSeite 01 bis 270

Version ß.00

Möckern, den 14.02.2021 Dipl.-Ing. Simon Pie

1 Vorbemerkungen 4

1.1 Dokumentqualität 6

1.2 Zeitbedarf 9

2 Revisionsverzeichnis 13

3 Berechnungsgrundlagen 14

3.1 Normen und Richtlinien 14

3.2 verwendete Software 14

3.3 Rechenvereinfachungen 15

3.4 Material - Zulassungen – Werkstoffe 17

4 Übersichten 18

5 Belastung 23

5.1 Vertikale Lasten 23

5.2 Horizontale Lasten 28

6 Schnittgrößen - Nachweise - Verformungen 43

6.1 Ermittlung der Linienlasten auf die Längsträger 43

6.2 Lastverteilung auf die Längsträger 46

6.2.1 Hauptträgerlage HT vom Diesseits 46

6.2.2 Nebenträgerlage NT vom Diesseits 48

6.2.3 Hauptträgerlage HT Hölle 50

6.2.4 Hauptträgerlage HTfg Hölle ⓕ - ⓖ 52

6.2.5 Hauptträgerlage HTlm Hölle ⓛ - ⓜ 54

6.2.6 Nebenträgerlage NT Hölle 56

6.2.7 Hauptträgerlage HT Purgatorium 58

6.2.8 Hauptträgerlage2 HT2 Purgatorium 59

6.2.9 Nebenträgerlage NT Purgatorium 60

6.3 Zusammenfassung Belastung Längsträger 62

6.4 Längsträger 72

6.5 Verformung der Längsträger 95

7 Jochquerträger 110

7.1 Berechnungsmethoden 112

7.1.1 Methode: halbes System 112

7.1.2 Methode: System kopieren 112

7.1.3 Methode: Shift 112

7.1.4 Methode: Jacobi 112

7.1.5 Methode: Winkel 112

7.1.6 Übersicht der Joche 113

7.2 Jochaxe Ⓐ 114

7.3 Jochaxe Ⓑ 117

7.4 Jochaxe Ⓒ 120

7.5 Jochaxe Ⓓ; Ⓔ 123

7.6 Jochaxe Ⓕ 127

7.7 Jochaxe Ⓖ 130

7.8 Jochaxe Ⓗ 133

7.9 Jochaxe Ⓘ 137

7.10 Jochaxe ⓐ 140

7.11 Jochaxe ⓑ,ⓒ 143

7.12 Jochaxe ⓓ 148

7.13 Jochaxe ⓔ 151

7.14 Jochaxe ⓕ 154

7.15 Jochaxe ⓖ 158

7.16 Jochaxe ⓗ,ⓚ 161

7.17 Jochaxe ⓘ 165

7.18 Jochaxe ⓙ 168

7.19 Jochaxe Ⓛ 171

7.20 Jochaxe ⓜ 174

7.21 Rechenbeispiel zum Jacobilöser Joch ⓜ 177

7.22 Jochaxe ⓝ 186

7.23 Jochaxe ⓞ 189

7.24 Jochaxe ⓟ, ⓠ 193

7.25 Jochaxe ⓡ, ⓢ 197

7.26 Jochaxe ⓣ, ⓦ 201

7.27 Jochaxe ⓤ, ⓥ 205

7.28 Jochaxe ⓧ 209

7.29 Jochaxe ⓨ 213

7.29.1 Übersicht Schnittkräfte JQT 216

7.30 Detailnachweise 218

7.30.1 Stegpressungsnachweis nach DIN EN 1993-1-5 Kapitel 6 218

7.30.2 Nachweis der Stöße 227

8 Stützen und Horizontallastabtrag 241

8.1 Stützenstellung + Belastung 242

8.2 Ableitung der Horizontallasten mit Zugband 244

8.3 Ableitung der Horizontallasten am Pfeiler 246

8.4 Ableitung der Horizontallasten mit Rohrverbände 247

8.5 Knicklängenreduzierung mit Rohrverbände 253

8.6 Ableitung der Horizontallasten mit Abspannung 254

8.7 RöRo-Schwerlaststütze „P40“ 255

8.8 RöRo Stützturmsystem „S50“ 257

8.9 Absenkkeil Titan 261

8.10 Dreigurtstütze „S18“ 263

8.11 RöRo Stützensystem „S150“ 265

8.12 Traggerüststütze RUX KN 400 267

8.13 Stabilisierung in Brückenlängsrichtung 269

8.13.1 Abtrag mittels Stahlwandriegel 269

8.13.2 Abtrag mittels Holzauskeilung 270

8.13.3 Abtrag der Horizontallasten mit Richtstützen in Axe ⓐ 271

# Vorbemerkungen

Die statische Berechnung behandelt das Traggerüst zum betonieren einer mehrfeldrigen Ortbetonbrücke über den Styx, ein Teil der großen Einbahnstraße, die vom Diesseits ins Jenseits führt.

Hinter dem Gerichtsgebäude, in dem über das Leben der Verstorbenen ohne Rücksicht auf Datenschutz, Privatsphäre und informelle Selbstbestimmung gerichtet wird, gabelt der Weg, sodass sich das Projekt aus 3 Teilprojekte zusammensetzt:

* Fahrbahn vom Diesseits
* Fahrbahn zur Hölle
* Fahrbahn zum Purgatorium

Das Gerichtsgebäude ist nicht Gegenstand der Statik.

Der einzurüstende Querschnitt des Brückenüberbaus ist ein mehrstegiger Plattenbalken mit beiderseitigem Kragarm (Stegdicke h=120cm, Plattendicke h=50cm, Kragarmanschnitt h=50cm und Kragarmende h=25cm). Die Anzahl der Stege hängt vom Teilprojekt ab: 3 Stege vom Diesseits; 2 Stege zur Hölle; 1 Steg zum Purgatorium.

Das Traggerüst wird in klassischer Bauweise erstellt und besteht aus HEB-Längsträgern und Stützjochen aus Traggerüststützen mit HEB-Querträger.

Aufgrund der starken Wärmestrahlung des Flusses sowie der stauenden Hitze unter dem Überbau werden die Längsträger am Gerichtsgebäude aus dem wärmeresistenten Material Mithril gefertigt. Die Hitze seitlich der Widerlager und Pfeiler ist für stählerne Bauteile unproblematisch, da die kritischen Temperaturen, bei denen der Stahl an Festigkeit verliert, weit unterschritten werden.

Die Seitenarme des Styx sind zurzeit trocken.

Unter vielen Stützen werden Fußträger HEB 300 untergelegt.

Die Jochaxen werden parallel zu den Widerlagern und Pfeilern angeordnet.

Die Querneigung der Brücke beträgt 0% am Gerichtsgebäude und verwindet auf 2,5 %, die Längsneigung ist parabolisch.

Da die Gravitation von 10,05m/s² kaum größer ist als die 9,81m/s² des Planeten Erde, wird wie auf der Erde mit einer Gravitation von 10m/s² gerechnet.

Die Schalungshöhe beträgt hSchalung=20,2cm+2cm Überhöhungsleiste.

Der Schutz gegen Anprall ist bei entsprechender Nutzung gemäß ZTV-ING bauseits zu gewährleisten.

Das Traggerüst ist bauseits ggf. gegen Anschwemmen von Treibgut zu sichern.

Die Berechnung der Traggerüstfundamente und der hitzebeständigen Überbauschalung sind nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung.



## Dokumentqualität

Dieses Dokument besitzt die **maximale** Performance.

Dies ist das Hauptkriterium für die Performance

* PDF ist auf Text durchsuchbar  
  1: in Fließtext, Formeln, Tabellen und Vektorgrafiken  
  2: in Fließtext, Formeln und Tabellen  
  3: in Fließtext, Formeln, übersichtliche Bilder  
  4: in Fließtext, Formeln  
  6: zusammengescannte Pixelstatik ohne einen einzigen Buchstaben
* Dokument schont den Rechner  
  1: wenig CPUauslastung beim scrollen, schnelles speichern und öffnen, geringes Datenvolumen, detailreiche zoombare Grafiken. Klimafreundlich, da fast kein Stromverbrauch.  
  6: starker Rechner und viel Strom benötigt, träges Öffnen, langsamer Aufbau des Inhaltes, große Dateien, unscharfe Grafiken, ruckeliges Scrollen und verpixelte Texte

Hohe Performance wird durch die richtige Wahl der Einfügemethode erreicht. Dafür sind diese Dokumentations- fähigkeiten notwendig:

1. Fähigkeit ein Inhaltsverzeichnis zu erstellen  
   1: Inhaltsverzeichnis vorhanden  
   2: Inhaltsverzeichnis in Standardformatierung vorhanden + Layout passt nicht zum Rest  
   6: Inhaltsverzeichnis nicht vorhanden
2. Fähigkeit Fließtext in Word ein zu geben  
   1: Text wird über die Tastatur eingegeben  
   6: Te\_ uurd aufw Popie\_ jekralceet uud dauu eiu Wo-d scluuer llsbar reiugescauut
3. Fähigkeit Formeln zu erstellen  
   1: Wurzeln, Brüche und große Klammern sind vorhanden  
   2: Malzeichen und Tiefstellung sind vorhanden; Auf ein / folgt kein / oder · mehr.  
   3: Tiefstellung ist vorhanden  
   4: Formeln bestehen aus Fließtext  
   6: Formeln bestehen aus Pixeln
4. Fähigkeit Seitenzahlen zu erstellen  
   1: Seitenzahlen werden von Word erzeugt. Entweder Abschnittswexel oder Revisionsverzeichnis sind vorhanden.  
   6: Da diese Fähigkeit fehlt, wird das Dokument ausgedruckt, die Seitenzahlen per Hand reingeschrieben und wieder eingescannt  
   6: Änderungen nicht gekennzeichnet: Entweder keine Index-Seiten oder fehlendes Revisionsverzeichnis.
5. digitale Qualität des Firmenlogos  
   1. Das Firmenlogo ist sauber vektorisiert  
   4: Das Firmenlogo ist im passenden Bitmapformat  
   5: Das Firmenlogo ist eine korrupte Vektorgrafik  
   6: Das Firmenlogo ist im falschen Bitmapformat  
   7: Das Firmenlogo ist eine korrupte Vektorgrafik, die den Rechner ausbremst
6. Fähigkeit Excel in Word ein zu fügen  
   1: Excel wird als Tabelle in Word eingefügt  
   2: Excel wird als Vektorgrafik (OLE, WMF oder EMF) eingefügt  
   5: Excel im passenden Bitmapformat  
   6: Excel wird als Screenshot oder per Snippingtool eingefügt
7. Fähigkeit Grafiken in Word ein zu fügen  
   1: eigene Grafiken erscheinen als Vektorgrafik  
   3: Die Vektorgrafiken haben zersplitterte Buchstaben als Polygone  
   5: Grafiken im passende Bitmapformat  
   6: Snippingtools oder Screenshot
8. Fähigkeit Programmausdrucke in Word ein zu fügen  
   1: Die RTF Funktionen des Programms werden genutzt  
   1: Programmausdruck als separaten Anhang, der nicht in Word eingefügt wird  
   6: PDF und dann Snippingtool
9. Fähigkeit der richtigen Programmausdrucke  
   1: Schnittgrößen als Vektorgrafiken, sodass selbst überlappende Texte lesbar sind  
   2: unscharfe Grafiken, aber mit echtem Text sowie schlanke Tabellen  
   5: verpixelte Grafiken mit schwer lesbarem Text und ein Haufen nichtssagender Tabellen  
   6: seitengroße Pixelgrafiken mit viel weißer Fläche und wenig Inhalt sowie tausend Pixeltabellen
10. Fähigkeit Fremdgrafiken zu verarbeiten  
    0: häufige Grafiken sind vektorisiert  
    1: passendes Bitmapformat  
    6: passendes Bitmapformat, aber falscher PDF-Export  
    6: falsches Bitmapformat  
    Für diejenigen, die nicht wissen, was der Unterschied zwischen PNG, GIF, BMP, TIF, WMF oder JPG ist.  
    JPG: Bitmap mit verlustbehaftete Kompression. Ideal für Fotos, aber schlecht für wenigfarbige Grafiken  
    PNG: Bitmap. Ideal für wenigfarbige Bilder. Unterstützt 4 Bitfarbtiefe. Schlecht für Fotos.  
    GIF: Bitmap. Nur 8 Bit Farbtiefe, wie PNG nur schlechter  
    BMP: Bitmap. unkomprimierte Daten. Unterstützt wie PNG 4 Bitfartiefe. Ideal für einfache Skripte und Makros, aber schlecht zum Einfügen. Word verwandelt jedes BMP in ein schlecht komprimiertes PNG.  
    TIF: Bitmap. Wird in Word nicht komprimiert. TIF kennt alle Kompressionsarten: unkomprimiert, CCITT, verlustbehaftet oder verlustfrei. Wer sein TIF nicht komprimiert, erreicht schnell über 100MB. CCITT ist für Monochrom und damit stärker als monochrom PNG.  
    WMF: Vektorformat. Enthält Texte, Linien oder Bitmaps.
11. Fähigkeit kleine Dateien zu erzeigen  
    1: 5-10kB pro Seite  
    2: 10-20kB pro Seite  
    3: 20-40kB pro Seite  
    4: 40-80kB pro Seite  
    5: 80-160kB pro Seite  
    6: über 160kB  
    Ein hoher Anteil an Fremdgrafiken, Programmausdrucken von Hilti und Fischer, Grafiken aus Rstab sowie Fotos machen es unmöglich unter 5kB zu kommen, da die Programmierer schlechte Performance liefern auf die man keinen Einfluss hat. Deshalb werden solche Seiten nicht in der Bewertung berücksichtigt. Ein einziger Dübelnachweis braucht genauso viele Ressourcen wie mein Diplom und Master zusammen.  
    Der Speicherbedarf dieses Dokumentes wäre unter 10kB pro Seite, aber es wurde noch der Inhalt aus vielen A0 Plänen powerWMFeingefügt.

Dieses Dokument gibt es in unterschiedlichen Qualitätsstufen. Erstellt wurde es zuerst in höchster Qualität. Die anderen Dokumente sind eine Abwertung.

|  |  |
| --- | --- |
| Note 1 | Alle Grafiken sind so stark komprimiert, sodass sie bis in das tiefste Detail gezoomt werden können. Exceltabellen sind als Tabelle in Word eingefügt. Bei den Programmausdruck nur das nötigste. |
| Note 2 | Es fehlt das Wissen, wie man AutoCAD als Vektorgrafik in Word reinbekommt. Dies wird kompensiert, indem alle Vektorgrafiken im passenden Bitmapformat sind. Die Grafiken sind im PDF nicht mehr auf Text durchsuchbar. |
| Note 2- | Es fehlt das Wissen, wie man Excel in Word rein bekommt. Dieses Wissensdefizit wird kompensiert, indem Excel als EMF oder OLE eingefügt wird. Die Tabellen werden im PDF weiterhin auf Text durchsuchbar sein. |
| Note 3 | **ZRS-Dokumentationstechnologie**  Es fehlt das Wissen, wie man Excel in Word rein bekommt. Dieses Wissensdefizit wird kompensiert, indem Excel als PNG eingefügt wird. Tabellen sind verpixelt. |
| Note 4 | Es fehlt das Wissen im Umgang mit Dateiformaten. Grafiken sind im falschen Bitmapformat (hauptsächlich JPG) eingefügt, auch Excel. Es wird mit Snippingtools gearbeitet, da diese vom Wissen befreien.  Programmausdrucke sind nicht zusammengefasst. |
| Note 5 | Es fehlt das Wissen, wie man Programmausdrucke in Word einfügt. Dieses Defizit führte dazu, dass diese als Screenshot in Word gelandet sind. |
| Note 6 | Es fehlt das Wissen, wie man Seitenzahlen in Word erstellt. Menschen mit diesem Defizit drucken das Dokument aus, schreiben die Seitenzahl per Hand rein und scannen es wieder ein. Die Performance ist so schlecht, sodass das gesamte Dokument aus Pixeln besteht und kein einziger Buchstabe gesucht werden kann. |

## Zeitbedarf

„Keine Zeit“ ist der obszöne Kraftausdruck für „du kannst mich mal am Arsch lecken“. Dennoch werde ich mich hier mit dem Geschmack des Rosettenschlemmens auseinander setzen, da viele die Arschleckerei für ein ernstes Argument halten. Totschlagargumente und Killerphrasen haben WeiRö getötet und PowerWMF an der Verbreitung gehindert.

Hier ist eine Auflistung für die Zeit, die ich für dieses Dokument benötigt habe:

70:Grundriss

210:Grundriss, Längsschnitt + Achsen zeichnen

*480:in verlassene Vorlagen reinfinden + Anpassen*

110:Joch B-G + Jacobi

110:Joche bis I + WeiRö A

60:WeiRö B-I

230:Detailnachweise; Lösungen

80:Word

180:Excelnachweise A-I

130:Tabellen kontrollieren

180:Längsträger Purgatorium

160:Joch n-y Purgatorium

80:Federn

80:Jochfedern

*80:Bugfix*

140:Jocheinfügen

180:LT & LT schief Hölle

120:Joche verwalten

120:4 Joche Jacobi Tabellen erstellen

*80:Joch m Jacobi*

40:Joch bcf

*250:Jacobi Dokumentation*

*260:neue Verformung programmieren*

90:Verformungen

120:Joche + Word

80:Stöße

140:Zusammenfassen

30:Stegpressung

100:Tabellen einfügen

200:Stützennachweise + einfügen

100:Vorbemerkungen

120:WeiRö Purgatorium

120:WeiRö Hölle + Details

60:Kontrollieren

500:Zeichnen

100:Dokument polieren

Dies sind zusammen 5190 Minuten, von denen 1150 nicht *projektspezifisch* sind. Effektiv hat dieses Traggerüst also 67 Stunden Zeit benötigt und zusätzliche 19 Stunden für anderes wie Vorlagen unterhalten und Investitionen.

PowerWMF ist sehr aufwändig, da es länger dauert, bis die Grafik in Word drin ist, als mit Snippingtools. Ja, das stimmt, das dauert pro Grafik etwa 5 Sekunden länger, da nicht direkt von der PDF in Word rein geschnitten wird, sondern von AutoCAD über eine WMF-Datei. Dieses Dokument hat 47 Grafiken aus AutoCAD und etwa 30 weitere Grafiken aus den Vorlagen. Dies sind damit

47·5= Sekunden zusätzlicher Zeitaufwand

30·5= 150 Sekunden zusätzlicher Zeitaufwand in vorherigen Projekten

Wie man sieht, fallen diese 4 Minuten beim Projekt gewaltig ins Gewicht.

Was allerdings übersehen wird, ist der indirekte Zeitbedarf. Von AutoCAD aus muss erstmal ein PDF generiert werden und das dauert wesentlich länger als PowerWMF, da hier der Adobereader geöffnet werden muss. Erzeugen und Öffnen dauert wesentlich länger als 5 Sekunden, zumal auch noch die Maus zum Schnappschussbutton bewegt werden muss. Was viele jedoch nicht wissen, sind die versteckten Nebenwirkungen, die mit einem exzessiven Snippingtoolgebrauch einher gehen. Snippingtools führen zu schlechter Performance. Mit jeder Grafik wird das Dokument träger. Speichern, Schließen, Öffnen, Scrollen, PDF erzeugen dauert wesentlich länger.

Die Ersparnis mit PowerWMF beträgt daher etwa

47·6+ 0,1·(47+30)2= Sekunden

Entscheidend ist vor allen der quadratische Einfluss schlechter Grafiken, der sich bei großen Dokumenten bemerkbar macht.

Das was für PowerWMF gilt, gilt auch für das Einfügen von Excel in Word. Auch hier ist das direkte Einfügen als Tabelle schneller als der Umweg über PDF Snippingtools. Die richtige Einfügemethode ist nachhaltig schneller, jedoch muss diese erst erlernt werden. Bei Ingenieuren ist jedoch sehr oft Greisentum und Senilität zu beobachten, sodass viele schon daran scheitern zu erlernen, wie man Seitenzahlen in Word erstellt. Da wird das schon immer so gemacht und nach allen nur erdenklichen Ausreden gesucht, um sich geistig nicht bewegen zu müssen. Ich habe viele Dokumente verschiedener Ingenieure gesehen, die schon Jahrzehnte im Beruf sind, aber nicht wissen, wie man Formelzeichen tief stellt und wie man in ein PDF druckt. Da wird ausgedruckt, Seitenzahlen mit dem Kuli reingeschrieben und wieder eingescannt.

Verwendet man die richtige Einfügemethode, dann wird vorallem die Zeit bei den Subunternehmern gespart, da diese mit den höherwertigen Dokumenten besser arbeiten können.

Einige fragen sich jedoch, warum dieses Dokument von mehreren Hundert Seiten nur 2 Wochen Arbeitszeit gebraucht haben. Andere Statiken dieser Größe benötigen Monate. Dies hat mehrere Gründe:

Denkstärke

Mein Gehirn leistet in den ersten beiden Stunden 150%, für 4 Stunden 100%, dann nur noch 50%. Durchschnittlich sind das dann 100%. In den Abendstunden kann ich nach Feierabend nicht an diesem Dokument arbeiten, weil mein Gehirn zu schwach ist. Daher geht bloß am Wochenende. Entweder eine Powersession mit 5 bis 6 Stunden oder ein Quicky von 1 bis 2 Stunden. Entscheidend ist hier, dass die schwachen 50% nicht in diesem Dokument enthalten sind. In den Stunden ist also 20% mehr Inhalt.

Wissen was zu tun ist

Wenn ich weiß, was zu tun ist, dann kann ich schnell abarbeiten. Fehlendes Wissen hingegen muss zeitaufwändig beschafft und angewendet werden. Der Unterschied liegt etwa im Faktor 15. Bei einem guten Projekt kenne ich den Lösungsweg zu 95% und bei schlechten können es sogar unter 50% sein. Bei einem 90% Projekt sind dies

1·90%+15·10%= 240%

Also 240% statt 100%.

Entropie

Der Einfluss der Entropie auf die Projektzeit wird oft nicht beachtet, weil viele noch nicht mal den Begriff kennen. Entropie bedeutet so viel wie Information oder Unordnung und hat die Einheit Bit. Je größer die Entropie, desto höher der Planungsaufwand. Vergütet wird nach Tonnage und Anzählbarem. So bestand die Planung des Geländers des Schiffshebewerkes Niederfinow aus 2 Teilen. Ein mehrere Hundert meterlanges parametrisches gerades Stück und 50m verwinkelte Treppen. Obwohl die 50m weniger wogen, brauchte ich dafür 4 mal so lange, wie für die 200m. Reale Projekte haben immer Teile mit einem sehr hohen Entropiegehalt. Die Entropie dieses Traggerüstes ist gering, da kaum Sonderlösungen erarbeitet werden mussten.

Die Entropie korreliert sehr stark mit dem Punkt „Wissen was zu tun ist“.

Sabotage

Die Arbeit des Vorgängerbüros hat einen frustrierenden Einfluss auf die Planungsgeschwindigkeit. Je schlechter die Qualität der Unterlagen, desto höher ist die Fehlerquote. Fehler beheben frisst viel Zeit. Computersabotage ist der häufigste Grund für Fehler, weil die Konzentration vom Inhalt auf die Erschließung des Inhaltes verlagert wird. Sabotage gibt es an verschiedenen Stellen.

Sabotage hat je nach Schweregrad einen Mehraufwand von bis zu 50%. Z.B. ist die Sabotage der Suchfunktion des Adobereaders nicht nur mit dem Mehraufwand für das Suchen verbunden, sondern auch noch versteckte Fehlerquellen. Bei der Verschiebung der Konzentration von dem Inhalt auf die Erschließung des Inhaltes, wird sich weniger mit dem Inhalt auseinander gesetzt. So kommt es oft vor, dass Informationen zwar vorhanden, aber nicht berücksichtigt wurden. Die Schuld wird oft dem Sabotierten und nicht dem Sabotör zu geschoben.

Hier geht es um die Performance von Dokumenten. Zum Inhalt des Dokumentes selbst, gibt es Ingenieurbüros mit parasitärem Arbeitsstil. Guter Inhalt wirft wenig Fragen auf, schlechter Inhalt viele und bei sehr schlechtem Inhalt werden die Fragen wieder weniger. Fragen aus zu arbeiten ist geistige Schwerstarbeit, wird aber gerne als Dummheit dargestellt. Schlechter Inhalt kann den Mehraufwand um ein vielfaches erhöhen. Da nicht alle Ingenieure Sabotöre oder Parasiten sind, mittelt sich der Faktor für Sabotage von 50% auf 10%.

* Der Klassiker ist die Sabotage der Suchfunktion des Adobereaders, weil Seitenzahlen per Hand rein gekrakelt werden
* SSF hatten ihre Firmenschrift als Solid-Schraffur, die von AutoCAD als 1000000 Dreiecke im PDF erstellt werden. Dies sabotierte die CPU derart, sodass man bei jedem Scrollen und Panen 2 Sekunden auf das SSF- Logo warten mussten. Dies führte zu schweren Fehlern sowie Uneinsicht bei SSF.
* Ein anderes Büro nutzte derart viele Wipeouts, sodass der Plan eine Minute zum Öffnen brauchte und bei einem zweiten Plan Adobe immer abstürzte. Drucken beanspruchte den Rechner übrigens 30 Minuten.
* Blöcke Sprengen als Diebstahlsicherung. Der Nachfolger kann sein CAD-Programm nicht mehr flüssig bedienen.
* versteckte Virusblöcke; Copyrighttracker; provozierte AutoCADabstürze und anderer Mist, der mein Computer unberechenbar macht

Ich hacke dir die Hand ab, weil du sie sonst zum Klauen meines Eigentums verwenden könntest. Warum sollte ich mir eine Stunde Mühe machen, nur damit du einen Tag Arbeit sparst? Sozial geht nur National!!!

Abstimmungsarbeit

Ein Projekt besteht nicht nur aus Rechnen und Zeichnen, sondern oft auch Zwischenmenschliches. Informationen beschaffen, Termine, Änderungen übernehmen... was sich durch viele Emails, Besprechungen und Telefonate bemerkbar macht. Außerdem ist bei Aufträgen immer die Zeit knapp, sodass zusätzliche Zeit geopfert werden muss, um halbe Zwischenergebnisse zu produzieren. Schnell Schnell führt später zu Fehlern. Telefonate brauchen nicht nur Zeit, sondern senken auch die Denkleistung.

Multiplizieren wir mal die Orginalzeit mit den Zeitverzögerern.

67·Denkstärke·Entropie·Sabotage·Abstimmung

67·1,2·2,4·1,1·1,5≈ 318,4 Stunden

Da sind aus der reinen Arbeit von 2 Wochen 2 Monate in der Realität geworden.

Für fertige CAD-Pläne sind noch zusätzliche 15 Stunden Arbeit nötig. Es gibt nicht nur Pläne für Grundrisse und Jochschnitte, dessen Anzahl sich auf 10 A0 Pläne belaufen sollte, sondern auch einen weiteren Plan für die Details. Es fehlt also der Plan mit der höchsten Entropie. Dieser Plan beinhaltet auch die Legende und auf allen anderen Plänen gibt es durchgehend Detailskreise und Multiführungslinien. Diese sind zurzeit nur spartanisch vorhanden. Bei den Schnitten müssen noch die Texte auseinander gezogen werden. Dies habe ich hier nicht gemacht, damit der Leser eine reine Sciptzeichnung sieht, in der alles der Rechner gemacht hat und nichts der Mensch. WeiRö hat hier etwa 5 Arbeitstage an Zeit eingespart, sodass der Zeitbedarf für CAD entsprechen schmal ausgefallen ist. Die Abandonware WeiRö war ein richtig spürbarer Zeitsparer gewesen.

# Revisionsverzeichnis

Diese Statik benutzt das moderne System zur Kennzeichnung von Änderungen.

Das **alte System** zum Nachvollziehen der Änderungen verwendet Ergänzungs- und Austauschseiten, bei dem die Seitenzahlen mit zusätzlichen Buchstaben und Nummerierung versehen werden. Dies führt zu komplizierten Seitenzahlen wie z.B. XII-126-B\_S14. Was früher auf dem Papier gut zu handhaben war, ist im Zeitalter der Digitalisierung umständlich und auch nicht mehr erwünscht. Das alte System hat zu viele Nachteile und sollte daher nicht mehr verwendet werden. Hier mal ein paar Beispiele:

* Hat ein Dokument 200 Seiten und man will zu Seite 100, dann zieht man den Scrollbalken in die Mitte. Im alten System ist man aber bei Seite 30 oder 170.
* Will man Seite 65 drucken, dann kommt Seite 34 aus dem Drucker, weil die Einschubseiten die fortlaufende Nummerierung unterbrechen.
* Die Seitennummerierung zu unterbrechen ist umständlich und dies beherrschen zu wenig Ingenieure
* komplizierten Seitenzahlen wie z.B. XII-126-B\_S14 sind intuitiv nicht fassbar, während Seite 725 leicht verständlich ist.
* zeitfressende Zettelwirtschaft mit der Verwaltung der vielen Änderungen in Dokumentfragmenten
* Seitenzahl sagt nur aus, wie oft geändert wurde, aber nicht was.

Das **moderne System** zum Nachvollziehen der Änderungen ist für das Arbeiten mit dem Computer geeignet. Hierzu werden die Seitenzahlen fortlaufend durchnummeriert. Ändert sich was, dann wird an den Seitenzahlen nichts geändert. Wird Inhalt eingefügt, dann ändern sich die Seitenzahlen des nachfolgenden Inhaltes. Eine Seitenzahl bleibt daher immer eine ganze Zahl.

**Die Änderungen werden nicht über die Seitenzahl verwaltet, sondern über eine Versionsnummer und ein Revisionsverzeichnis!**

Jede neue Ausgabe des Dokumentes erhöht die Versionsnummer und im Revisionsverzeichnis ist beschrieben, was geändert wurde. Dadurch weiß der Prüfingenieur genau, wo er erneut prüfen muss.

Dieses Dokument wird die Betaphase möglicherweise nie verlassen, sodass dieses Kapitel leer sein wird. Deshalb mal ein Beispiel für ein Revisionsverzeichnis.

Version ß.00 6.6.2010

Erstausgabe

Version ß0.01 10.6.2010

Erhöhung der Windlast; Neuberechnung der Trägerlage und der Joche

Version 1.00 20.6.2010

Freigabe durch den Prüfingenieur + Einarbeitung der Prüfbemerkungen

Version 1.01 12.8.2010

1.Nachtrag: Feld ⓐ-ⓓ wird in der Mitte durch Stütztürme unterstützt. 2 zusätzliche Jochachen ⓑ und ⓒ. Neuer Nachweis der Längsträger im Kapitel x sowie neue Berechnung der Joche ⓐ und ⓓ sowie zusätzliche Joche ⓑ und ⓒ im Kapitel y. Änderung der Stützenlasten, damit neuer Stützennachweis sowie neue Detailnachweise im Kapitel z. Aktualisierung der im Dokument verstreuten Übersichtsgrafiken und Übersichtstabellen.

Version 1.02 16.8.2010

Freigabe durch den Prüfingenieur + Einarbeitung der Prüfbemerkungen

# Berechnungsgrundlagen

## Normen und Richtlinien

DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung.

DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke 11-4 – Windlasten

DIN EN 1992 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten

DIN EN 1993 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten

DIN EN 1995 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten

DIN EN 1997 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik.

DIN EN 12811 Temporäre Konstruktionen für Bauwerke

DIN EN 12812 Traggerüste + Anpassungsrichtlinie für Traggerüste nach DIN EN 12812

DIN EN 10025 Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen

DIN EN 10027 Bezeichnungssystem für Stähle

DIN EN 18218 Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen

sowie weitere im einzelnen an der Stelle der Verwendung aufgeführte Normen und Richtlinien

## verwendete Software

Lastermittlung, Typenblätter und Detailnachweise (Abandonware 2015) in Microsoft Excel (Version 2007)

Durchlaufträger in Microsoft Excel mittels WMF-Balken (Version 1.021)

Zeichnungen in AutoCAD Advance Steel (Version 2020)

Traggerüste zeichnen in AutoCAD mit WeiRö (Abandonware 2015)

Dokumentation in Microsoft Word (Version 2007)

Formeln als EQ-Feld (Formelumwandler)

Grafik einfügen mit PowerWMFeinfügen (Version 3.0)

Die verwendete Berechungstechnologie hatte ich beim Ingenieurbüro ZRS (Ziegert Seiler Ingenieure) maßgebend weiter entwickelt (2010 bis 2015). Die anderen hatten jedoch keine Zeit (ein widerlicher Kraftausdruck, der in etwa das bedeutet: Verpiss dich, du kannst mich mal am Arsch lecken!) sich die Technologie mal an zu schauen und wurde auch weitestgehend nicht genutzt. Es war keine Zeit zum Zeitsparen. Mit meiner Kündigung wurden die Exceltabellen und vor allem WeiRö nicht mehr weiter entwickelt. Im Februar 2020 erklärte ich daher WeiRö zur Abandonware, um mein Werk urheberrechtlich in den Status des verwaisten Werkes zu überführen. In wie weit die Exceltabellen von Schüssler Plan stammen ist nicht bekannt, das Erstellungsdatum ist laut Datei 2000.

Schon 2009 verfügte ZRS über eine Dokumentationstechnologie, die seiner Zeit weit voraus war. Es gab nicht nur Worddokumente mit automatischer Seitennummerierung, sondern es wurde ohne zwischen zu scannen direkt in ein PDF gedruckt. Diese technologisch fortschrittlichen PDF Dokumente waren auf Text durchsuchbar und sparsam in Dateigröße und Stromverbrauch. Auch diese Technologie hatte ich um einfügbare Exceltabellen und PowerWMF erweitert. Auch hier gab es wenig Interesse an hochwertiger Dokumentationsqualität, sodass PowerWMF abgelehnt und Excel per Snippingtool rein geschmiert wurde. PowerWMF habe ich noch nicht zur Abandonware erklärt, weil ich darin immer noch eine Zukunft sehe, während die Einfügbarkeit der Exceltabellen eine orphaned Technology ist.

RöRo Traggerüste gibt es auch noch heute, aber Interesse an WeiRö gab es nicht.

Somit stellt dieses Dokument eine Demonstration dar, was technologisch mit Word und Excel möglich ist. Von zeiteffizienten Berechnungstabellen über hoher Performance hin zur Ästhetik und automatischen Zeichnen in AutoCAD.

Das Dokument selbst unterliegt der Creative Commons Lizenz cc-by-sa, während der Rechenweg Abandonware ist.

## Rechenvereinfachungen

Charakteristische Lasten werden ohne den Index k dargestellt.

**Querschnittsklasse**

Die verwendeten Träger des Traggerüstes werden zum Teil Elastisch-Plastisch nachgewiesen. Hierfür ist ein Querschnitt der Klasse 2 erforderlich. Für elastische Nachweise ist Klasse 3 ausreichend.

Alle Träger der HEB-Reihe und HEM-Reihe haben bis zu einer Festigkeit von S460 einen Querschnitt der Klasse 1 und erfüllen damit die notwendige Bedingung. Dies gilt für den Steg mit Biegebeanspruchung und den Flansch mit gleichmäßiger Druckbeanspruchung.

**Teilsicherheitsbeiwert für Eigengewicht**

Abweichend von DIN EN 12812 9.2.2.1 wird für den Lastfall Q1 auf der sicheren Seite liegend ein Teilsicherheitsbeiwert von 1,5 anstelle von 1,35 angesetzt. Dadurch sind alle Teilsicherheitsbeiwerte gleich und es gilt folgende Umrechnung zwischen charakteristischen Lasten und Designlasten:

Qd=Q · 1,5

Bemessungsklasse B2 nach DIN EN 12812: Es gilt

Rd=

**maßgebender Lastfall**

Der maßgebende Lastfall für Traggerüste (DIN EN 12812 Tabelle 1) ist Lastfall 3. Im Unterschied zu Lastfall 2 wird anstelle von Q4 (Betonanhäufung) und Arbeitswind der maximale Wind verwendet. Vereinfachend wird auf der sicheren Seite liegend immer mit Lastfall 3 gerechnet und bei der Bemessung der Längsträger wird die Betonanhäufung zusätzlich addiert.

Die Belastung durch die Lagerung von Baustoffen (Q2=1,5m² ) wird nicht angesetzt, da die Lagerung von Baustoffen und das Einbringen von flüssigem Beton am selben Ort sich ausschließen.

**Biegedrillknicknachweis der Längsträger**

Die Interaktionsfaktoren kyy, kyz, kzy und kzz werden nach dem Verfahren 2 im Anhang B der EN 1993-1-1 ermittelt. Nach Tabelle B.3 ist der Äquivalente Momentenbeiwert cm(αh=0 und ψ=0)=0,95.

Die Formeln in Tabelle B1 und B2 haben folgenden Formeltyp:

k= c·(1+ d ·Normalkraft) wobei c und d Parameter sind.

Im Regelfall haben die Längsträger keine Normalkraft und einen parabelförmigen Verlauf des Biegemomentes My und Mz. Die Formeln vereinfachen sich dahingehend, dass der Term in der Klammer komplett wegfällt. Damit ergeben sich folgende Interaktionsfaktoren:

kyy= cm= 0,95

kzz= cm= 0,95

kyz= 0,6·kzz= 0,57

kzy= 1

Der Biegedrillknicknachweis ist nach Gleichung 6.61 und 6.62 zu führen. Maßgebend ist Gleichung 6.62, da beide Interaktionsfaktoren größer sind.

Gleichung 6.62

**Nachweisformat des Jochquerträgers**

Bei der Bemessung mit der verwendeten Software WMF-Balken 1.021 wird die Belastung als „Eigengewicht“ eingegeben und erhält für den Nachweis Sd / Rd ≤ 1 nach DIN EN 12812 programmbedingt automatisch den Sicherheitsbeiwert γF = 1 und γM0=1 anstelle von γF = 1,5 und γM0=1. Die fehlenden Teilsicherheitsbeiwerte werden über das Teilsicherheitsbeiwerteobjekt nachgeholt und die Auslastungen damit multipliziert.

Der Multiplikator für Auslastungen der Bemessungsklasse B2 ist damit:

1,15·1,5·1=1,725

**Stegpressungsnachweise**

Die Stegpressungsnachweise werden nach DIN EN 1993-1-5 Kapitel 6 geführt und ein mögliches Stegbeulen berücksichtigt. Nach Bild 6.1 gibt es 3 Typen der Lagerung. Für Traggerüste sind alle 3 Typen möglich:

Typ a: Jochquerträger auf Stütze

Typ b: Jochquerträger mit Stütze unter einem Längsträger  
 Stütze auf Fußträger (ist ungünstiger als Jochquerträger auf Stütze)

Typ c: Längsträger auf Jochquerträger

b6.wmf

Für den Jochquerträger, der im Allgemeinen Schnittgrößen hat, ist nach DIN EN 1993-1-5 ein Interaktionsnachweis nach Gleichung 7.2 zu führen. Dieser Nachweis ist immer erfüllt, wenn die Auslastung der Stegpressung 60% nicht übersteigt.

## Material - Zulassungen – Werkstoffe

Längsträger HEB 240...600 S 235

HEB 600 Mi 1332

Nebenträger HEB 240 S 235

Jochquerträger HEB 360; 600 S 235; Mi 1332

II\_PB 220 S 355

Fußträger HEB 300 S 235

Stahlteile (Zentrierleisten, Flachstahl, [-Profile) S 235

Die höllische Variante des Mithrils hat gegenüber anderen eine höhere Festigkeit von 1332N/mm ² und ist für sämtliche Feuerbeanspruchungen ausgelegt. Der E-Modul beträgt 35000kN/cm² und die Dichte ist mit 3,4g/cm³ sehr leicht.

RöRo - Trägerklemme, lt. Zulassung (Z-8.1-502 u. 503)

Rüststütze P40, lt. Typenprüfung

Stützturmsystem S50, lt. Typenprüfung

Traggerüststütze RUX KN 400, lt. Typenprüfung

Dreigurtstütze S18, lt. Typenprüfung

Absenkkeil „Titan“, System Ischebeck, lt. Typenprüfung

Spanngliedern ∅ 15 mit Spanngabeln lt. Zulassung

Gerüstrohr Ø 48.3 x 4.05 mm, S 235

Thyssen - RöRo Gerüstkupplungen mit Prüfzeichen BB DIN EN 74

# Übersichten

**Übersichtsplan Grundriss:**













**Übersichtsplan Längsschnitt:**

Längsschnitt_Diesseits.wmfLängsschnitt_Hölle.wmfLängsschnitt_Purgatorium.wmf

# Belastung

## Vertikale Lasten

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q1 Eigengewichte:** („Ständige Einwirkungen“) | | |  |  |  |  |  |
| 1. Holzschalung (Belag + Schalungsquerträger) | | | |  |  |  |  |
|  | gSchalung = | 0,6 | kN/m² |  |  |  |  |
| 2. Längsträger |  |  |  |  |  |  |  |
| Trägerfeld | | HEB | gHEB | lst | Anzahl | Metall- | Träger- |
|  |  |  | [kN/m] | [m] | [-] | güte | lage |
| Ⓐ - Ⓑ |  | 600 | 0,92 | 19,69 | 23 | Mi 1332 | HT |
| Ⓑ - Ⓒ |  | 240 | 0,83 | 3,00 | 4 | S 235 | NP |
| Ⓒ - Ⓓ |  | 600 | 2,12 | 11,00 | 23 | S 235 | HT |
| Ⓓ - Ⓔ |  | 600 | 2,12 | 10,69 | 24 | S 235 | NT |
| Ⓔ - Ⓕ |  | 600 | 2,12 | 11,00 | 23 | S 235 | HT |
| Ⓕ - Ⓖ |  | 240 | 0,83 | 3,00 | 4 | S 235 | NP |
| Ⓖ - Ⓗ |  | 600 | 2,12 | 10,52 | 23 | S 235 | HT |
| Ⓗ - Ⓘ |  | 600 | 2,12 | 11,02 | 24 | S 235 | NT |
| ⓐ - ⓑ |  | 500 | 1,87 | 10,89 | 21 | S 235 | HT |
| ⓑ - ⓒ |  | 240 | 0,83 | 2,41 | 22 | S 235 | NP |
| ⓒ - ⓓ |  | 500 | 1,87 | 10,89 | 21 | S 235 | HT |
| ⓓ - ⓔ |  | 240 | 0,83 | 3,62 | 4 | S 235 | NP |
| ⓔ - ⓕ |  | 300 | 1,17 | 5,59 | 22 | S 235 | NT |
| ⓕ - ⓖ |  | 600 | 0,92 | 12,48-26,61 | 21 | Mi 1332 | HTfg |
| ⓖ - ⓗ |  | 240 | 0,83 | 3,00 | 4 | S 235 | NP |
| ⓗ - ⓘ |  | 400 | 1,55 | 9,02 | 21 | S 235 | HT |
| ⓘ - ⓙ |  | 240 | 0,83 | 3,00 | 22 | S 235 | NT |
| ⓙ - ⓚ |  | 400 | 1,55 | 8,62 | 21 | S 235 | HT |
| ⓚ - ⓛ |  | 240 | 0,83 | 3,00 | 4 | S 235 | NP |
| ⓛ - ⓜ |  | 600 | 0,92 | 14,62-27,06 | 21 | Mi 1332 | HTlm |
| ⓝ - ⓞ |  | 600 | 2,12 | 12,73 | 10 | S 235 | HT2 |
| ⓞ - ⓟ |  | 240 | 0,83 | 3,36 | 4 | S 235 | NP |
| ⓟ - ⓠ |  | 500 | 1,87 | 8,42 | 8 | S 235 | HT |
| ⓠ - ⓡ |  | 240 | 0,83 | 3,36 | 4 | S 235 | NP |
| ⓡ - ⓢ |  | 600 | 0,92 | 23,34 | 10 | Mi 1332 | HT2 |
| ⓢ - ⓣ |  | 240 | 0,83 | 3,36 | 4 | S 235 | NP |
| ⓣ - ⓤ |  | 360 | 1,42 | 5,63 | 8 | S 235 | HT |
| ⓤ - ⓥ |  | 240 | 0,83 | 3,36 | 9 | S 235 | NTS50 |
| ⓥ - ⓦ |  | 360 | 1,42 | 5,63 | 8 | S 235 | HT |
| ⓦ - ⓧ |  | 240 | 0,83 | 3,36 | 4 | S 235 | NP |
| ⓧ - ⓨ |  | 600 | 0,92 | 20,63 | 8 | Mi 1332 | HT |
| 3. Jochträger | HEB | 360 | 1,42 | kN/m | Stahl |  |  |
|  | HEB | 600 | 2,12 | kN/m | Stahl |  |  |
|  | II\_PB | 220 | 1,03 | kN/m | Stahl |  |  |
|  | HEB | 360 | 0,62 | kN/m | Mithril |  |  |
| 4. Stützen | je steigenden m Stiel | | 0,80 | kN/m |  |  |  |
| **Q2 Veränderliche andauernde Einwirkungen:** | | | | | | |  |
| - auf die gesamte Fläche: | |  |  |  |  |  |  |
|  | Arbeitsbetrieb |  | g= | 0,75 | kN/m² |  |  |
|  | Lagerflächen |  | g= | 0 | kN/m² |  |  |
| Die Lagerung von Baustoffen auf dem Überbau wird nicht angesetzt. | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Q4 Veränderliche kurzzeitige Einwirkungen:** | | | | | | |  |
| - auf maximal 3,0 x 3,0 = 9,0m²: („ erhöhte Nutzlast “) | | | |  |  |  |  |
|  | max. 10% des darüberliegenden Frischbetongewichtes | | | | |  |  |
|  | aber nicht mehr als | |  | 1,75 kN/m² | |  |  |
|  | bzw. nicht weniger als | |  | 0,75 kN/m² | |  |  |
|  | somit |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| - für die Platte | h= | 1,50 | m |  |  |  |  |
| Q4 = 0,1· 1,5m ·25kN/m³ = | | 3,75 | kN/m² | **> 1,75 kN/m²** | |  |  |
|  |  |  |  | > 0,75 kN/m² | |  |  |
| - für den Kragarmanschnitt | h= | 0,35 | m |  |  |  |  |
| Q4 = 0,1· 0,35m ·25kN/m³ = | | **0,88** | kN/m² | < 1,75 kN/m² | |  |  |
|  |  |  |  | > 0,75 kN/m² | |  |  |
| - für den Kragarm | h= | 0,25 | m |  |  |  |  |
| Q4 = 0,1· 0,25m ·25kN/m³ = | | 0,63 | kN/m² | < 1,75 kN/m² | |  |  |
|  |  |  |  | **< 0,75 kN/m²** | |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zusammenfassung der Betonlasten vom Diesseits** |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| γBeton= | 25 | kN/m³ |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣVBeton= | 735,2 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
| Schalung |  |  |
| gSchal= | 0,6 | kN/m² |
| Nutzlast |  |  |
| Q2= | 0,75 | kN/m² |
|  |  |  |
| ΣVSchalung+Nutzlast= | 43,2 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣV= | 778,3 | kN/m |
|  |  |  |
|  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zusammenfassung der Betonlasten zum Purgatorium** |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| γBeton= | 25 | kN/m³ |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣVBeton= | 250,1 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
| Schalung |  |  |
| gSchal= | 0,6 | kN/m² |
| Nutzlast |  |  |
| Q2= | 0,75 | kN/m² |
|  |  |  |
| ΣVSchalung+Nutzlast= | 17,1 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣV= | 267,1 | kN/m |
|  |  |  |
|  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zusammenfassung der Betonlasten zur Hölle** |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| γBeton= | 25 | kN/m³ |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣVBeton= | 492,6 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
| Schalung |  |  |
| gSchal= | 0,6 | kN/m² |
| Nutzlast |  |  |
| Q2= | 0,75 | kN/m² |
|  |  |  |
| ΣVSchalung+Nutzlast= | 30,1 | kN/m |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| ΣV= | 522,7 | kN/m |
|  |  |  |
|  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Horizontale Lasten

**ΣH = HNeig + HP/100 · HWind für Längsträger**

**ΣH = HP/100 + HWind für Joche**

**a) H-Last aus Querneigung:** (DIN EN 12812: Q3)

Die Querneigung des Überbaus beträgt: 0 bis 2,5 %

a1.wmfDurch die keilförmige Ausbildung der Zentrierleiste auf dem Jochquerträger steht der Trägersteg des Längsträgers genau senkrecht. Eine horizontale Beanspruchung des HEB-Längsträgers wird somit vermieden.

HNeig = 0

Längsträger

Keilzentrierleiste

Jochquerträger

var. %

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **b) aus p/100:** | | (DIN EN 12812: Q3) | |  |  |
|  |  | Trägerfeld | p=ΣV | | p/100 |
|  |  |  | [kN/m] | | [kN/m] |
| Diesseits |  | Ⓐ - Ⓑ | 803,0 |  | 8,03 |
|  |  | Ⓑ - Ⓒ | 803,4 |  | 8,03 |
|  |  | Ⓒ - Ⓓ | 830,7 |  | 8,31 |
|  |  | Ⓓ - Ⓔ | 834,3 |  | 8,34 |
|  |  | Ⓔ - Ⓕ | 830,7 |  | 8,31 |
|  |  | Ⓕ - Ⓖ | 803,4 |  | 8,03 |
|  |  | Ⓖ - Ⓗ | 830,7 |  | 8,31 |
|  |  | Ⓗ - Ⓘ | 834,3 |  | 8,34 |
| Hölle |  | ⓐ - ⓑ | 140,7 |  | 1,41 |
|  |  | ⓑ - ⓒ | 122,0 |  | 1,22 |
|  |  | ⓒ - ⓓ | 140,7 |  | 1,41 |
|  |  | ⓓ - ⓔ | 56,0 |  | 0,56 |
|  |  | ⓐ - ⓑ | 565,6 |  | 5,66 |
|  |  | ⓑ - ⓒ | 546,2 |  | 5,46 |
|  |  | ⓒ - ⓓ | 565,6 |  | 5,66 |
|  |  | ⓓ - ⓔ | 546,2 |  | 5,46 |
|  |  | ⓔ - ⓕ | 553,6 |  | 5,54 |
|  |  | ⓕ - ⓖ | 542,2 |  | 5,42 |
|  |  | ⓖ - ⓗ | 546,2 |  | 5,46 |
|  |  | ⓗ - ⓘ | 558,9 |  | 5,59 |
|  |  | ⓘ - ⓙ | 546,2 |  | 5,46 |
|  |  | ⓙ - ⓚ | 558,9 |  | 5,59 |
|  |  | ⓚ - ⓛ | 546,2 |  | 5,46 |
|  |  | ⓛ - ⓜ | 543,3 |  | 5,43 |
| Purgatorium |  | ⓝ - ⓞ | 291,9 |  | 2,92 |
|  |  | ⓞ - ⓟ | 279,6 |  | 2,80 |
|  |  | ⓟ - ⓠ | 285,7 |  | 2,86 |
|  |  | ⓠ - ⓡ | 279,6 |  | 2,80 |
|  |  | ⓡ - ⓢ | 279,9 |  | 2,80 |
|  |  | ⓢ - ⓣ | 279,6 |  | 2,80 |
|  |  | ⓣ - ⓤ | 282,1 |  | 2,82 |
|  |  | ⓤ - ⓥ | 279,6 |  | 2,80 |
|  |  | ⓥ - ⓦ | 282,1 |  | 2,82 |
|  |  | ⓦ - ⓧ | 279,6 |  | 2,80 |
|  |  | ⓧ - ⓨ | 278,1 |  | 2,78 |
| **c) Windlast** | | (DIN EN 12812: Q5) | | | |
| - Windbandhöhe für Brückenüberbau und Schalung | | | |  |  |
| Überbau | Geländer | Überbau | Querneigung/Kragarm | Schalung | **hges** |
|  | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] |
| Diesseits | 0,30 | 1,20 | 0,76 | 0,202 | 2,47 |
| Hölle | 0,30 | 1,20 | 0,52 | 0,202 | 2,23 |
| Purgatorium | 0,30 | 1,20 | 0,28 | 0,202 | 1,98 |
| - Windbandhöhe für die Längsträger = HEB-Profilhöhe | | | |  |  |
| - Die Windbelastung der Traggerüststützen ist vernachlässigbar | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| - Staudruck gemäß DIN 1055-4 (2005) | | |  |  |  |
|  | vereinfachter Böengeschwindigkeitsdruck (DIN 1055-4 10.2) | | | |  |
|  | Windzone | 4 Unterwelt | 10m < h ≤ 18m | qw = | 1,15 kN/m² |
| Abminderung für Bauzustände bis zu 12 Monaten (DIN 1055-4 7.2) | | | | 0,6·qw = | 0,69 kN/m² |
| Die Windbelastung wird im Folgenden in Tabellenform ermittelt. | | | |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | **c2) Überbau + Schalung** (DIN 1055-4:2005) | | | | |
| Feld | Windband- | Länge | Breite |  | Fläche | Streckung |
|  | höhe | Überbau | Überbau |  |  |  |
|  | b | l | d | d/b | ΔA | λ |
|  | 1 | 2 | 3 |  | 4=1·2 | 5 |
|  | [m] | [m] | [m] |  | [m²] | [-] |
| Diesseits | 2,47 | 92,00 | 30,58 | 12,40 | 226,92 | 52 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | ψλ | Bild 15: |  |  |  |  |
|  | φ=1,0 | cf0= | ψλ·cf0 | q | (ψλ·cf0)·q·ΔA=ΣW | ΔW=ΣW/Δλ |
|  | 6 | 7 | 8=7·6 | 9 | 10=4·8·9 | 11=10/2 |
|  | [-] | [-] | [-] | [kN/m²] | [kN] | [kN/m] |
| Diesseits | 0,88 | 0,90 | 0,79 | 0,69 | 123,93 | **1,35** |

DIN 1055 T4 Bild 26: DIN 1055 T4 Tab 16:

Völligkeitsgrad für vollwandige Baukörper: φ=1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| Ⓐ - Ⓑ | 23 | 0,60 | 19,69 | 1,33 | 0,50 | 63 | 0,90 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| Ⓑ - Ⓒ | 4 | 0,24 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 25 | 0,80 |
| Ⓒ - Ⓓ | 23 | 0,60 | 11,00 | 1,33 | 0,50 | 37 | 0,84 |  |
| Ⓓ - Ⓔ | 24 | 0,60 | 10,69 | 1,27 | 0,50 | 36 | 0,84 |  |
| Ⓔ - Ⓕ | 23 | 0,60 | 11,00 | 1,33 | 0,50 | 37 | 0,84 |  |
| Ⓕ - Ⓖ | 4 | 0,24 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 25 | 0,80 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| Ⓐ - Ⓑ | 2,0 | 1,80 | 2,22 | 0,02 | 12,11 | 15,03 | 0,76 |
| Ⓑ - Ⓒ | 2,0 | 1,60 | 8,33 | 0,52 | 1,48 | 1,63 | 0,54 |
| Ⓒ - Ⓓ | 2,0 | 1,68 | 2,22 | 0,02 | 6,76 | 7,85 | 0,71 |
| Ⓓ - Ⓔ | 2,0 | 1,68 | 2,12 | 0,01 | 6,50 | 7,51 | 0,70 |
| Ⓔ - Ⓕ | 2,0 | 1,68 | 2,22 | 0,02 | 6,76 | 7,85 | 0,71 |  |
| Ⓕ - Ⓖ | 2,0 | 1,60 | 8,33 | 0,52 | 1,48 | 1,63 | 0,54 |  |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |

DIN 1055 T4 Bild 25:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| Ⓖ - Ⓗ | 23 | 0,60 | 10,52 | 1,33 | 0,50 | 35 | 0,84 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| Ⓗ - Ⓘ | 24 | 0,60 | 11,02 | 1,27 | 0,50 | 37 | 0,84 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| Ⓖ - Ⓗ | 2,0 | 1,67 | 2,22 | 0,02 | 6,47 | 7,46 | 0,71 |
| Ⓗ - Ⓘ | 2,0 | 1,68 | 2,12 | 0,01 | 6,70 | 7,77 | 0,71 |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |

DIN 1055 T4 Bild 25:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | **c2) Überbau + Schalung** (DIN 1055-4:2005) | | | | |
| Feld | Windband- | Länge | Breite |  | Fläche | Streckung |
|  | höhe | Überbau | Überbau |  |  |  |
|  | b | l | d | d/b | ΔA | λ |
|  | 1 | 2 | 3 |  | 4=1·2 | 5 |
|  | [m] | [m] | [m] |  | [m²] | [-] |
| Hölle | 2,23 | 101,00 | 20,92 | 9,40 | 224,73 | 64 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | ψλ | Bild 15: |  |  |  |  |
|  | φ=1,0 | cf0= | ψλ·cf0 | q | (ψλ·cf0)·q·ΔA=ΣW | ΔW=ΣW/Δλ |
|  | 6 | 7 | 8=7·6 | 9 | 10=4·8·9 | 11=10/2 |
|  | [-] | [-] | [-] | [kN/m²] | [kN] | [kN/m] |
| Hölle | 0,90 | 0,91 | 0,82 | 0,69 | 126,94 | **1,26** |

DIN 1055 T4 Bild 26: DIN 1055 T4 Tab 16:

Völligkeitsgrad für vollwandige Baukörper: φ=1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| ⓐ - ⓑ | 21 | 0,50 | 10,89 | 0,54 | 0,60 | 44 | 0,86 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| ⓑ - ⓒ | 22 | 0,24 | 2,41 | 0,51 | 1,00 | 20 | 0,78 |
| ⓒ - ⓓ | 21 | 0,50 | 10,89 | 0,54 | 0,60 | 44 | 0,86 |  |
| ⓓ - ⓔ | 4 | 0,24 | 3,62 | 2,82 | 1,00 | 30 | 0,82 |  |
| ⓔ - ⓕ | 22 | 0,30 | 5,59 | 0,51 | 1,00 | 37 | 0,84 |  |
| ⓕ - ⓖ | 21 | 0,60 | 19,55 | 0,54 | 0,50 | 63 | 0,90 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| ⓐ - ⓑ | 2,0 | 1,72 | 1,07 | 0,00 | 5,45 | 6,46 | 0,59 |
| ⓑ - ⓒ | 2,0 | 1,55 | 2,13 | 0,01 | 0,59 | 0,63 | 0,26 |
| ⓒ - ⓓ | 2,0 | 1,72 | 1,07 | 0,00 | 5,45 | 6,46 | 0,59 |
| ⓓ - ⓔ | 2,0 | 1,64 | 11,73 | 0,67 | 2,23 | 2,52 | 0,70 |
| ⓔ - ⓕ | 2,0 | 1,69 | 1,71 | 0,00 | 1,68 | 1,95 | 0,35 |  |
| ⓕ - ⓖ | 2,0 | 1,80 | 0,89 | 0,00 | 11,73 | 14,56 | 0,74 |  |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DIN 1055 T4 Bild 25: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| ⓖ - ⓗ | 4 | 0,24 | 3,00 | 2,82 | 1,00 | 25 | 0,80 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| ⓗ - ⓘ | 21 | 0,40 | 9,02 | 0,54 | 0,75 | 45 | 0,86 |
| ⓘ - ⓙ | 22 | 0,24 | 3,00 | 0,51 | 1,00 | 25 | 0,80 |  |
| ⓙ - ⓚ | 21 | 0,40 | 8,62 | 0,54 | 0,75 | 43 | 0,86 |  |
| ⓚ - ⓛ | 4 | 0,24 | 3,00 | 2,82 | 1,00 | 25 | 0,80 |  |
| ⓛ - ⓜ | 21 | 0,60 | 20,84 | 0,54 | 0,50 | 66 | 0,90 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| ⓖ - ⓗ | 2,0 | 1,60 | 11,73 | 0,67 | 1,85 | 2,04 | 0,68 |
| ⓗ - ⓘ | 2,0 | 1,73 | 1,34 | 0,00 | 3,61 | 4,30 | 0,48 |
| ⓘ - ⓙ | 2,0 | 1,60 | 2,13 | 0,01 | 0,73 | 0,81 | 0,27 |
| ⓙ - ⓚ | 2,0 | 1,72 | 1,34 | 0,00 | 3,45 | 4,09 | 0,47 |
| ⓚ - ⓛ | 2,0 | 1,60 | 11,73 | 0,67 | 1,85 | 2,04 | 0,68 |  |
| ⓛ - ⓜ | 2,0 | 1,81 | 0,89 | 0,00 | 12,50 | 15,61 | 0,75 |  |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DIN 1055 T4 Bild 25: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | **c2) Überbau + Schalung** (DIN 1055-4:2005) | | | | |
| Feld | Windband- | Länge | Breite |  | Fläche | Streckung |
|  | höhe | Überbau | Überbau |  |  |  |
|  | b | l | d | d/b | ΔA | λ |
|  | 1 | 2 | 3 |  | 4=1·2 | 5 |
|  | [m] | [m] | [m] |  | [m²] | [-] |
| Purgatorium | 1,98 | 93,00 | 11,26 | 5,68 | 184,47 | 66 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | ψλ | Bild 15: |  |  |  |  |
|  | φ=1,0 | cf0= | ψλ·cf0 | q | (ψλ·cf0)·q·ΔA=ΣW | ΔW=ΣW/Δλ |
|  | 6 | 7 | 8=7·6 | 9 | 10=4·8·9 | 11=10/2 |
|  | [-] | [-] | [-] | [kN/m²] | [kN] | [kN/m] |
| Purgatorium | 0,90 | 0,98 | 0,89 | 0,69 | 112,99 | **1,21** |

DIN 1055 T4 Bild 26: DIN 1055 T4 Tab 16:

Völligkeitsgrad für vollwandige Baukörper: φ=1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| ⓝ - ⓞ | 10 | 0,60 | 12,73 | 1,13 | 0,50 | 42 | 0,86 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| ⓞ - ⓟ | 4 | 0,24 | 3,36 | 2,82 | 1,00 | 28 | 0,81 |
| ⓟ - ⓠ | 8 | 0,50 | 8,42 | 1,41 | 0,60 | 34 | 0,83 |  |
| ⓠ - ⓡ | 4 | 0,24 | 3,36 | 2,82 | 1,00 | 28 | 0,81 |  |
| ⓡ - ⓢ | 10 | 0,60 | 23,34 | 1,13 | 0,50 | 72 | 0,91 |  |
| ⓢ - ⓣ | 4 | 0,24 | 3,36 | 2,82 | 1,00 | 28 | 0,81 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| ⓝ - ⓞ | 2,0 | 1,71 | 1,88 | 0,00 | 7,64 | 9,03 | 0,71 |
| ⓞ - ⓟ | 2,0 | 1,62 | 11,73 | 0,67 | 2,07 | 2,32 | 0,69 |
| ⓟ - ⓠ | 2,0 | 1,66 | 2,82 | 0,07 | 4,61 | 5,29 | 0,63 |
| ⓠ - ⓡ | 2,0 | 1,62 | 11,73 | 0,67 | 2,07 | 2,32 | 0,69 |
| ⓡ - ⓢ | 2,0 | 1,83 | 1,88 | 0,00 | 14,00 | 17,68 | 0,76 |  |
| ⓢ - ⓣ | 2,0 | 1,62 | 11,73 | 0,67 | 2,07 | 2,32 | 0,69 |  |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DIN 1055 T4 Bild 25: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Windlastermittlung** | | |  | **c1) HEB-Längsträgerlage** | | | |  |
|  |  |  |  | (DIN 1055-4:2005) | | | | Dabei sind: |
| Träger- | Anzahl | Höhe | lst | x | d/h | Streckung | Faktor | h = Höhe des HEB-Trägers |
| Feld | n | h |  | i.M. |  | λ | ψ | lst = Länge des Trägers zwischen den Axen |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Anzahl = Alle Träger deren Abstand zum vorherigen Träger größer ist als das doppelte seiner Höhe |
|  | [-] | [m] | [m] | [m] | [-] | [-] | [-] |
| ⓣ - ⓤ | 8 | 0,36 | 5,63 | 1,41 | 0,83 | 31 | 0,82 | x i.M. = Mittelwert aller Träger, die zur Anzahl zählen und somit nicht im Windschatten liegen |
| ⓤ - ⓥ | 9 | 0,24 | 3,36 | 1,25 | 1,00 | 28 | 0,81 |
| ⓥ - ⓦ | 8 | 0,36 | 5,63 | 1,41 | 0,83 | 31 | 0,82 |  |
| ⓦ - ⓧ | 4 | 0,24 | 3,36 | 2,82 | 1,00 | 28 | 0,81 |  |
| ⓧ - ⓨ | 8 | 0,60 | 20,63 | 1,41 | 0,50 | 65 | 0,90 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Feld | Bild 17: |  |  |  | ΣA=[1+η+(n-2)·η²]·A1 | | | DIN 1055 T4 Tab 14: |
|  | cf,0 | cf | x/h | η |  | Σw=cf·q·ΣA | Δw=Σw/lst |  |
|  | 8 | 9=7·8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14=13/3 |
|  | [-] | [-] | [-] | [-] | [m²] | [kN] | [kN/m] |
| ⓣ - ⓤ | 2,0 | 1,65 | 3,91 | 0,19 | 2,84 | 3,23 | 0,57 |
| ⓤ - ⓥ | 2,0 | 1,62 | 5,21 | 0,32 | 1,63 | 1,82 | 0,54 |
| ⓥ - ⓦ | 2,0 | 1,65 | 3,91 | 0,19 | 2,84 | 3,23 | 0,57 |
| ⓦ - ⓧ | 2,0 | 1,62 | 11,73 | 0,67 | 2,07 | 2,32 | 0,69 |
| ⓧ - ⓨ | 2,0 | 1,81 | 2,35 | 0,03 | 12,80 | 15,96 | 0,77 |  |
| DIN 1055 T4 Bild 26: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DIN 1055 T4 Bild 25: | | |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

vom Diesseits

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **c3) Windlasten insgesamt** | | |  |  |  |  |  |  |
| Trägerfeld | HEB | Stück | Feldlänge | wÜberbau | wHEB | hWind | p/100 | qh/HEB |
|  |  | [-] | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| **Ⓐ - Ⓑ** | 600 | 23 | 19,69 | 1,35 | 0,76 | 2,11 | 8,03 | 0,44 |
| **Ⓑ - Ⓒ** | 240 | 4 | 3,00 | 1,35 | 0,54 | 1,89 | 8,03 | 2,48 |
| **Ⓒ - Ⓓ** | 600 | 23 | 11,00 | 1,35 | 0,71 | 2,06 | 8,31 | 0,45 |
| **Ⓓ - Ⓔ** | 600 | 24 | 10,69 | 1,35 | 0,70 | 2,05 | 8,34 | 0,43 |
| **Ⓔ - Ⓕ** | 600 | 23 | 11,00 | 1,35 | 0,71 | 2,06 | 8,31 | 0,45 |
| **Ⓕ - Ⓖ** | 240 | 4 | 3,00 | 1,35 | 0,54 | 1,89 | 8,03 | 2,48 |
| **Ⓖ - Ⓗ** | 600 | 23 | 10,52 | 1,35 | 0,71 | 2,06 | 8,31 | 0,45 |
| **Ⓗ - Ⓘ** | 600 | 24 | 11,02 | 1,35 | 0,71 | 2,05 | 8,34 | 0,43 |

**d)Zusammenfassung der Horizontallasten**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Feld | Axe | Überstand | LII | L┴ | Winkel | Lastabtrag | Anschluss | pII/100 | p┴/100 | WindII | Wind┴ | Hjoch II | Hjoch┴ |
|  |  | [m] | [m] | [m] | [°] | parallel | senkrecht | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] |
| Ⓐ - Ⓑ | Ⓐ | 0,50 | 10,345 | 10,345 | 90 | Titan | Titan | 83,1 | 83,1 | 21,8 | 10,9 | 104,9 | 94,0 |
|  | Ⓑ | 0,50 | 10,345 | 10,345 | 90 | S150 | Druck | 83,1 | 83,1 | 21,8 | 10,9 | 104,9 | 94,0 |
| Ⓑ - Ⓒ | Ⓑ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | S150 | Druck | 12,1 | 12,1 | 2,8 | 1,4 | 14,9 | 13,5 |
|  | Ⓒ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | S150 | Druck | 12,1 | 12,1 | 2,8 | 1,4 | 14,9 | 13,5 |
| Ⓒ - Ⓓ | Ⓒ | 0,50 | 6 | 16,845 | 90 | S150 | Druck | 49,8 | 139,9 | 12,4 | 17,4 | 62,2 | 157,3 |
|  | Ⓓ | 0,00 | 5,5 |  | 90 | S150 | S | 45,7 | 0,0 | 11,3 | 0,0 | 57,0 | 0,0 |
| Ⓓ - Ⓔ | Ⓓ | 0,00 | 5,345 |  | 90 | S150 | S | 44,6 | 0,0 | 11,0 | 0,0 | 55,6 | 0,0 |
|  | Ⓔ | 0,00 | 5,345 |  | 90 | S150 | S | 44,6 | 0,0 | 11,0 | 0,0 | 55,6 | 0,0 |
| Ⓔ - Ⓕ | Ⓔ | 0,00 | 5,5 |  | 90 | S150 | S | 45,7 | 0,0 | 11,3 | 0,0 | 57,0 | 0,0 |
|  | Ⓕ | 0,50 | 6 | 16,845 | 90 | Zugband | Druck | 49,8 | 139,9 | 12,4 | 17,4 | 62,2 | 157,3 |
| Ⓕ - Ⓖ | Ⓕ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | Zugband | Druck | 12,1 | 12,1 | 2,8 | 1,4 | 14,9 | 13,5 |
|  | Ⓖ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | S150 | Druck | 12,1 | 12,1 | 2,8 | 1,4 | 14,9 | 13,5 |
| Ⓖ - Ⓗ | Ⓖ | 0,50 | 5,76 | 11,02 | 90 | S150 | Druck | 47,8 | 91,5 | 11,8 | 11,3 | 59,7 | 102,9 |
|  | Ⓗ | 0,00 | 5,26 |  | 90 | S150 | S | 43,7 | 0,0 | 10,8 | 0,0 | 54,5 | 0,0 |
| Ⓗ - Ⓘ | Ⓗ | 0,00 | 5,51 |  | 90 | S150 | S | 46,0 | 0,0 | 11,3 | 0,0 | 57,3 | 0,0 |
|  | Ⓘ | 0,50 | 6,01 | 11,52 | 90 | Zugband | Druck | 50,1 | 96,1 | 12,3 | 11,8 | 62,5 | 107,9 |

druckfester Anschluss



zur Hölle

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **c3) Windlasten insgesamt** | | |  |  |  |  |  |  |
| Trägerfeld | HEB | Stück | Feldlänge | wÜberbau | wHEB | hWind | p/100 | qh/HEB |
|  |  | [-] | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| **ⓐ - ⓑ** | 500 | 21 | 10,89 | 1,26 | 0,59 | 1,85 | 5,66 | 0,36 |
| **ⓑ - ⓒ** | 240 | 22 | 2,41 | 1,26 | 0,26 | 1,52 | 5,46 | 0,32 |
| **ⓒ - ⓓ** | 500 | 21 | 10,89 | 1,26 | 0,59 | 1,85 | 5,66 | 0,36 |
| **ⓓ - ⓔ** | 240 | 4 | 3,62 | 1,26 | 0,70 | 1,95 | 5,46 | 1,85 |
| **ⓔ - ⓕ** | 300 | 22 | 5,59 | 1,26 | 0,35 | 1,61 | 5,54 | 0,32 |
| **ⓕ - ⓖ** | 600 | 21 | 19,55 | 1,26 | 0,74 | 2,00 | 5,42 | 0,35 |
| **ⓖ - ⓗ** | 240 | 4 | 3,00 | 1,26 | 0,68 | 1,94 | 5,46 | 1,85 |
| **ⓗ - ⓘ** | 400 | 21 | 9,02 | 1,26 | 0,48 | 1,73 | 5,59 | 0,35 |
| **ⓘ - ⓙ** | 240 | 22 | 3,00 | 1,26 | 0,27 | 1,53 | 5,46 | 0,32 |
| **ⓙ - ⓚ** | 400 | 21 | 8,62 | 1,26 | 0,47 | 1,73 | 5,59 | 0,35 |
| **ⓚ - ⓛ** | 240 | 4 | 3,00 | 1,26 | 0,68 | 1,94 | 5,46 | 1,85 |
| **ⓛ - ⓜ** | 600 | 21 | 20,84 | 1,26 | 0,75 | 2,01 | 5,43 | 0,35 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Feld | Axe | Überstand | LII | L┴ | Winkel | Lastabtrag | Anschluss | pII/100 | p┴/100 | WindII | Wind┴ | Hjoch II | Hjoch┴ |
|  |  | [m] | [m] | [m] | [°] | parallel | senkrecht | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] |
| ⓐ - ⓑ | ⓐ | 0,50 | 5,945 | 12,595 | 55,9 | RKV | Eurex | 33,6 | 71,2 | 9,1 | 18,2 | 42,7 | 89,4 |
|  | ⓑ | 0,00 | 5,445 |  | 55,9 | S50 | S | 30,8 | 0,0 | 8,3 | 0,0 | 39,1 | 0,0 |
| ⓑ - ⓒ | ⓑ | 0,00 | 1,205 |  | 55,9 | S50 | S | 6,6 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 8,1 | 0,0 |
|  | ⓒ | 0,00 | 1,205 |  | 55,9 | S50 | S | 6,6 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 8,1 | 0,0 |
| ⓒ - ⓓ | ⓒ | 0,00 | 5,445 |  | 55,9 | S50 | S | 30,8 | 0,0 | 8,3 | 0,0 | 39,1 | 0,0 |
|  | ⓓ | 0,50 | 5,945 | 12,595 | 55,9 | Pfeiler | Pfeiler | 33,6 | 71,2 | 9,1 | 18,2 | 42,7 | 89,4 |
| ⓓ - ⓔ | ⓓ | 0,00 | 1,81 | 1,81 | 55,9 | Pfeiler | Pfeiler | 9,9 | 9,9 | 2,9 | 2,8 | 12,8 | 12,6 |
|  | ⓔ | 0,00 | 1,81 | 1,81 | 55,9 | Pfeiler | Pfeiler | 9,9 | 9,9 | 2,9 | 2,8 | 12,8 | 12,6 |
| ⓔ - ⓕ | ⓔ | 0,50 | 3,295 | 6,09 | 55,9 | Pfeiler | Pfeiler | 18,2 | 33,7 | 4,4 | 7,6 | 22,6 | 41,3 |
|  | ⓕ | 0,00 | 2,795 |  | 55,9 | S150 | S | 15,5 | 0,0 | 3,7 | 0,0 | 19,2 | 0,0 |
| ⓕ - ⓖ | ⓕ | 0,00 | 9,775 |  | 55,9 | S150 | S | 53,0 | 0,0 | 16,2 | 0,0 | 69,2 | 0,0 |
|  | ⓖ | 0,50 | 10,275 | 20,05 | 90 | S150 | Druck | 55,7 | 108,7 | 20,6 | 20,1 | 76,3 | 128,8 |
| ⓖ - ⓗ | ⓖ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | S150 | Druck | 8,2 | 8,2 | 2,9 | 1,5 | 11,1 | 9,6 |
|  | ⓗ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | RKV | Druck | 8,2 | 8,2 | 2,9 | 1,5 | 11,1 | 9,6 |
| ⓗ - ⓘ | ⓗ | 0,50 | 5,01 | 11,02 | 90 | RKV | Druck | 28,0 | 61,6 | 8,7 | 9,6 | 36,7 | 71,1 |
|  | ⓘ | 0,00 | 4,51 |  | 90 | S50 | S | 25,2 | 0,0 | 7,8 | 0,0 | 33,0 | 0,0 |
| ⓘ - ⓙ | ⓘ | 0,00 | 1,5 |  | 90 | S50 | S | 8,2 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 10,5 | 0,0 |
|  | ⓙ | 0,00 | 1,5 |  | 90 | S50 | S | 8,2 | 0,0 | 2,3 | 0,0 | 10,5 | 0,0 |
| ⓙ - ⓚ | ⓙ | 0,00 | 4,31 |  | 90 | S50 | S | 24,1 | 0,0 | 7,5 | 0,0 | 31,5 | 0,0 |
|  | ⓚ | 0,50 | 4,81 | 10,62 | 90 | RKV | Druck | 26,9 | 59,4 | 8,3 | 9,2 | 35,2 | 68,5 |
| ⓚ - ⓛ | ⓚ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | RKV | Druck | 8,2 | 8,2 | 2,9 | 1,5 | 11,1 | 9,6 |
|  | ⓛ | 0,00 | 1,5 | 1,5 | 90 | S150 | Druck | 8,2 | 8,2 | 2,9 | 1,5 | 11,1 | 9,6 |
| ⓛ - ⓜ | ⓛ | 0,50 | 10,92 | 10,92 | 90 | S150 | Druck | 59,3 | 59,3 | 21,9 | 11,0 | 81,2 | 70,3 |
|  | ⓜ | 0,00 | 10,42 | 10,42 | 59,3 | Titan | Titan | 56,6 | 56,6 | 18,0 | 15,8 | 74,6 | 72,4 |

zug- und druckfester Anschluss



zum Purgatorium

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **c3) Windlasten insgesamt** | | |  |  |  |  |  |  |
| Trägerfeld | HEB | Stück | Feldlänge | wÜberbau | wHEB | hWind | p/100 | qh/HEB |
|  |  | [-] | [m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] | [kN/m] |
| **ⓝ - ⓞ** | 600 | 10 | 12,73 | 1,21 | 0,71 | 1,92 | 2,92 | 0,48 |
| **ⓞ - ⓟ** | 240 | 4 | 3,36 | 1,21 | 0,69 | 1,90 | 2,80 | 1,18 |
| **ⓟ - ⓠ** | 500 | 8 | 8,42 | 1,21 | 0,63 | 1,84 | 2,86 | 0,59 |
| **ⓠ - ⓡ** | 240 | 4 | 3,36 | 1,21 | 0,69 | 1,90 | 2,80 | 1,18 |
| **ⓡ - ⓢ** | 600 | 10 | 23,34 | 1,21 | 0,76 | 1,97 | 2,80 | 0,48 |
| **ⓢ - ⓣ** | 240 | 4 | 3,36 | 1,21 | 0,69 | 1,90 | 2,80 | 1,18 |
| **ⓣ - ⓤ** | 360 | 8 | 5,63 | 1,21 | 0,57 | 1,79 | 2,82 | 0,58 |
| **ⓤ - ⓥ** | 240 | 9 | 3,36 | 1,21 | 0,54 | 1,76 | 2,80 | 0,51 |
| **ⓥ - ⓦ** | 360 | 8 | 5,63 | 1,21 | 0,57 | 1,79 | 2,82 | 0,58 |
| **ⓦ - ⓧ** | 240 | 4 | 3,36 | 1,21 | 0,69 | 1,90 | 2,80 | 1,18 |
| **ⓧ - ⓨ** | 600 | 8 | 20,63 | 1,21 | 0,77 | 1,99 | 2,78 | 0,60 |

**d)Zusammenfassung der Horizontallasten**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Feld | Axe | Überstand | LII | L┴ | Winkel | Lastabtrag | Anschluss | pII/100 | p┴/100 | WindII | Wind┴ | Hjoch II | Hjoch┴ |
|  |  | [m] | [m] | [m] | [°] | parallel | senkrecht | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] |
| ⓝ - ⓞ | ⓝ | 0,50 | 6,865 | 6,865 | 63 | RKV | Druck | 20,0 | 20,0 | 14,8 | 10,8 | 34,9 | 30,8 |
|  | ⓞ | 0,50 | 6,865 | 6,865 | 63 | RKV | Druck | 20,0 | 20,0 | 14,8 | 10,8 | 34,9 | 30,8 |
| ⓞ - ⓟ | ⓞ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | RKV | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
|  | ⓟ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | RKV | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
| ⓟ - ⓠ | ⓟ | 0,50 | 4,71 | 4,71 | 63 | RKV | Druck | 13,5 | 13,5 | 9,7 | 7,1 | 23,2 | 20,5 |
|  | ⓠ | 0,50 | 4,71 | 4,71 | 63 | RKV | Druck | 13,5 | 13,5 | 9,7 | 7,1 | 23,2 | 20,5 |
| ⓠ - ⓡ | ⓠ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | RKV | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
|  | ⓡ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | Absp | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
| ⓡ - ⓢ | ⓡ | 0,50 | 12,17 | 12,17 | 63 | Absp | Druck | 34,1 | 34,1 | 26,9 | 19,6 | 61,0 | 53,7 |
|  | ⓢ | 0,50 | 12,17 | 12,17 | 63 | Absp | Druck | 34,1 | 34,1 | 26,9 | 19,6 | 61,0 | 53,7 |
| ⓢ - ⓣ | ⓢ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | Absp | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
|  | ⓣ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | RKV | DZ | 4,7 | 4,7 | 2,9 | 2,3 | 7,5 | 7,0 |
| ⓣ - ⓤ | ⓣ | 0,50 | 3,315 | 3,315 | 63 | RKV | DZ | 9,4 | 9,4 | 5,3 | 4,3 | 14,6 | 13,7 |
|  | ⓤ | 0,00 | 2,815 | 2,815 | 63 | S50 | S50 | 7,9 | 7,9 | 4,5 | 3,7 | 12,4 | 11,6 |
| ⓤ - ⓥ | ⓤ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | S50 | S50 | 4,7 | 4,7 | 2,6 | 2,1 | 7,3 | 6,8 |
|  | ⓥ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | S50 | S50 | 4,7 | 4,7 | 2,6 | 2,1 | 7,3 | 6,8 |
| ⓥ - ⓦ | ⓥ | 0,00 | 2,815 | 2,815 | 63 | S50 | S50 | 7,9 | 7,9 | 4,5 | 3,7 | 12,4 | 11,6 |
|  | ⓦ | 0,50 | 3,315 | 3,315 | 63 | RKV | DZ | 9,4 | 9,4 | 5,3 | 4,3 | 14,6 | 13,7 |
| ⓦ - ⓧ | ⓦ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | RKV | DZ | 4,7 | 4,7 | 2,9 | 2,3 | 7,5 | 7,0 |
|  | ⓧ | 0,00 | 1,68 | 1,68 | 63 | Absp | Druck | 4,7 | 4,7 | 3,6 | 2,6 | 8,3 | 7,3 |
| ⓧ - ⓨ | ⓧ | 0,50 | 10,815 | 10,815 | 63 | Absp | Druck | 30,1 | 30,1 | 24,1 | 17,5 | 54,2 | 47,6 |
|  | ⓨ | 0,50 | 10,815 | 10,815 | 63 | Titan | Titan | 30,1 | 30,1 | 19,2 | 15,6 | 49,2 | 45,7 |

Abkürzungen

Druck = druckfeste Holzauskeilung (schlechte Formel; max 61,9° Brückenschiefe, dafür sehr billig)

S = Nebenträgerlage mit kleinen Blechlein und Heftnähten an Hauptträgerlage verschweißt. Die Last wird durchgeleitet.

DZ = zug- und druckfester Anschluss mittels Holzauskeilung und Stahlwandriegel (gute Formel)

Die gute Formel, die zu weniger Lasten führt gilt auch bei Absenkkeilen und S50 Stütztürme, da diese in alle 4 Richtungen tragen können.

**Berücksichtigung der Horizontallast aus Frischbetonseitendruck**

Der an den Seitenschalungen auftretende Betonierdruck wird über die Schalungsquerträger in sich aufgenommen, eine horizontale Belastung des Traggerüstes tritt somit nicht auf.

Die Resultierende des Frischbetondruckes erzeugt aber eine Momentenbeanspruchung in Bezug auf den Schalungsboden. Dieses Moment wird in vereinfachter Annahme durch die beiden äußeren Längsträger aufgenommen.

Prinzipskizze:

l

R

h

R = ; M = ; V =

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| γFrischbeton= | 25 | kN/m³ |  |  |
| Jochaxe | h | R | l | V |
|  | [m] | [kN/m] | [m] | [kN/m] |
| HT Diesseits | 1,20 | 18,00 | 2,00 | ± 3,6 |
| NT Diesseits | 1,20 | 18,00 | 1,40 | ± 5,14 |
| HT Hölle | 1,20 | 18,00 | 2,00 | ± 3,6 |
| NT Hölle | 1,20 | 18,00 | 1,40 | ± 5,14 |
| HT Purgatorium | 1,20 | 18,00 | 2,00 | ± 3,6 |
| NT Purgatorium | 1,20 | 18,00 | 1,40 | ± 5,14 |

Die entlastende Wirkung des Betonierdruckes wird nur zu 50% berücksichtigt, die Linienlasten für die Längsträger liegen somit auf der sicheren Seite.

# Schnittgrößen - Nachweise - Verformungen

## Ermittlung der Linienlasten auf die Längsträger

Bei der Ermittlung der Längsträgerbelastung wird die elastische Stützung durch die Längsträger und die Steifigkeit der Schalungsquerträger berücksichtigt.

Um die große Steifigkeit der Schalung in den Kragarmen zu berücksichtigen, wird ein Ersatzquerschnitt eigegeben. Als Beispiel werden die A und I in ein gleichwertiges Rechteck umgerechnet. Da das Rechteck optisch unpassend aussieht, wird ein Querschnitt (Fachwerk) mit gleichwertigen Steifigkeiten und gleichwertigem Aussehen eingegeben.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Annahme: alle a= | | 40 cm liegt | ein Kantholz | 10 cm | / | 16 cm |
|  | bezogen auf 1m Brückenlänge ergeben sich folgende Querschnittswerte: | | | | |  |
|  |  |  |  | A1 = A/a = | 400 | cm²/m |
|  | |  | | --- | |  | |  |  | I1 = I/a = | 8533 | cm4/m |
|  |  | Querschnittsannahme der Schalung im Kragarmbereich: | | | | |
|  |  | 2 x Querträgerlage + Diagonalenanteil | | | | |
|  |  | Abstand z der Querträgerlage zum Schwerpunkt= | | | | 35 cm |
|  |  |  | A2 ≈ 2,5·A1 = | | 1000 | cm²/m |
|  |  |  | I2 = 2·I1+2·A1·z² = | | 997066,667 | cm4/m |
|  |  | Ersatz- | h= (I·12/A)^0,5= | | 109,383728 |  |
|  |  | querschnitt | b=A/h |  | 9,14212759 |  |

**Federkonstante für HEB-Längsträger**



Der Mittelwert der Verformungen aller Punkte des Trägers entspricht der Verformung bei x=0,2186·l, d.h. ω=0,2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **lst** | **Längs-** | **Iy** | **E-Modul** | **C** |
|  | [m] | **träger** | [cm4] | [kN/cm²] | [kN/m] |
| **Ⓐ - Ⓑ** | 19,69 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 478 |
| **Ⓑ - Ⓒ** | 3,00 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 35031 |
| **Ⓒ - Ⓓ** | 11,00 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 2943 |
| **Ⓓ - Ⓔ** | 10,69 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 3300 |
| **Ⓔ - Ⓕ** | 11,00 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 2943 |
| **Ⓕ - Ⓖ** | 3,00 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 35031 |
| **Ⓖ - Ⓗ** | 10,52 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 3518 |
| **Ⓗ - Ⓘ** | 11,02 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 2922 |
| **ⓐ - ⓑ** | 10,89 | HEB 500 | 107200 | 21000 | 1921 |
| **ⓑ - ⓒ** | 2,41 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 84114 |
| **ⓒ - ⓓ** | 10,89 | HEB 500 | 107200 | 21000 | 1921 |
| **ⓓ - ⓔ** | 3,62 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 16524 |
| **ⓐ - ⓑ** | 10,89 | HEB 500 | 107200 | 21000 | 1921 |
| **ⓑ - ⓒ** | 2,41 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 84114 |
| **ⓒ - ⓓ** | 10,89 | HEB 500 | 107200 | 21000 | 1921 |
| **ⓓ - ⓔ** | 3,62 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 16524 |
| **ⓔ - ⓕ** | 5,59 | HEB 300 | 25170 | 21000 | 6496 |
| **ⓕ - ⓖ** | 12,48-26,61 | HEB 600 | 171000 | 35000 | #WERT! |
| **ⓖ - ⓗ** | 3,00 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 35031 |
| **ⓗ - ⓘ** | 9,02 | HEB 400 | 57680 | 21000 | 2196 |
| **ⓘ - ⓙ** | 3,00 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 35031 |
| **ⓙ - ⓚ** | 8,62 | HEB 400 | 57680 | 21000 | 2633 |
| **ⓚ - ⓛ** | 3,00 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 35031 |
| **ⓛ - ⓜ** | 14,62-27,06 | HEB 600 | 171000 | 35000 | #WERT! |
| **ⓝ - ⓞ** | 12,73 | HEB 600 | 171000 | 21000 | 1641 |
| **ⓞ - ⓟ** | 3,36 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 22263 |
| **ⓟ - ⓠ** | 8,42 | HEB 500 | 107200 | 21000 | 5375 |
| **ⓠ - ⓡ** | 3,36 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 22263 |
| **ⓡ - ⓢ** | 23,34 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 242 |
| **ⓢ - ⓣ** | 3,36 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 22263 |
| **ⓣ - ⓤ** | 5,63 | HEB 360 | 43190 | 21000 | 10833 |
| **ⓤ - ⓥ** | 3,36 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 22263 |
| **ⓥ - ⓦ** | 5,63 | HEB 360 | 43190 | 21000 | 10833 |
| **ⓦ - ⓧ** | 3,36 | HEB 240 | 11260 | 21000 | 22263 |
| **ⓧ - ⓨ** | 20,63 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 397 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ⓕ - ⓖ | 26,61 | 12,48 |  |  |  |
| **0,7** | 26,61 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 143 |
| **2,7** | 25,26 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 176 |
| **3,6** | 24,65 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 194 |
| **4,5** | 24,04 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 215 |
| **5,4** | 23,44 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 238 |
| **6,3** | 22,83 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 264 |
| **7,2** | 22,22 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 295 |
| **8,1** | 21,61 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 206 |
| **9** | 21,00 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 231 |
| **10** | 20,33 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 264 |
| **11,16** | 19,55 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 309 |
| **12,32** | 18,76 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 146 |
| **13,32** | 18,09 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 170 |
| **14,22** | 17,48 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 194 |
| **15,12** | 16,87 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 224 |
| **16,02** | 16,26 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 259 |
| **16,92** | 15,65 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 302 |
| **17,82** | 15,05 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 354 |
| **18,72** | 14,44 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 417 |
| **19,62** | 13,83 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 496 |
| **21,62** | 12,48 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 748 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ⓛ - ⓜ | 14,62 | 27,06 |  |  |  |
| **0,7** | 14,62 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 397 |
| **2,7** | 15,81 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 290 |
| **3,6** | 16,34 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 254 |
| **4,5** | 16,88 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 223 |
| **5,4** | 17,41 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 197 |
| **6,3** | 17,95 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 175 |
| **7,2** | 18,49 | HEB 360 | 43190 | 35000 | 155 |
| **8,1** | 19,02 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 344 |
| **9** | 19,56 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 308 |
| **10** | 20,15 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 273 |
| **11,16** | 20,84 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 239 |
| **12,32** | 21,53 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 210 |
| **13,32** | 22,12 | HEB 500 | 107200 | 35000 | 188 |
| **14,22** | 22,66 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 272 |
| **15,12** | 23,19 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 248 |
| **16,02** | 23,73 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 226 |
| **16,92** | 24,27 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 207 |
| **17,82** | 24,80 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 190 |
| **18,72** | 25,34 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 174 |
| **19,62** | 25,87 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 160 |
| **21,62** | 27,06 | HEB 600 | 171000 | 35000 | 134 |

## Lastverteilung auf die Längsträger

Trägerlagen werden unterteilt in Haupt-, Neben- und Pfeilerträgerlagen. Die Hauptträgerlage HT hat größere Profile, die besser ausgenutzt werden. Die Nebenträgerlage NT muss zwischen die Hauptträgerlage passen. Oft hat sie einen Träger mehr. Die Pfeilerträgerlage NP nimmt nur die beiden äußeren Träger der Nebenträgerlage, die an die Pfeiler vorbeigehen.

### Hauptträgerlage HT vom Diesseits

WMF-Balken Version 1.02 Datei HT\_Diesseits\_Halb



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 15,99 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| vom Diesseits | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| vom Diesseits | 31 | 31 | 12,66 | 15,99 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| HEB600 | 1000 | frei | 0,7 |
| HEB600 | 1000 | frei | 2,7 |
| HEB600 | 1000 | frei | 3,91 |
| HEB600 | 1000 | frei | 5,12 |
| HEB600 | 1000 | frei | 6,33 |
| HEB600 | 1000 | frei | 7,54 |
| HEB600 | 1000 | frei | 8,75 |
| HEB600 | 1000 | frei | 9,96 |
| HEB600 | 1000 | frei | 12,36 |
| HEB600 | 1000 | frei | 13,57 |
| HEB600 | 1000 | frei | 14,78 |
| HEB600 | 500 | fest | 15,99 |

Einzellasten von 3,6 kN bei x=0,7 m und -1,8 kN bei x=2,7 m  
  
Querschnitte   


|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Querschnitt** | **25x16** | **DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10}** | **DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10}** |
| Höhe | 16 | 86 | 86 |
| Breite | 25 | 25 | 25 |
| Iy | 8533 | 997900 | 997900 |
| Wy | 1067 | 23206 | 23206 |
| Av | 266,6 | 565 | 565 |
| MRd | 17,72 | 386 | 386 |
| VRd | 37 | 78 | 78 |
| g | 0,168 | 0,378 | 0,378 |
| A | 400 | 900 | 900 |
| S | 8 | 43 | 43 |
| I/A | 21,3 | 1109 | 1109 |

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,7 | 13,16 |
| 2,7 | 28,4 |
| 3,91 | 36 |
| 5,12 | 38 |
| 6,33 | 39 |
| 7,54 | 37 |
| 8,75 | 36 |
| 9,96 | 35 |
| 12,36 | 36 |
| 13,57 | 36 |
| 14,78 | 37 |
| 15,99 | 18,97 ; 3,34 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Nebenträgerlage NT vom Diesseits

WMF-Balken Version 1.02 Datei NT\_Diesseits\_Halb



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 15,99 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| vom Diesseits | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| vom Diesseits | 31 | 31 | 12,66 | 15,99 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| HEB600 | 2000 | frei | 1 |
| HEB600 | 2000 | frei | 2,4 |
| HEB600 | 2000 | frei | 3,61 |
| HEB600 | 2000 | frei | 4,82 |
| HEB600 | 2000 | frei | 6,03 |
| HEB600 | 2000 | frei | 7,24 |
| HEB600 | 2000 | frei | 8,45 |
| HEB600 | 2000 | frei | 9,66 |
| HEB600 | 2000 | frei | 12,06 |
| HEB600 | 2000 | frei | 13,27 |
| HEB600 | 2000 | frei | 14,48 |
| HEB600 | 2000 | frei | 15,69 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Einzellasten von 5,14 kN bei x=1 m und -2,57 kN bei x=2,4 m

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1 | 12,42 |
| 2,4 | 23,7 |
| 3,61 | 33 |
| 4,82 | 38 |
| 6,03 | 39 |
| 7,24 | 38 |
| 8,45 | 37 |
| 9,66 | 37 |
| 12,06 | 34 |
| 13,27 | 34 |
| 14,48 | 34 |
| 15,69 | 31 |
| 15,99 | 0 ; 3,22 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Hauptträgerlage HT Hölle

WMF-Balken Version 1.02 Datei HT\_Hölle



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 22,32 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;11} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;14} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 19,32 | 22,32 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 3,6 | 0,7 |
| -1,8 | 2,7 |
| -1,8 | 19,62 |
| 3,6 | 21,62 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Hölle | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| Hölle | 31 | 31 | 12,66 | 19,32 |
|  | 31 | 13,85 | 19,32 | 19,62 |
|  | 13,85 | 7,6 | 19,62 | 21,62 |
|  | 1,35 | 1,35 | 21,62 | 22,32 |

Der Balken ist an den Stellen x=0,7 m; 2,7 m; 3,6 m; 4,5 m; 5,4 m; 6,3 m; 7,2 m; 8,1 m; 9 m; 10 m; 11,16 m; 12,32 m; 13,32 m; 14,22 m; 15,12 m; 16,02 m; 16,92 m; 17,82 m; 18,72 m; 19,62 m und 21,6 m federnd mit 1921 kN/m gelagert.  
  
**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,7 | 13,53 |
| 2,7 | 23,1 |
| 3,6 | 26,7 |
| 4,5 | 28,3 |
| 5,4 | 28,6 |
| 6,3 | 28,6 |
| 7,2 | 28,2 |
| 8,1 | 26,9 |
| 9 | 24,4 |
| 10 | 23,1 |
| 11,16 | 23 |
| 12,32 | 23,1 |
| 13,32 | 24,4 |
| 14,22 | 26,9 |
| 15,12 | 28,2 |
| 16,02 | 28,6 |
| 16,92 | 28,6 |
| 17,82 | 28,3 |
| 18,72 | 26,7 |
| 19,62 | 23,1 |
| 21,6 | 13,53 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Hauptträgerlage HTfg Hölle ⓕ - ⓖ

WMF-Balken Version 1.02 Datei HTfg\_Hölle



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 22,32 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;11} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;14} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 19,32 | 22,32 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 3,6 | 0,7 |
| -1,8 | 2,7 |
| -1,8 | 19,62 |
| 3,6 | 21,62 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Hölle | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| Hölle | 31 | 31 | 12,66 | 19,32 |
|  | 31 | 13,85 | 19,32 | 19,62 |
|  | 13,85 | 7,6 | 19,62 | 21,62 |
|  | 1,35 | 1,35 | 21,62 | 22,32 |

Lager

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| HEB600 | 143,240524499085 | 0,7 |
| HEB600 | 176,429494450142 | 2,7 |
| HEB600 | 194,486494255873 | 3,6 |
| HEB600 | 214,913842167944 | 4,5 |
| HEB600 | 238,094923589576 | 5,4 |
| HEB600 | 264,487458485366 | 6,3 |
| HEB600 | 294,640438881549 | 7,2 |
| HEB500 | 206,385411040564 | 8,1 |
| HEB500 | 231,335289677308 | 9 |
| HEB500 | 263,646992221782 | 10 |
| HEB500 | 308,532825705469 | 11,16 |
| HEB360 | 146,407112420543 | 12,32 |
| HEB360 | 169,533525441673 | 13,32 |
| HEB360 | 194,378090030621 | 14,22 |
| HEB360 | 223,945142165413 | 15,12 |
| HEB360 | 259,354004443572 | 16,02 |
| HEB360 | 302,04611259125 | 16,92 |
| HEB360 | 353,895445559318 | 17,82 |
| HEB360 | 417,363431614026 | 18,72 |
| HEB360 | 495,719154684973 | 19,62 |
| HEB360 | 747,780529728058 | 21,6 |

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,7 | 15,52 |
| 2,7 | 21,7 |
| 3,6 | 24,8 |
| 4,5 | 27,1 |
| 5,4 | 28,6 |
| 6,3 | 29,8 |
| 7,2 | 31 |
| 8,1 | 21,1 |
| 9 | 23 |
| 10 | 27,2 |
| 11,16 | 34 |
| 12,32 | 17,43 |
| 13,32 | 21,3 |
| 14,22 | 24,8 |
| 15,12 | 27,3 |
| 16,02 | 28,8 |
| 16,92 | 29,1 |
| 17,82 | 28,6 |
| 18,72 | 27,1 |
| 19,62 | 24,7 |
| 21,6 | 12,51 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Hauptträgerlage HTlm Hölle ⓛ - ⓜ

WMF-Balken Version 1.02 Datei HTlm\_Hölle



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 22,32 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;11} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;14} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 19,32 | 22,32 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 3,6 | 0,7 |
| -1,8 | 2,7 |
| -1,8 | 19,62 |
| 3,6 | 21,62 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Hölle | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| Hölle | 31 | 31 | 12,66 | 19,32 |
|  | 31 | 13,85 | 19,32 | 19,62 |
|  | 13,85 | 7,6 | 19,62 | 21,62 |
|  | 1,35 | 1,35 | 21,62 | 22,32 |

Lager

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| HEB360 | 397,047991966159 | 0,7 |
| HEB360 | 290,390731494318 | 2,7 |
| HEB360 | 254,184275259053 | 3,6 |
| HEB360 | 223,448860960411 | 4,5 |
| HEB360 | 197,221742419933 | 5,4 |
| HEB360 | 174,7321546648 | 6,3 |
| HEB360 | 155,358781910378 | 7,2 |
| HEB500 | 344,006856443205 | 8,1 |
| HEB500 | 307,866679305559 | 9 |
| HEB500 | 273,102541260085 | 10 |
| HEB500 | 238,700438733582 | 11,16 |
| HEB500 | 209,548678776358 | 12,32 |
| HEB500 | 187,912316493571 | 13,32 |
| HEB600 | 272,417557967182 | 14,22 |
| HEB600 | 248,132087727658 | 15,12 |
| HEB600 | 226,493554592908 | 16,02 |
| HEB600 | 207,163186637005 | 16,92 |
| HEB600 | 189,851734624877 | 17,82 |
| HEB600 | 174,311368530948 | 18,72 |
| HEB600 | 160,329035745861 | 19,62 |
| HEB600 | 133,94738261592 | 21,6 |

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,7 | 13,87 |
| 2,7 | 25 |
| 3,6 | 27,5 |
| 4,5 | 28,1 |
| 5,4 | 26,7 |
| 6,3 | 23,6 |
| 7,2 | 19,16 |
| 8,1 | 36 |
| 9 | 28,8 |
| 10 | 25,4 |
| 11,16 | 23,3 |
| 12,32 | 21,3 |
| 13,32 | 20 |
| 14,22 | 31 |
| 15,12 | 29,6 |
| 16,02 | 29 |
| 16,92 | 28,4 |
| 17,82 | 27,1 |
| 18,72 | 24,9 |
| 19,62 | 21,8 |
| 21,6 | 15,67 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Nebenträgerlage NT Hölle

WMF-Balken Version 1.02 Datei NT\_Hölle



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 22,32 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;11} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;14} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 19,32 | 22,32 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 5,14 | 1 |
| -2,57 | 2,4 |
| -2,57 | 19,92 |
| 5,14 | 21,32 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Hölle | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 13,85 | 9,96 | 12,36 |
|  | 13,85 | 31 | 12,36 | 12,66 |
| Hölle | 31 | 31 | 12,66 | 19,32 |
|  | 31 | 13,85 | 19,32 | 19,62 |
|  | 13,85 | 7,6 | 19,62 | 21,62 |
|  | 1,35 | 1,35 | 21,62 | 22,32 |

Der Balken ist an den Stellen x=1 m; 2,4 m; 3,3 m; 4,2 m; 5,1 m; 6 m; 6,9 m; 7,8 m; 8,7 m; 9,7 m; 10,86 m; 11,46 m; 12,62 m; 13,62 m; 14,52 m; 15,42 m; 16,32 m; 17,22 m; 18,12 m; 19,02 m; 19,92 m und 21,3 m federnd mit 84000 kN/m gelagert.

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1 | 13,67 |
| 2,4 | 17,62 |
| 3,3 | 23,3 |
| 4,2 | 28,9 |
| 5,1 | 28,1 |
| 6 | 28,2 |
| 6,9 | 28,2 |
| 7,8 | 28,1 |
| 8,7 | 28,9 |
| 9,7 | 22,6 |
| 10,86 | 16,21 |
| 11,46 | 16,21 |
| 12,62 | 22,6 |
| 13,62 | 28,9 |
| 14,52 | 28,1 |
| 15,42 | 28,2 |
| 16,32 | 28,2 |
| 17,22 | 28,1 |
| 18,12 | 28,9 |
| 19,02 | 23,3 |
| 19,92 | 17,62 |
| 21,3 | 13,67 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Hauptträgerlage HT Purgatorium

WMF-Balken Version 1.02 Datei HT\_Purgatorium



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 12,66 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 3,6 | 0,7 |
| -1,8 | 2,7 |
| -1,8 | 9,96 |
| 3,6 | 11,96 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Purgatorium | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 7,6 | 9,96 | 11,96 |
|  | 1,35 | 1,35 | 11,96 | 12,66 |

Der Balken ist an den Stellen x=0,7 m; 2,7 m; 4,2 m; 5,7 m; 6,96 m; 8,46 m; 9,96 m und 11,96 m federnd mit 10833 kN/m gelagert.

**Auflagerkräfte**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| x [m] | Feder= 397 | Feder= 5375 | Feder= 10833 |
| 0,7 | 13,8835447 | 10,9720131 | 10,5779387 |
| 2,7 | 32,4193141 | 35,5739514 | 36,2763543 |
| 4,2 | 43,0526918 | 45,332791 | 45,3254034 |
| 5,7 | 46,0149494 | 43,4917445 | 43,1908036 |
| 6,96 | 46,0149494 | 43,4917445 | 43,1908036 |
| 8,46 | 43,0526918 | 45,332791 | 45,3254034 |
| 9,96 | 32,4193141 | 35,5739514 | 36,2763543 |
| 11,96 | 13,8835447 | 10,9720131 | 10,5779387 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Hauptträgerlage2 HT2 Purgatorium

WMF-Balken Version 1.02 Datei HT2\_Purgatorium



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 12,66 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 3,6 | 0,7 |
| -1,8 | 2,7 |
| -1,8 | 9,96 |
| 3,6 | 11,96 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Purgatorium | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 7,6 | 9,96 | 11,96 |
|  | 1,35 | 1,35 | 11,96 | 12,66 |

Der Balken ist an den Stellen x=0,7 m; 2,7 m; 3,75 m; 4,8 m; 5,85 m; 6,81 m; 7,86 m; 8,91 m; 9,96 m und 11,96 m federnd mit 242 kN/m gelagert.

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,7 | 14,87 |
| 2,7 | 25 |
| 3,75 | 29,7 |
| 4,8 | 32 |
| 5,85 | 33 |
| 6,81 | 33 |
| 7,86 | 32 |
| 8,91 | 29,7 |
| 9,96 | 25 |
| 11,96 | 14,87 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



### Nebenträgerlage NT Purgatorium

WMF-Balken Version 1.02 Datei NT\_Purgatorium



**Eingabewerte**   
Balken

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Profil** | **Material** | **Iy [cm4]** | **Start [m]** | **Ende [m]** | **MRd [kNm]** | **VRd [kN]** |
| 25x16 | C24 | 8533 | 0 | 12,66 | 17,72 | 37 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 0 | 3 | 386 | 78 |
| DF{(25x16)(10x10)(25x16)(Schalung)86;3;10} | C24 | 997900 | 9,66 | 12,66 | 386 | 78 |

Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 4,93 | 0,97 |
| -2,47 | 2,43 |
| -2,47 | 10,23 |
| 4,93 | 11,69 |

Streckenlasten

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **qlinks [kN/m]** | **qrechts [kN/m]** | **Beginn [m]** | **Ende [m]** |
|  | 1,35 | 1,35 | 0 | 0,7 |
|  | 7,6 | 13,85 | 0,7 | 2,7 |
|  | 13,85 | 31 | 2,7 | 3 |
| Purgatorium | 31 | 31 | 3 | 9,66 |
|  | 31 | 13,85 | 9,66 | 9,96 |
|  | 13,85 | 7,6 | 9,96 | 11,96 |
|  | 1,35 | 1,35 | 11,96 | 12,66 |

Der Balken ist an den Stellen x=0,97 m; 2,43 m; 3,93 m; 5,43 m; 6,33 m; 7,23 m; 8,73 m; 10,23 m und 11,69 m federnd mit 22263 kN/m gelagert.

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,97 | 10,1 |
| 2,43 | 31 |
| 3,93 | 44 |
| 5,43 | 39 |
| 6,33 | 24,6 |
| 7,23 | 39 |
| 8,73 | 44 |
| 10,23 | 31 |
| 11,69 | 10,1 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



## Zusammenfassung Belastung Längsträger

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **Ⓐ - Ⓑ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **Ⓑ - Ⓒ** |  | **Auflagerlasten** | |
| Mi 1332 |  |  |  | Axe Ⓐ | Axe Ⓑ |  | S 235 |  |  |  | Axe Ⓑ | Axe Ⓒ |
| **23** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,16 | 0,92 | **14,08** | 19,69 | 146 | 146 |  | 12,42 | 0,83 | **13,25** | 3,00 | 20 | 20 |
| 28,46 | 0,92 | **29,37** | 19,69 | 304 | 304 |  | 23,73 | 0,83 | **24,56** | 3,00 | 37 | 37 |
| 35,73 | 0,92 | **36,65** | 19,69 | 379 | 379 |  | 32,95 | 0,83 | **33,79** |  | 0 | 0 |
| 38,47 | 0,92 | **39,39** | 19,69 | 408 | 408 |  | 37,96 | 0,83 | **38,79** |  | 0 | 0 |
| 38,51 | 0,92 | **39,43** | 19,69 | 408 | 408 |  | 38,55 | 0,83 | **39,39** |  | 0 | 0 |
| 37,48 | 0,92 | **38,40** | 19,69 | 397 | 397 |  | 38,15 | 0,83 | **38,99** |  | 0 | 0 |
| 35,87 | 0,92 | **36,79** | 19,69 | 381 | 381 |  | 37,60 | 0,83 | **38,43** |  | 0 | 0 |
| 35,49 | 0,92 | **36,41** | 19,69 | 377 | 377 |  | 36,62 | 0,83 | **37,46** |  | 0 | 0 |
| 35,52 | 0,92 | **36,44** | 19,69 | 377 | 377 |  | 34,56 | 0,83 | **35,39** |  | 0 | 0 |
| 35,91 | 0,92 | **36,83** | 19,69 | 381 | 381 |  | 34,10 | 0,83 | **34,93** |  | 0 | 0 |
| 37,38 | 0,92 | **38,30** | 19,69 | 396 | 396 |  | 34,65 | 0,83 | **35,48** |  | 0 | 0 |
| 37,95 | 0,92 | **38,87** | 19,69 | 402 | 402 |  | 30,43 | 0,83 | **31,26** |  | 0 | 0 |
| 37,38 | 0,92 | **38,30** | 19,69 | 396 | 396 |  | 30,43 | 0,83 | **31,26** |  | 0 | 0 |
| 35,91 | 0,92 | **36,83** | 19,69 | 381 | 381 |  | 34,65 | 0,83 | **35,48** |  | 0 | 0 |
| 35,52 | 0,92 | **36,44** | 19,69 | 377 | 377 |  | 34,10 | 0,83 | **34,93** |  | 0 | 0 |
| 35,49 | 0,92 | **36,41** | 19,69 | 377 | 377 |  | 34,56 | 0,83 | **35,39** |  | 0 | 0 |
| 35,87 | 0,92 | **36,79** | 19,69 | 381 | 381 |  | 36,62 | 0,83 | **37,46** |  | 0 | 0 |
| 37,48 | 0,92 | **38,40** | 19,69 | 397 | 397 |  | 37,60 | 0,83 | **38,43** |  | 0 | 0 |
| 38,51 | 0,92 | **39,43** | 19,69 | 408 | 408 |  | 38,15 | 0,83 | **38,99** |  | 0 | 0 |
| 38,47 | 0,92 | **39,39** | 19,69 | 408 | 408 |  | 38,55 | 0,83 | **39,39** |  | 0 | 0 |
| 35,73 | 0,92 | **36,65** | 19,69 | 379 | 379 |  | 37,96 | 0,83 | **38,79** |  | 0 | 0 |
| 28,46 | 0,92 | **29,37** | 19,69 | 304 | 304 |  | 32,95 | 0,83 | **33,79** |  | 0 | 0 |
| 13,16 | 0,92 | **14,08** | 19,69 | 146 | 146 |  | 23,73 | 0,83 | **24,56** | 3,00 | 37 | 37 |
|  |  |  |  | 0 | 0 |  | 12,42 | 0,83 | **13,25** | 3,00 | 20 | 20 |
| **781,9** | **21,1** | **803,0** |  | **8307,5** | **8307,5** |  | **783,5** | **20,0** | **803,4** |  | **113,4** | **113,4** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **Ⓒ - Ⓓ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NT** | **Ⓓ - Ⓔ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe Ⓒ | Axe Ⓓ |  | S 235 |  |  |  | Axe Ⓓ | Axe Ⓔ |
| **23** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **24** | **x HEB** | **600** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 11,00 | 92 | 84 |  | 12,42 | 2,12 | **14,54** | 10,69 | 78 | 78 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 11,00 | 183 | 168 |  | 23,73 | 2,12 | **25,85** | 10,69 | 138 | 138 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 11,00 | 227 | 208 |  | 32,95 | 2,12 | **35,07** | 10,69 | 187 | 187 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 11,00 | 244 | 223 |  | 37,96 | 2,12 | **40,08** | 10,69 | 214 | 214 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 11,00 | 244 | 223 |  | 38,55 | 2,12 | **40,67** | 10,69 | 217 | 217 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 11,00 | 238 | 218 |  | 38,15 | 2,12 | **40,27** | 10,69 | 215 | 215 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 11,00 | 228 | 209 |  | 37,60 | 2,12 | **39,72** | 10,69 | 212 | 212 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 11,00 | 226 | 207 |  | 36,62 | 2,12 | **38,74** | 10,69 | 207 | 207 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 11,00 | 226 | 207 |  | 34,56 | 2,12 | **36,68** | 10,69 | 196 | 196 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 11,00 | 228 | 209 |  | 34,10 | 2,12 | **36,22** | 10,69 | 194 | 194 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 11,00 | 237 | 217 |  | 34,65 | 2,12 | **36,77** | 10,69 | 197 | 197 |
| 37,95 | 2,12 | **40,07** | 11,00 | 240 | 220 |  | 30,43 | 2,12 | **32,55** | 10,69 | 174 | 174 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 11,00 | 237 | 217 |  | 30,43 | 2,12 | **32,55** | 10,69 | 174 | 174 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 11,00 | 228 | 209 |  | 34,65 | 2,12 | **36,77** | 10,69 | 197 | 197 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 11,00 | 226 | 207 |  | 34,10 | 2,12 | **36,22** | 10,69 | 194 | 194 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 11,00 | 226 | 207 |  | 34,56 | 2,12 | **36,68** | 10,69 | 196 | 196 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 11,00 | 228 | 209 |  | 36,62 | 2,12 | **38,74** | 10,69 | 207 | 207 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 11,00 | 238 | 218 |  | 37,60 | 2,12 | **39,72** | 10,69 | 212 | 212 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 11,00 | 244 | 223 |  | 38,15 | 2,12 | **40,27** | 10,69 | 215 | 215 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 11,00 | 244 | 223 |  | 38,55 | 2,12 | **40,67** | 10,69 | 217 | 217 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 11,00 | 227 | 208 |  | 37,96 | 2,12 | **40,08** | 10,69 | 214 | 214 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 11,00 | 183 | 168 |  | 32,95 | 2,12 | **35,07** | 10,69 | 187 | 187 |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 11,00 | 92 | 84 |  | 23,73 | 2,12 | **25,85** | 10,69 | 138 | 138 |
|  |  |  |  | 0 | 0 |  | 12,42 | 2,12 | **14,54** | 10,69 | 78 | 78 |
| **781,9** | **38,2** | **830,7** |  | **4984,1** | **4568,8** |  | **783,5** | **38,2** | **834,3** |  | **4459,6** | **4459,6** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **Ⓔ - Ⓕ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **Ⓕ - Ⓖ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe Ⓔ | Axe Ⓕ |  | S 235 |  |  |  | Axe Ⓕ | Axe Ⓖ |
| **23** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 11,00 | 84 | 92 |  | 12,42 | 0,83 | **13,25** | 3,00 | 20 | 20 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 11,00 | 168 | 183 |  | 23,73 | 0,83 | **24,56** | 3,00 | 37 | 37 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 11,00 | 208 | 227 |  | 32,95 | 0,83 | **33,79** |  | 0 | 0 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 11,00 | 223 | 244 |  | 37,96 | 0,83 | **38,79** |  | 0 | 0 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 11,00 | 223 | 244 |  | 38,55 | 0,83 | **39,39** |  | 0 | 0 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 11,00 | 218 | 238 |  | 38,15 | 0,83 | **38,99** |  | 0 | 0 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 11,00 | 209 | 228 |  | 37,60 | 0,83 | **38,43** |  | 0 | 0 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 11,00 | 207 | 226 |  | 36,62 | 0,83 | **37,46** |  | 0 | 0 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 11,00 | 207 | 226 |  | 34,56 | 0,83 | **35,39** |  | 0 | 0 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 11,00 | 209 | 228 |  | 34,10 | 0,83 | **34,93** |  | 0 | 0 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 11,00 | 217 | 237 |  | 34,65 | 0,83 | **35,48** |  | 0 | 0 |
| 37,95 | 2,12 | **40,07** | 11,00 | 220 | 240 |  | 30,43 | 0,83 | **31,26** |  | 0 | 0 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 11,00 | 217 | 237 |  | 30,43 | 0,83 | **31,26** |  | 0 | 0 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 11,00 | 209 | 228 |  | 34,65 | 0,83 | **35,48** |  | 0 | 0 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 11,00 | 207 | 226 |  | 34,10 | 0,83 | **34,93** |  | 0 | 0 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 11,00 | 207 | 226 |  | 34,56 | 0,83 | **35,39** |  | 0 | 0 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 11,00 | 209 | 228 |  | 36,62 | 0,83 | **37,46** |  | 0 | 0 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 11,00 | 218 | 238 |  | 37,60 | 0,83 | **38,43** |  | 0 | 0 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 11,00 | 223 | 244 |  | 38,15 | 0,83 | **38,99** |  | 0 | 0 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 11,00 | 223 | 244 |  | 38,55 | 0,83 | **39,39** |  | 0 | 0 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 11,00 | 208 | 227 |  | 37,96 | 0,83 | **38,79** |  | 0 | 0 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 11,00 | 168 | 183 |  | 32,95 | 0,83 | **33,79** |  | 0 | 0 |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 11,00 | 84 | 92 |  | 23,73 | 0,83 | **24,56** | 3,00 | 37 | 37 |
|  |  |  |  | 0 | 0 |  | 12,42 | 0,83 | **13,25** | 3,00 | 20 | 20 |
| **781,9** | **38,2** | **830,7** |  | **4568,8** | **4984,1** |  | **783,5** | **15,0** | **803,4** |  | **113,4** | **113,4** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **Ⓖ - Ⓗ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NT** | **Ⓗ - Ⓘ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe Ⓖ | Axe Ⓗ |  | S 235 |  |  |  | Axe Ⓗ | Axe Ⓘ |
| **23** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **24** | **x HEB** | **600** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 10,52 | 88 | 80 |  | 12,42 | 2,12 | **14,54** | 11,02 | 80 | 87 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 10,52 | 176 | 161 |  | 23,73 | 2,12 | **25,85** | 11,02 | 142 | 155 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 10,52 | 218 | 199 |  | 32,95 | 2,12 | **35,07** | 11,02 | 193 | 211 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 10,52 | 234 | 214 |  | 37,96 | 2,12 | **40,08** | 11,02 | 221 | 241 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 10,52 | 234 | 214 |  | 38,55 | 2,12 | **40,67** | 11,02 | 224 | 244 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 10,52 | 228 | 208 |  | 38,15 | 2,12 | **40,27** | 11,02 | 222 | 242 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 10,52 | 219 | 200 |  | 37,60 | 2,12 | **39,72** | 11,02 | 219 | 239 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 10,52 | 217 | 198 |  | 36,62 | 2,12 | **38,74** | 11,02 | 213 | 233 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 10,52 | 217 | 198 |  | 34,56 | 2,12 | **36,68** | 11,02 | 202 | 220 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 10,52 | 219 | 200 |  | 34,10 | 2,12 | **36,22** | 11,02 | 200 | 218 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 10,52 | 228 | 208 |  | 34,65 | 2,12 | **36,77** | 11,02 | 203 | 221 |
| 37,95 | 2,12 | **40,07** | 10,52 | 231 | 211 |  | 30,43 | 2,12 | **32,55** | 11,02 | 179 | 196 |
| 37,38 | 2,12 | **39,50** | 10,52 | 228 | 208 |  | 30,43 | 2,12 | **32,55** | 11,02 | 179 | 196 |
| 35,91 | 2,12 | **38,03** | 10,52 | 219 | 200 |  | 34,65 | 2,12 | **36,77** | 11,02 | 203 | 221 |
| 35,52 | 2,12 | **37,64** | 10,52 | 217 | 198 |  | 34,10 | 2,12 | **36,22** | 11,02 | 200 | 218 |
| 35,49 | 2,12 | **37,61** | 10,52 | 217 | 198 |  | 34,56 | 2,12 | **36,68** | 11,02 | 202 | 220 |
| 35,87 | 2,12 | **37,99** | 10,52 | 219 | 200 |  | 36,62 | 2,12 | **38,74** | 11,02 | 213 | 233 |
| 37,48 | 2,12 | **39,60** | 10,52 | 228 | 208 |  | 37,60 | 2,12 | **39,72** | 11,02 | 219 | 239 |
| 38,51 | 2,12 | **40,63** | 10,52 | 234 | 214 |  | 38,15 | 2,12 | **40,27** | 11,02 | 222 | 242 |
| 38,47 | 2,12 | **40,59** | 10,52 | 234 | 214 |  | 38,55 | 2,12 | **40,67** | 11,02 | 224 | 244 |
| 35,73 | 2,12 | **37,85** | 10,52 | 218 | 199 |  | 37,96 | 2,12 | **40,08** | 11,02 | 221 | 241 |
| 28,46 | 2,12 | **30,58** | 10,52 | 176 | 161 |  | 32,95 | 2,12 | **35,07** | 11,02 | 193 | 211 |
| 13,16 | 2,12 | **15,28** | 10,52 | 88 | 80 |  | 23,73 | 2,12 | **25,85** | 11,02 | 142 | 155 |
|  |  |  |  | 0 | 0 |  | 12,42 | 2,12 | **14,54** | 11,02 | 80 | 87 |
| **781,9** | **48,8** | **830,7** |  | **4784,7** | **4369,4** |  | **783,5** | **50,9** | **834,3** |  | **4597,2** | **5014,4** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓐ - ⓑ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NT** | **ⓑ - ⓒ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓐ | Axe ⓑ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓑ | Axe ⓒ |
| **21** | **x HEB** | **500** |  |  |  |  | **22** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,53 | 1,87 | **15,40** | 10,89 | 92 | 84 |  | 13,67 | 0,83 | **14,50** | 2,41 | 17 | 17 |
| 23,13 | 1,87 | **25,00** | 10,89 | 149 | 136 |  | 17,62 | 0,83 | **18,45** | 2,41 | 22 | 22 |
| 26,67 | 1,87 | **28,54** | 10,89 | 170 | 155 |  | 23,31 | 0,83 | **24,15** | 2,41 | 29 | 29 |
| 28,31 | 1,87 | **30,18** | 10,89 | 179 | 164 |  | 28,93 | 0,83 | **29,76** | 2,41 | 36 | 36 |
| 28,64 | 1,87 | **30,51** | 10,89 | 181 | 166 |  | 28,16 | 0,83 | **28,99** | 2,41 | 35 | 35 |
| 28,59 | 1,87 | **30,46** | 10,89 | 181 | 166 |  | 28,21 | 0,83 | **29,05** | 2,41 | 35 | 35 |
| 28,24 | 1,87 | **30,11** | 10,89 | 179 | 164 |  | 28,22 | 0,83 | **29,05** | 2,41 | 35 | 35 |
| 26,97 | 1,87 | **28,84** | 10,89 | 171 | 157 |  | 28,17 | 0,83 | **29,00** | 2,41 | 35 | 35 |
| 24,43 | 1,87 | **26,30** | 10,89 | 156 | 143 |  | 28,85 | 0,83 | **29,68** | 2,41 | 36 | 36 |
| 23,15 | 1,87 | **25,02** | 10,89 | 149 | 136 |  | 22,59 | 0,83 | **23,42** | 2,41 | 28 | 28 |
| 22,99 | 1,87 | **24,86** | 10,89 | 148 | 135 |  | 16,21 | 0,83 | **17,04** | 2,41 | 21 | 21 |
| 23,15 | 1,87 | **25,02** | 10,89 | 149 | 136 |  | 16,21 | 0,83 | **17,04** | 2,41 | 21 | 21 |
| 24,43 | 1,87 | **26,30** | 10,89 | 156 | 143 |  | 22,59 | 0,83 | **23,42** | 2,41 | 28 | 28 |
| 26,97 | 1,87 | **28,84** | 10,89 | 171 | 157 |  | 28,85 | 0,83 | **29,68** | 2,41 | 36 | 36 |
| 28,24 | 1,87 | **30,11** | 10,89 | 179 | 164 |  | 28,17 | 0,83 | **29,00** | 2,41 | 35 | 35 |
| 28,59 | 1,87 | **30,46** | 10,89 | 181 | 166 |  | 28,22 | 0,83 | **29,05** | 2,41 | 35 | 35 |
| 28,64 | 1,87 | **30,51** | 10,89 | 181 | 166 |  | 28,21 | 0,83 | **29,05** | 2,41 | 35 | 35 |
| 28,31 | 1,87 | **30,18** | 10,89 | 179 | 164 |  | 28,16 | 0,83 | **28,99** | 2,41 | 35 | 35 |
| 26,67 | 1,87 | **28,54** | 10,89 | 170 | 155 |  | 28,93 | 0,83 | **29,76** | 2,41 | 36 | 36 |
| 23,13 | 1,87 | **25,00** | 10,89 | 149 | 136 |  | 23,31 | 0,83 | **24,15** | 2,41 | 29 | 29 |
| 13,53 | 1,87 | **15,40** | 10,89 | 92 | 84 |  | 17,62 | 0,83 | **18,45** | 2,41 | 22 | 22 |
|  |  |  |  |  |  |  | 13,67 | 0,83 | **14,50** | 2,41 | 17 | 17 |
| **526,3** | **39,3** | **565,6** |  | **3362,5** | **3079,7** |  | **527,9** | **18,3** | **546,2** |  | **658,1** | **658,1** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓒ - ⓓ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **ⓓ - ⓔ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓒ | Axe ⓓ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓓ | Axe ⓔ |
| **21** | **x HEB** | **500** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,53 | 1,87 | **15,40** | 10,89 | 84 | 92 |  | 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,62 | 26 | 26 |
| 23,13 | 1,87 | **25,00** | 10,89 | 136 | 149 |  | 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,62 | 33 | 33 |
| 26,67 | 1,87 | **28,54** | 10,89 | 155 | 170 |  | 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |
| 28,31 | 1,87 | **30,18** | 10,89 | 164 | 179 |  | 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |
| 28,64 | 1,87 | **30,51** | 10,89 | 166 | 181 |  | 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |
| 28,59 | 1,87 | **30,46** | 10,89 | 166 | 181 |  | 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |
| 28,24 | 1,87 | **30,11** | 10,89 | 164 | 179 |  | 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |
| 26,97 | 1,87 | **28,84** | 10,89 | 157 | 171 |  | 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |
| 24,43 | 1,87 | **26,30** | 10,89 | 143 | 156 |  | 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |
| 23,15 | 1,87 | **25,02** | 10,89 | 136 | 149 |  | 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |
| 22,99 | 1,87 | **24,86** | 10,89 | 135 | 148 |  | 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |
| 23,15 | 1,87 | **25,02** | 10,89 | 136 | 149 |  | 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |
| 24,43 | 1,87 | **26,30** | 10,89 | 143 | 156 |  | 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |
| 26,97 | 1,87 | **28,84** | 10,89 | 157 | 171 |  | 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |
| 28,24 | 1,87 | **30,11** | 10,89 | 164 | 179 |  | 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |
| 28,59 | 1,87 | **30,46** | 10,89 | 166 | 181 |  | 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |
| 28,64 | 1,87 | **30,51** | 10,89 | 166 | 181 |  | 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |
| 28,31 | 1,87 | **30,18** | 10,89 | 164 | 179 |  | 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |
| 26,67 | 1,87 | **28,54** | 10,89 | 155 | 170 |  | 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |
| 23,13 | 1,87 | **25,00** | 10,89 | 136 | 149 |  | 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |
| 13,53 | 1,87 | **15,40** | 10,89 | 84 | 92 |  | 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,62 | 33 | 33 |
|  |  |  |  |  |  |  | 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,62 | 26 | 26 |
| **526,3** | **33,7** | **565,6** |  | **3079,7** | **3362,5** |  | **527,9** | **15,0** | **546,2** |  | **119,3** | **119,3** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **NT** | **ⓔ - ⓕ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **HTfg** | **ⓕ - ⓖ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓔ | Axe ⓕ |  | Mi 1332 |  |  |  | Axe ⓕ | Axe ⓖ |
| **22** | **x HEB** | **300** |  |  |  |  | **21** | **x HEB** | **600** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,67 | 1,17 | **14,84** | 5,59 | 49 | 41 |  | 15,52 | 0,92 | **16,44** | 26,61 | 219 | 227 |
| 17,62 | 1,17 | **18,79** | 5,59 | 62 | 53 |  | 21,66 | 0,92 | **22,58** | 25,26 | 285 | 296 |
| 23,31 | 1,17 | **24,48** | 5,59 | 81 | 68 |  | 24,81 | 0,92 | **25,73** | 24,65 | 317 | 330 |
| 28,93 | 1,17 | **30,10** | 5,59 | 99 | 84 |  | 27,14 | 0,92 | **28,06** | 24,04 | 337 | 351 |
| 28,16 | 1,17 | **29,33** | 5,59 | 97 | 82 |  | 28,65 | 0,92 | **29,57** | 23,44 | 346 | 361 |
| 28,21 | 1,17 | **29,38** | 5,59 | 97 | 82 |  | 29,84 | 0,92 | **30,76** | 22,83 | 351 | 367 |
| 28,22 | 1,17 | **29,39** | 5,59 | 97 | 82 |  | 31,40 | 0,92 | **32,32** | 22,22 | 359 | 375 |
| 28,17 | 1,17 | **29,34** | 5,59 | 97 | 82 |  | 21,11 | 0,81 | **21,92** | 21,61 | 237 | 248 |
| 28,85 | 1,17 | **30,02** | 5,59 | 99 | 84 |  | 22,98 | 0,81 | **23,79** | 21,00 | 250 | 262 |
| 22,59 | 1,17 | **23,76** | 5,59 | 78 | 66 |  | 27,18 | 0,81 | **27,99** | 20,33 | 284 | 298 |
| 16,21 | 1,17 | **17,38** | 5,59 | 57 | 49 |  | 34,21 | 0,81 | **35,02** | 19,55 | 342 | 360 |
| 16,21 | 1,17 | **17,38** | 5,59 | 57 | 49 |  | 17,43 | 0,62 | **18,05** | 18,76 | 169 | 178 |
| 22,59 | 1,17 | **23,76** | 5,59 | 78 | 66 |  | 21,32 | 0,62 | **21,94** | 18,09 | 198 | 209 |
| 28,85 | 1,17 | **30,02** | 5,59 | 99 | 84 |  | 24,78 | 0,62 | **25,40** | 17,48 | 222 | 235 |
| 28,17 | 1,17 | **29,34** | 5,59 | 97 | 82 |  | 27,35 | 0,62 | **27,97** | 16,87 | 236 | 250 |
| 28,22 | 1,17 | **29,39** | 5,59 | 97 | 82 |  | 28,78 | 0,62 | **29,40** | 16,26 | 239 | 254 |
| 28,21 | 1,17 | **29,38** | 5,59 | 97 | 82 |  | 29,14 | 0,62 | **29,76** | 15,65 | 233 | 248 |
| 28,16 | 1,17 | **29,33** | 5,59 | 97 | 82 |  | 28,59 | 0,62 | **29,21** | 15,05 | 220 | 234 |
| 28,93 | 1,17 | **30,10** | 5,59 | 99 | 84 |  | 27,14 | 0,62 | **27,76** | 14,44 | 200 | 214 |
| 23,31 | 1,17 | **24,48** | 5,59 | 81 | 68 |  | 24,77 | 0,62 | **25,39** | 13,83 | 176 | 188 |
| 17,62 | 1,17 | **18,79** | 5,59 | 62 | 53 |  | 12,51 | 0,62 | **13,13** | 12,48 | 82 | 89 |
| 13,67 | 1,17 | **14,84** | 5,59 | 49 | 41 |  |  |  |  |  |  |  |
| **527,9** | **21,1** | **553,6** |  | **1824,2** | **1547,4** |  | **526,3** | **14,0** | **542,2** |  | **5304,0** | **5575,1** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **NP** | **ⓖ - ⓗ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **HT** | **ⓗ - ⓘ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓖ | Axe ⓗ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓗ | Axe ⓘ |
| **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |  | **21** | **x HEB** | **400** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  | 13,38 | 1,55 | **14,93** | 9,02 | 75 | 67 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 23,30 | 1,55 | **24,85** | 9,02 | 124 | 112 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |  | 26,79 | 1,55 | **28,34** | 9,02 | 142 | 128 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |  | 28,31 | 1,55 | **29,86** | 9,02 | 150 | 135 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |  | 28,52 | 1,55 | **30,07** | 9,02 | 151 | 136 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 28,50 | 1,55 | **30,05** | 9,02 | 151 | 136 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 28,37 | 1,55 | **29,92** | 9,02 | 150 | 135 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |  | 27,30 | 1,55 | **28,85** | 9,02 | 145 | 130 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |  | 24,48 | 1,55 | **26,03** | 9,02 | 130 | 117 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |  | 22,90 | 1,55 | **24,45** | 9,02 | 122 | 110 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |  | 22,66 | 1,55 | **24,21** | 9,02 | 121 | 109 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |  | 22,90 | 1,55 | **24,45** | 9,02 | 122 | 110 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |  | 24,48 | 1,55 | **26,03** | 9,02 | 130 | 117 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |  | 27,30 | 1,55 | **28,85** | 9,02 | 145 | 130 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |  | 28,37 | 1,55 | **29,92** | 9,02 | 150 | 135 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 28,50 | 1,55 | **30,05** | 9,02 | 151 | 136 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 28,52 | 1,55 | **30,07** | 9,02 | 151 | 136 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |  | 28,31 | 1,55 | **29,86** | 9,02 | 150 | 135 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |  | 26,79 | 1,55 | **28,34** | 9,02 | 142 | 128 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |  | 23,30 | 1,55 | **24,85** | 9,02 | 124 | 112 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 13,38 | 1,55 | **14,93** | 9,02 | 75 | 67 |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  |  |  |  |  |  |  |
| **527,9** | **18,3** | **546,2** |  | **98,9** | **98,9** |  | **526,3** | **32,6** | **558,9** |  | **2800,0** | **2520,6** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **NT** | **ⓘ - ⓙ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **HT** | **ⓙ - ⓚ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓘ | Axe ⓙ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓙ | Axe ⓚ |
| **22** | **x HEB** | **240** |  |  |  |  | **21** | **x HEB** | **400** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  | 13,38 | 1,55 | **14,93** | 8,62 | 64 | 72 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 23,30 | 1,55 | **24,85** | 8,62 | 107 | 120 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** | 3,00 | 36 | 36 |  | 26,79 | 1,55 | **28,34** | 8,62 | 122 | 136 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** | 3,00 | 45 | 45 |  | 28,31 | 1,55 | **29,86** | 8,62 | 129 | 144 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** | 3,00 | 43 | 43 |  | 28,52 | 1,55 | **30,07** | 8,62 | 130 | 145 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** | 3,00 | 44 | 44 |  | 28,50 | 1,55 | **30,05** | 8,62 | 130 | 145 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** | 3,00 | 44 | 44 |  | 28,37 | 1,55 | **29,92** | 8,62 | 129 | 144 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** | 3,00 | 43 | 43 |  | 27,30 | 1,55 | **28,85** | 8,62 | 124 | 139 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** | 3,00 | 45 | 45 |  | 24,48 | 1,55 | **26,03** | 8,62 | 112 | 125 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** | 3,00 | 35 | 35 |  | 22,90 | 1,55 | **24,45** | 8,62 | 105 | 118 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** | 3,00 | 26 | 26 |  | 22,66 | 1,55 | **24,21** | 8,62 | 104 | 116 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** | 3,00 | 26 | 26 |  | 22,90 | 1,55 | **24,45** | 8,62 | 105 | 118 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** | 3,00 | 35 | 35 |  | 24,48 | 1,55 | **26,03** | 8,62 | 112 | 125 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** | 3,00 | 45 | 45 |  | 27,30 | 1,55 | **28,85** | 8,62 | 124 | 139 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** | 3,00 | 43 | 43 |  | 28,37 | 1,55 | **29,92** | 8,62 | 129 | 144 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** | 3,00 | 44 | 44 |  | 28,50 | 1,55 | **30,05** | 8,62 | 130 | 145 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** | 3,00 | 44 | 44 |  | 28,52 | 1,55 | **30,07** | 8,62 | 130 | 145 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** | 3,00 | 43 | 43 |  | 28,31 | 1,55 | **29,86** | 8,62 | 129 | 144 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** | 3,00 | 45 | 45 |  | 26,79 | 1,55 | **28,34** | 8,62 | 122 | 136 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** | 3,00 | 36 | 36 |  | 23,30 | 1,55 | **24,85** | 8,62 | 107 | 120 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 13,38 | 1,55 | **14,93** | 8,62 | 64 | 72 |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  |  |  |  |  |  |  |
| **527,9** | **15,0** | **546,2** |  | **819,3** | **819,3** |  | **526,3** | **27,9** | **558,9** |  | **2408,8** | **2688,2** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **NP** | **ⓚ - ⓛ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **HTlm** | **ⓛ - ⓜ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓚ | Axe ⓛ |  | Mi 1332 |  |  |  | Axe ⓛ | Axe ⓜ |
| **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |  | **21** | **x HEB** | **600** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  | 13,87 | 0,63 | **14,50** | 14,62 | 113 | 106 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 25,04 | 0,63 | **25,67** | 15,81 | 216 | 203 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |  | 27,54 | 0,63 | **28,17** | 16,34 | 244 | 230 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |  | 28,14 | 0,63 | **28,77** | 16,88 | 257 | 243 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |  | 26,76 | 0,63 | **27,39** | 17,41 | 252 | 238 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 23,59 | 0,81 | **24,40** | 17,95 | 231 | 219 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 19,16 | 0,81 | **19,97** | 18,49 | 195 | 185 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |  | 36,36 | 0,81 | **37,17** | 19,02 | 372 | 353 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |  | 28,79 | 0,81 | **29,60** | 19,56 | 304 | 289 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |  | 25,47 | 0,81 | **26,28** | 20,15 | 278 | 265 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |  | 23,26 | 0,81 | **24,07** | 20,84 | 263 | 251 |
| 16,21 | 0,83 | **17,04** |  | 0 | 0 |  | 21,35 | 0,81 | **22,16** | 21,53 | 250 | 239 |
| 22,59 | 0,83 | **23,42** |  | 0 | 0 |  | 20,02 | 0,81 | **20,83** | 22,12 | 241 | 230 |
| 28,85 | 0,83 | **29,68** |  | 0 | 0 |  | 30,51 | 0,92 | **31,43** | 22,66 | 372 | 356 |
| 28,17 | 0,83 | **29,00** |  | 0 | 0 |  | 29,60 | 0,92 | **30,52** | 23,19 | 369 | 354 |
| 28,22 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 29,04 | 0,92 | **29,96** | 23,73 | 370 | 355 |
| 28,21 | 0,83 | **29,05** |  | 0 | 0 |  | 28,37 | 0,92 | **29,29** | 24,27 | 370 | 355 |
| 28,16 | 0,83 | **28,99** |  | 0 | 0 |  | 27,10 | 0,92 | **28,02** | 24,80 | 362 | 347 |
| 28,93 | 0,83 | **29,76** |  | 0 | 0 |  | 24,89 | 0,92 | **25,81** | 25,34 | 340 | 327 |
| 23,31 | 0,83 | **24,15** |  | 0 | 0 |  | 21,81 | 0,92 | **22,73** | 25,87 | 305 | 294 |
| 17,62 | 0,83 | **18,45** | 3,00 | 28 | 28 |  | 15,67 | 0,92 | **16,59** | 27,06 | 233 | 224 |
| 13,67 | 0,83 | **14,50** | 3,00 | 22 | 22 |  |  |  |  |  |  |  |
| **527,9** | **15,0** | **546,2** |  | **98,9** | **98,9** |  | **526,3** | **14,2** | **543,3** |  | **5936,8** | **5665,2** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT2** | **ⓝ - ⓞ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **ⓞ - ⓟ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓝ | Axe ⓞ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓞ | Axe ⓟ |
| **10** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,26 | 2,12 | **15,38** | 12,73 | 106 | 106 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 25,89 | 2,12 | **28,01** | 12,73 | 192 | 192 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 31,08 | 2,12 | **33,20** | 12,73 | 228 | 228 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 32,80 | 2,12 | **34,92** | 12,73 | 240 | 240 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 32,34 | 2,12 | **34,46** | 12,73 | 237 | 237 |  | 24,59 | 0,83 | **25,42** |  | 0 | 0 |
| 32,34 | 2,12 | **34,46** | 12,73 | 237 | 237 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 32,80 | 2,12 | **34,92** | 12,73 | 240 | 240 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 31,08 | 2,12 | **33,20** | 12,73 | 228 | 228 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 25,89 | 2,12 | **28,01** | 12,73 | 192 | 192 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 13,26 | 2,12 | **15,38** | 12,73 | 106 | 106 |  |  |  |  |  |  |  |
| **270,7** | **21,2** | **291,9** |  | **2004,2** | **2004,2** |  | **272,1** | **7,5** | **279,6** |  | **142,0** | **142,0** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓟ - ⓠ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **ⓠ - ⓡ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓟ | Axe ⓠ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓠ | Axe ⓡ |
| **8** | **x HEB** | **500** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 10,97 | 1,87 | **12,84** | 8,42 | 60 | 60 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 35,57 | 1,87 | **37,44** | 8,42 | 176 | 176 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 45,33 | 1,87 | **47,20** | 8,42 | 222 | 222 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 43,49 | 1,87 | **45,36** | 8,42 | 214 | 214 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 43,49 | 1,87 | **45,36** | 8,42 | 214 | 214 |  | 24,59 | 0,83 | **25,42** |  | 0 | 0 |
| 45,33 | 1,87 | **47,20** | 8,42 | 222 | 222 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 35,57 | 1,87 | **37,44** | 8,42 | 176 | 176 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 10,97 | 1,87 | **12,84** | 8,42 | 60 | 60 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
|  |  |  |  |  |  |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **270,7** | **15,0** | **285,7** |  | **1345,7** | **1345,7** |  | **272,1** | **7,5** | **279,6** |  | **142,0** | **142,0** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT2** | **ⓡ - ⓢ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **ⓢ - ⓣ** |  | **Auflagerlasten** | |
| Mi 1332 |  |  |  | Axe ⓡ | Axe ⓢ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓢ | Axe ⓣ |
| **10** | **x HEB** | **600** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 14,87 | 0,92 | **15,78** | 23,34 | 192 | 192 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 25,02 | 0,92 | **25,94** | 23,34 | 316 | 316 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 29,74 | 0,92 | **30,66** | 23,34 | 373 | 373 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 32,40 | 0,92 | **33,32** | 23,34 | 405 | 405 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 33,34 | 0,92 | **34,26** | 23,34 | 417 | 417 |  | 24,59 | 0,83 | **25,42** |  | 0 | 0 |
| 33,34 | 0,92 | **34,26** | 23,34 | 417 | 417 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 32,40 | 0,92 | **33,32** | 23,34 | 405 | 405 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 29,74 | 0,92 | **30,66** | 23,34 | 373 | 373 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 25,02 | 0,92 | **25,94** | 23,34 | 316 | 316 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 14,87 | 0,92 | **15,78** | 23,34 | 192 | 192 |  |  |  |  |  |  |  |
| **270,7** | **9,2** | **279,9** |  | **3406,7** | **3406,7** |  | **272,1** | **7,5** | **279,6** |  | **142,0** | **142,0** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓣ - ⓤ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NTS50** | **ⓤ - ⓥ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓣ | Axe ⓤ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓤ | Axe ⓥ |
| **8** | **x HEB** | **360** |  |  |  |  | **9** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,00 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 10,58 | 1,42 | **12,00** | 5,63 | 40 | 34 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 36,28 | 1,42 | **37,70** | 5,63 | 125 | 106 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 45,33 | 1,42 | **46,75** | 5,63 | 155 | 132 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** | 3,36 | 76 | 76 |
| 43,19 | 1,42 | **44,61** | 5,63 | 148 | 126 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** | 3,36 | 67 | 67 |
| 43,19 | 1,42 | **44,61** | 5,63 | 148 | 126 |  | 24,59 | 0,83 | **25,42** | 3,36 | 43 | 43 |
| 45,33 | 1,42 | **46,75** | 5,63 | 155 | 132 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** | 3,36 | 67 | 67 |
| 36,28 | 1,42 | **37,70** | 5,63 | 125 | 106 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** | 3,36 | 76 | 76 |
| 10,58 | 1,42 | **12,00** | 5,63 | 40 | 34 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
|  |  |  |  |  |  |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| **270,7** | **11,4** | **282,1** |  | **935,2** | **794,1** |  | **272,1** | **7,5** | **279,6** |  | **469,7** | **469,7** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓥ - ⓦ** |  | **Auflagerlasten** | |  | **Trägerfeld** | **NP** | **ⓦ - ⓧ** |  | **Auflagerlasten** | |
| S 235 |  |  |  | Axe ⓥ | Axe ⓦ |  | S 235 |  |  |  | Axe ⓦ | Axe ⓧ |
| **8** | **x HEB** | **360** |  |  |  |  | **4** | **x HEB** | **240** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |  | Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,50 |  | Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,00 | 0,00 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |  | Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |  | Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |  | [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 10,58 | 1,42 | **12,00** | 5,63 | 34 | 40 |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| 36,28 | 1,42 | **37,70** | 5,63 | 106 | 125 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
| 45,33 | 1,42 | **46,75** | 5,63 | 132 | 155 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 43,19 | 1,42 | **44,61** | 5,63 | 126 | 148 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 43,19 | 1,42 | **44,61** | 5,63 | 126 | 148 |  | 24,59 | 0,83 | **25,42** |  | 0 | 0 |
| 45,33 | 1,42 | **46,75** | 5,63 | 132 | 155 |  | 38,80 | 0,83 | **39,63** |  | 0 | 0 |
| 36,28 | 1,42 | **37,70** | 5,63 | 106 | 125 |  | 44,35 | 0,83 | **45,18** |  | 0 | 0 |
| 10,58 | 1,42 | **12,00** | 5,63 | 34 | 40 |  | 30,49 | 0,83 | **31,32** | 3,36 | 53 | 53 |
|  |  |  |  |  |  |  | 10,10 | 0,83 | **10,93** | 3,36 | 18 | 18 |
| **270,7** | **11,4** | **282,1** |  | **794,1** | **935,2** |  | **272,1** | **7,5** | **279,6** |  | **142,0** | **142,0** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Trägerfeld** | **HT** | **ⓧ - ⓨ** |  | **Auflagerlasten** | |
| Mi 1332 |  |  |  | Axe ⓧ | Axe ⓨ |
| **8** | **x HEB** | **600** |  |  |  |
| Beton | gHEB = | **max qi** | Feld- | Überstand | Überstand |
| Schalung | [kN/m] | **[kN/m]** | länge | 0,50 | 0,50 |
| Nutzlast |  |  | m | m | m |
| Betonierdr. |  |  |  |  |  |
| [kN/m] |  |  |  |  |  |
| 13,88 | 0,92 | **14,80** | 20,63 | 160 | 160 |
| 32,42 | 0,92 | **33,34** | 20,63 | 361 | 361 |
| 43,05 | 0,92 | **43,97** | 20,63 | 476 | 476 |
| 46,01 | 0,92 | **46,93** | 20,63 | 508 | 508 |
| 46,01 | 0,92 | **46,93** | 20,63 | 508 | 508 |
| 43,05 | 0,92 | **43,97** | 20,63 | 476 | 476 |
| 32,42 | 0,92 | **33,34** | 20,63 | 361 | 361 |
| 13,88 | 0,92 | **14,80** | 20,63 | 160 | 160 |
|  |  |  |  |  |  |
| **270,7** | **7,3** | **278,1** |  | **3007,5** | **3007,5** |

## Längsträger

**Nachweis der Längsträger Ⓐ - Ⓖ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **Ⓐ - Ⓑ** | **Ⓑ - Ⓒ** | **Ⓒ - Ⓓ** | **Ⓓ - Ⓔ** | **Ⓔ - Ⓕ** | **Ⓕ - Ⓖ** |
|  | Diesseits |  |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 600 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 240 |
|  | Metallsorte | Mi 1332 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 |
|  | l st [m] | 19,69 | 3,00 | 11,00 | 10,69 | 11,00 | 3,00 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 39,43 | 39,39 | 40,63 | 40,67 | 40,63 | 39,39 |
| q2 [kN/m] | 39,43 | 39,39 | 40,63 | 40,67 | 40,63 | 39,39 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 19,69 | 3,00 | 11,00 | 10,69 | 11,00 | 3,00 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,44 | 2,48 | 0,45 | 0,43 | 0,45 | 2,48 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 398 | 64 | 233 | 226 | 233 | 64 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 1956 | 48 | 639 | 604 | 639 | 48 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 1908 | 44 | 614 | 580 | 614 | 44 |
|  | Mz,k [kNm] | 21,4 | 2,8 | 6,8 | 6,2 | 6,8 | 2,8 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 6425 | 1053 | 6425 | 6425 | 6425 | 1053 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1391 | 498 | 1391 | 1391 | 1391 | 498 |
|  | Av [cm²] | 110,9 | 33,2 | 110,9 | 110,9 | 110,9 | 33,2 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 48,0 | 7,7 | 15,6 | 14,8 | 15,6 | 7,7 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,40** | **0,40** | **0,75** | **0,70** | **0,75** | **0,40** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 7749,7 | 410,0 | 1367,3 | 1367,3 | 1367,3 | 410,0 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,09** | **0,27** | **0,28** | **0,27** | **0,28** | **0,27** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |

**HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis**

γM= 1,1 (DIN EN 12812 9.5.1)

γF= 1,5

- Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt (zp<0)

- max My = max V·lst²/8; max V siehe vorherige Seite

- max Mz siehe vorherige Seite

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Trägerfeld | Ⓐ - Ⓑ | Ⓑ - Ⓒ | Ⓒ - Ⓓ | Ⓓ - Ⓔ | Ⓔ - Ⓕ | Ⓕ - Ⓖ |
| Längsträger | HEB 600 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 240 |
| Metallsorte | Mi 1332 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 |
| Stützweite lSt [m] | 19,69 | 3,00 | 11,00 | 10,69 | 11,00 | 3,00 |
| Kippverband bei lSt/ | 6 |  | 2 | 2 | 2 |  |
| Knicklänge sK,y [m] | 19,69 | 3,00 | 11,00 | 10,69 | 11,00 | 3,00 |
| sK,z [m] | 3,28 | 3,00 | 5,50 | 5,35 | 5,50 | 3,00 |
| My,k [kNm] | 1908 | 44 | 614 | 580 | 614 | 44 |
| Mz,k [kNm] | 21,4 | 2,8 | 6,8 | 6,2 | 6,8 | 2,8 |
| Nki,z,d [kN] | 23672 | 8207 | 8428 | 8923 | 8428 | 8207 |
| Mcr [kNm] | 5370 | 909 | 2380 | 2480 | 2380 | 909 |
| Mpl,y,d [kNm] | 7780 | 225 | 1373 | 1373 | 1373 | 225 |
| Mpl,z,d [kNm] | 1684 | 106 | 297 | 297 | 297 | 106 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 1,20 | 0,50 | 0,76 | 0,74 | 0,76 | 0,50 |
| ΦLT | 1,128 | 0,603 | 0,754 | 0,744 | 0,754 | 0,603 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,655** | **1,000** | **0,918** | **0,924** | **0,918** | **1,000** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,56 | 0,29 | 0,73 | 0,69 | 0,73 | 0,29 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| = | **0,582** | **0,369** | **0,777** | **0,729** | **0,777** | **0,369** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **Kippverband** | **kein** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **kein** |
|  | **in den** | **Kippverband** | **in** | **in** | **in** | **Kippverband** |
|  | **1/6-Punkten** | **erforderlich** | **Feldmitte** | **Feldmitte** | **Feldmitte** | **erforderlich** |

**Nachweis der Längsträger Ⓖ - Ⓘ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **Ⓖ - Ⓗ** | **Ⓗ - Ⓘ** |  |  |  |  |
|  | Diesseits |  |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 600 | HEB 600 |  |  |  |  |
|  | Metallsorte | S 235 | S 235 |  |  |  |  |
|  | l st [m] | 10,52 | 11,02 |  |  |  |  |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 40,63 | 40,67 |  | **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |
| q2 [kN/m] | 40,63 | 40,67 |  | Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt (zp<0) | | |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 |  | Trägerfeld | Ⓖ - Ⓗ | Ⓗ - Ⓘ |
| c1 [m] | 10,52 | 11,02 |  | Längsträger | HEB 600 | HEB 600 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 |  | Metallsorte | S 235 | S 235 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 |  | Stützweite lSt [m] | 10,52 | 11,02 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 |  | Kippverband bei lSt/ | 2 | 2 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  | Knicklänge sK,y [m] | 10,52 | 11,02 |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  | sK,z [m] | 5,26 | 5,51 |
| qh [kN/m] | 0,45 | 0,43 |  | My,k [kNm] | 561 | 616 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  | Mz,k [kNm] | 6,2 | 6,6 |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 223 | 233 |  | Nki,z,d [kN] | 9214 | 8397 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 585 | 641 |  | Mcr [kNm] | 2538 | 2374 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 561 | 616 |  | Mpl,y,d [kNm] | 1373 | 1373 |
|  | Mz,k [kNm] | 6,2 | 6,6 |  | Mpl,z,d [kNm] | 297 | 297 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  | -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 0,74 | 0,76 |
|  | Wpl,y [cm³] | 6425 | 6425 |  | ΦLT | 0,738 | 0,755 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1391 | 1391 |  | Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,928** | **0,918** |
|  | Av [cm²] | 110,9 | 110,9 |  |
| **Nachweis:** |  |  |  |  | My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,66 | 0,73 |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 14,3 | 15,7 |  | +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,03 | 0,03 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,68** | **0,75** |  | = | **0,704** | **0,779** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 1367,3 | 1367,3 |  |  | **Kippverband** | **Kippverband** |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,27** | **0,28** |  |  | **in** | **in** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |  |  | **Feldmitte** | **Feldmitte** |

**Nachweis der Längsträger ⓐ - ⓖ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓐ - ⓑ** | **ⓑ - ⓒ** | **ⓒ - ⓓ** | **ⓓ - ⓔ** | **ⓔ - ⓕ** | **ⓕ - ⓖ** |
|  | Hölle |  |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 500 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 300 | HEB 600 |
|  | Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 |
|  | l st [m] | 10,89 | 2,41 | 10,89 | 3,62 | 5,59 | 12,48-26,61 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 30,51 | 29,76 | 30,51 | 29,76 | 30,10 | 35,02 |
| q2 [kN/m] | 30,51 | 29,76 | 30,51 | 29,76 | 30,10 | 35,02 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 10,89 | 2,41 | 10,89 | 3,62 | 5,59 | 12,48-26,61 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,36 | 0,32 | 0,36 | 1,85 | 0,32 | 0,35 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 175 | 39 | 175 | 60 | 92 | #WERT! |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 476 | 24 | 476 | 54 | 128 | #WERT! |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 452 | 22 | 452 | 49 | 117 | #WERT! |
|  | Mz,k [kNm] | 5,3 | 0,2 | 5,3 | 3,0 | 1,3 | #WERT! |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 4815 | 1053 | 4815 | 1053 | 1869 | 6425 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1292 | 498 | 1292 | 498 | 870 | 1391 |
|  | Av [cm²] | 90,2 | 33,2 | 90,2 | 33,2 | 47,4 | 110,9 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 15,5 | 3,5 | 15,5 | 8,6 | 10,5 | #WERT! |
|  | **σd / σR,d =** | **0,733** | **0,168** | **0,733** | **0,438** | **0,498** | **#WERT!** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **#WERT!** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 1112,3 | 410,0 | 1112,3 | 410,0 | 584,0 | 7749,7 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,257** | **0,146** | **0,257** | **0,259** | **0,245** | **#WERT!** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **#WERT!** |

Feld ⓕ-ⓖ und ⓛ-ⓜ haben variable Längen und Träger. Diese Felder bekommen ihre eigene Nachweistabelle.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt (zp<0) | | |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓐ - ⓑ | ⓑ - ⓒ | ⓒ - ⓓ | ⓓ - ⓔ | ⓔ - ⓕ |
| Längsträger | HEB 500 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 300 |
| Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 |
| Stützweite lSt [m] | 10,89 | 2,41 | 10,89 | 3,62 | 5,59 |
| Kippverband bei lSt/ | 2 |  | 2 |  |  |
| Knicklänge sK,y [m] | 10,89 | 2,41 | 10,89 | 3,62 | 5,59 |
| sK,z [m] | 5,45 | 2,41 | 5,45 | 3,62 | 5,59 |
| My,k [kNm] | 452 | 22 | 452 | 49 | 117 |
| Mz,k [kNm] | 5,3 | 0,2 | 5,3 | 3,0 | 1,3 |
| Nki,z,d [kN] | 8020 | 12717 | 8020 | 5636 | 8603 |
| Mcr [kNm] | 1996 | 1257 | 1996 | 705 | 1468 |
| Mpl,y,d [kNm] | 1029 | 225 | 1029 | 225 | 399 |
| Mpl,z,d [kNm] | 276 | 106 | 276 | 106 | 186 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 0,72 | 0,42 | 0,72 | 0,57 | 0,52 |
| ΦLT | 0,727 | 0,570 | 0,727 | 0,637 | 0,615 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,934** | **1,000** | **0,934** | **0,983** | **0,994** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,70 | 0,14 | 0,70 | 0,33 | 0,44 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,04 | 0,01 |
| = | **0,742** | **0,150** | **0,742** | **0,404** | **0,460** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **Kippverband** | **kein** | **Kippverband** | **kein** | **kein** |
|  | **in** | **Kippverband** | **in** | **Kippverband** | **Kippverband** |
|  | **Feldmitte** | **erforderlich** | **Feldmitte** | **erforderlich** | **erforderlich** |

**Nachweis der Längsträger ⓖ-ⓛ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓖ - ⓗ** | **ⓗ - ⓘ** | **ⓘ - ⓙ** | **ⓙ - ⓚ** | **ⓚ - ⓛ** | **ⓛ - ⓜ** |
|  | Hölle |  |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 | HEB 600 |
|  | Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 |
|  | l st [m] | 3,00 | 9,02 | 3,00 | 8,62 | 3,00 | 14,62-27,06 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 37,17 |
| q2 [kN/m] | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 37,17 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 3,00 | 9,02 | 3,00 | 8,62 | 3,00 | 14,62-27,06 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 1,85 | 0,35 | 0,32 | 0,35 | 1,85 | 0,35 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 50 | 144 | 50 | 138 | 50 | #WERT! |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 37 | 325 | 37 | 298 | 37 | #WERT! |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 33 | 305 | 33 | 279 | 33 | #WERT! |
|  | Mz,k [kNm] | 2,1 | 3,5 | 0,4 | 3,2 | 2,1 | #WERT! |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 1053 | 3232 | 1053 | 3232 | 1053 | 6425 |
|  | Wpl,z [cm³] | 498 | 1104 | 498 | 1104 | 498 | 1391 |
|  | Av [cm²] | 33,2 | 70,2 | 33,2 | 70,2 | 33,2 | 110,9 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 5,9 | 15,6 | 5,4 | 14,2 | 5,9 | #WERT! |
|  | **σd / σR,d =** | **0,306** | **0,738** | **0,259** | **0,676** | **0,306** | **#WERT!** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **#WERT!** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 410,0 | 865,9 | 410,0 | 865,9 | 410,0 | 7749,7 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,210** | **0,267** | **0,187** | **0,255** | **0,210** | **#WERT!** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **#WERT!** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt (zp<0) | | |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓖ - ⓗ | ⓗ - ⓘ | ⓘ - ⓙ | ⓙ - ⓚ | ⓚ - ⓛ |
| Längsträger | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 |
| Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 |
| Stützweite lSt [m] | 3,00 | 9,02 | 3,00 | 8,62 | 3,00 |
| Kippverband bei lSt/ |  |  |  |  |  |
| Knicklänge sK,y [m] | 3,00 | 9,02 | 3,00 | 8,62 | 3,00 |
| sK,z [m] | 3,00 | 9,02 | 3,00 | 8,62 | 3,00 |
| My,k [kNm] | 33 | 305 | 33 | 279 | 33 |
| Mz,k [kNm] | 2,1 | 3,5 | 0,4 | 3,2 | 2,1 |
| Nki,z,d [kN] | 8207 | 2506 | 8207 | 2744 | 13678 |
| Mcr [kNm] | 909 | 805 | 909 | 845 | 1515 |
| Mpl,y,d [kNm] | 225 | 690 | 225 | 690 | 225 |
| Mpl,z,d [kNm] | 106 | 236 | 106 | 236 | 106 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 0,50 | 0,93 | 0,50 | 0,90 | 0,39 |
| ΦLT | 0,603 | 0,877 | 0,603 | 0,859 | 0,554 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **1,000** | **0,836** | **1,000** | **0,849** | **1,000** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,22 | 0,79 | 0,22 | 0,71 | 0,22 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,03 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,03 |
| = | **0,278** | **0,823** | **0,232** | **0,742** | **0,278** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **kein** | **kein** | **kein** | **kein** | **kein** |
|  | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** |
|  | **erforderlich** | **erforderlich** | **erforderlich** | **erforderlich** | **erforderlich** |

**Nachweis der Längsträger ⓕ - ⓖ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓕ - ⓖ** | **ⓕ - ⓖ** | **ⓕ - ⓖ** | **ⓕ - ⓖ** | **ⓕ - ⓖ** | **ⓕ - ⓖ** |
|  | Hölle | **0,7** | **2,7** | **3,6** | **8,1** | **11,16** | **12,32** |
|  | Längsträger | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 500 | HEB 500 | HEB 360 |
|  | Metallsorte | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 |
|  | l st [m] | 26,61 | 25,26 | 24,65 | 21,61 | 19,55 | 18,76 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 16,44 | 22,58 | 25,73 | 21,92 | 35,02 | 25,40 |
| q2 [kN/m] | 16,44 | 22,58 | 25,73 | 21,92 | 35,02 | 25,40 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 26,61 | 25,26 | 24,65 | 21,61 | 19,55 | 18,76 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 229 | 295 | 327 | 247 | 352 | 248 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 1519 | 1860 | 2012 | 1331 | 1717 | 1161 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 1453 | 1798 | 1952 | 1278 | 1670 | 1116 |
|  | Mz,k [kNm] | 31,3 | 28,2 | 26,9 | 20,6 | 16,9 | 15,6 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 6425 | 6425 | 6425 | 4815 | 4815 | 2683 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1391 | 1391 | 1391 | 1292 | 1292 | 1032 |
|  | Av [cm²] | 110,9 | 110,9 | 110,9 | 90,2 | 90,2 | 61,0 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 38,8 | 46,5 | 49,9 | 43,9 | 55,5 | 67,2 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,323** | **0,386** | **0,414** | **0,364** | **0,460** | **0,557** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 7749,7 | 7749,7 | 7749,7 | 6304,7 | 6304,7 | 4262,0 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,056** | **0,068** | **0,074** | **0,068** | **0,092** | **0,096** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt(zp<0) | | |  |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓕ - ⓖ | ⓕ - ⓖ | ⓕ - ⓖ | ⓕ - ⓖ | ⓕ - ⓖ | ⓕ - ⓖ |
| Längsträger | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 500 | HEB 500 | HEB 360 |
| Metallsorte | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 |
| Stützweite lSt [m] | 26,61 | 25,26 | 24,65 | 21,61 | 19,55 | 18,76 |
| Kippverband bei lSt/ | 5m | 5m | 5m | 5m | 5m | 5m |
| Knicklänge sK,y [m] | 26,61 | 25,26 | 24,65 | 21,61 | 19,55 | 18,76 |
| sK,z [m] | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| My,k [kNm] | 1453 | 1798 | 1952 | 1278 | 1670 | 1116 |
| Mz,k [kNm] | 31,3 | 28,2 | 26,9 | 20,6 | 16,9 | 15,6 |
| Nki,z,d [kN] | 16995 | 16995 | 16995 | 15852 | 15852 | 12737 |
| Mcr [kNm] | 4557 | 4557 | 4557 | 3744 | 3744 | 2342 |
| Mpl,y,d [kNm] | 7780 | 7780 | 7780 | 5831 | 5831 | 3249 |
| Mpl,z,d [kNm] | 1684 | 1684 | 1684 | 1564 | 1564 | 1250 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 1,31 | 1,31 | 1,31 | 1,25 | 1,25 | 1,18 |
| ΦLT | 1,235 | 1,235 | 1,235 | 1,173 | 1,173 | 1,102 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,586** | **0,586** | **0,586** | **0,625** | **0,625** | **0,673** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,48 | 0,59 | 0,64 | 0,53 | 0,69 | 0,77 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| = | **0,507** | **0,618** | **0,667** | **0,547** | **0,705** | **0,785** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** |
|  | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** |
|  | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** |

**Nachweis der Längsträger ⓛ - ⓜ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓛ - ⓜ** | **ⓛ - ⓜ** | **ⓛ - ⓜ** | **ⓛ - ⓜ** | **ⓛ - ⓜ** | **ⓛ - ⓜ** |
|  | Hölle | **21,62** | **19,62** | **18,72** | **17,82** | **13,32** | **7,2** |
|  | Längsträger | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 500 | HEB 360 |
|  | Metallsorte | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 |
|  | l st [m] | 27,06 | 25,87 | 25,34 | 24,80 | 22,12 | 18,49 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 16,59 | 22,73 | 25,81 | 28,02 | 29,29 | 27,39 |
| q2 [kN/m] | 16,59 | 22,73 | 25,81 | 28,02 | 29,29 | 27,39 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 27,06 | 25,87 | 25,34 | 24,80 | 22,12 | 18,49 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 234 | 304 | 337 | 357 | 334 | 263 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 1583 | 1962 | 2130 | 2212 | 1844 | 1212 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 1516 | 1898 | 2067 | 2151 | 1789 | 1168 |
|  | Mz,k [kNm] | 32,4 | 29,6 | 28,4 | 27,2 | 21,7 | 15,1 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 6425 | 6425 | 6425 | 6425 | 4815 | 2683 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1391 | 1391 | 1391 | 1391 | 1292 | 1032 |
|  | Av [cm²] | 110,9 | 110,9 | 110,9 | 110,9 | 90,2 | 61,0 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 40,4 | 49,0 | 52,8 | 54,6 | 60,0 | 70,0 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,336** | **0,407** | **0,438** | **0,453** | **0,497** | **0,580** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 7749,7 | 7749,7 | 7749,7 | 7749,7 | 6304,7 | 4262,0 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,057** | **0,070** | **0,076** | **0,080** | **0,089** | **0,101** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt(zp<0) | | |  |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓛ - ⓜ | ⓛ - ⓜ | ⓛ - ⓜ | ⓛ - ⓜ | ⓛ - ⓜ | ⓛ - ⓜ |
| Längsträger | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 500 | HEB 360 |
| Metallsorte | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 | Mi 1332 |
| Stützweite lSt [m] | 27,06 | 25,87 | 25,34 | 24,80 | 22,12 | 18,49 |
| Kippverband bei lSt/ | 5m | 5m | 5m | 5m | 5m | 5m |
| Knicklänge sK,y [m] | 27,06 | 25,87 | 25,34 | 24,80 | 22,12 | 18,49 |
| sK,z [m] | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| My,k [kNm] | 1516 | 1898 | 2067 | 2151 | 1789 | 1168 |
| Mz,k [kNm] | 32,4 | 29,6 | 28,4 | 27,2 | 21,7 | 15,1 |
| Nki,z,d [kN] | 16995 | 16995 | 16995 | 16995 | 15852 | 12737 |
| Mcr [kNm] | 4557 | 4557 | 4557 | 4557 | 3744 | 2342 |
| Mpl,y,d [kNm] | 7780 | 7780 | 7780 | 7780 | 5831 | 3249 |
| Mpl,z,d [kNm] | 1684 | 1684 | 1684 | 1684 | 1564 | 1250 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 1,31 | 1,31 | 1,31 | 1,31 | 1,25 | 1,18 |
| ΦLT | 1,235 | 1,235 | 1,235 | 1,235 | 1,173 | 1,102 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,586** | **0,586** | **0,586** | **0,586** | **0,625** | **0,673** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,50 | 0,62 | 0,68 | 0,71 | 0,74 | 0,80 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| = | **0,529** | **0,652** | **0,707** | **0,733** | **0,758** | **0,820** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** |
|  | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** | **alle** |
|  | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** | **5m** |

**Nachweis der Längsträger ⓝ - ⓣ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓝ - ⓞ** | **ⓞ - ⓟ** | **ⓟ - ⓠ** | **ⓠ - ⓡ** | **ⓡ - ⓢ** | **ⓢ - ⓣ** |
|  | Purgatorium |  |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 600 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 240 |
|  | Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | S 235 |
|  | l st [m] | 12,73 | 3,36 | 8,42 | 3,36 | 23,34 | 3,36 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 34,92 | 45,18 | 47,20 | 45,18 | 34,26 | 45,18 |
| q2 [kN/m] | 34,92 | 45,18 | 47,20 | 45,18 | 34,26 | 45,18 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 12,73 | 3,36 | 8,42 | 3,36 | 23,34 | 3,36 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,48 | 1,18 | 0,59 | 1,18 | 0,48 | 1,18 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 232 | 82 | 207 | 82 | 410 | 82 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 736 | 69 | 436 | 69 | 2387 | 69 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 706 | 64 | 418 | 64 | 2329 | 64 |
|  | Mz,k [kNm] | 9,8 | 1,7 | 5,2 | 1,7 | 32,5 | 1,7 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 6425 | 1053 | 4815 | 1053 | 6425 | 1053 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1391 | 498 | 1292 | 498 | 1391 | 498 |
|  | Av [cm²] | 110,9 | 33,2 | 90,2 | 33,2 | 110,9 | 33,2 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 18,2 | 10,3 | 14,2 | 10,3 | 59,2 | 10,3 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,87** | **0,50** | **0,68** | **0,50** | **0,49** | **0,50** |
|  |  | **=1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 1367,3 | 410,0 | 1112,3 | 410,0 | 7749,7 | 410,0 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,29** | **0,32** | **0,30** | **0,32** | **0,09** | **0,32** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt(zp<0) | | |  |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓝ - ⓞ | ⓞ - ⓟ | ⓟ - ⓠ | ⓠ - ⓡ | ⓡ - ⓢ | ⓢ - ⓣ |
| Längsträger | HEB 600 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 240 |
| Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | S 235 |
| Stützweite lSt [m] | 12,73 | 3,36 | 8,42 | 3,36 | 23,34 | 3,36 |
| Kippverband bei lSt/ | 3 |  | 2 | 2 | 6 |  |
| Knicklänge sK,y [m] | 12,73 | 3,36 | 8,42 | 3,36 | 23,34 | 3,36 |
| sK,z [m] | 4,24 | 3,36 | 4,21 | 1,68 | 3,89 | 3,36 |
| My,k [kNm] | 706 | 64 | 418 | 64 | 2329 | 64 |
| Mz,k [kNm] | 9,8 | 1,7 | 5,2 | 1,7 | 32,5 | 1,7 |
| Nki,z,d [kN] | 14158 | 6542 | 13416 | 26169 | 28078 | 6542 |
| Mcr [kNm] | 3516 | 777 | 2890 | 2272 | 6737 | 777 |
| Mpl,y,d [kNm] | 1373 | 225 | 1029 | 225 | 7780 | 225 |
| Mpl,z,d [kNm] | 297 | 106 | 276 | 106 | 1684 | 106 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 0,62 | 0,54 | 0,60 | 0,31 | 1,07 | 0,54 |
| ΦLT | 0,670 | 0,623 | 0,654 | 0,528 | 1,004 | 0,623 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,966** | **0,990** | **0,974** | **1,000** | **0,743** | **0,990** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,80 | 0,43 | 0,62 | 0,42 | 0,60 | 0,43 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 |
| = | **0,862** | **0,470** | **0,666** | **0,466** | **0,635** | **0,470** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **Kippverband** | **kein** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **kein** |
|  | **in den** | **Kippverband** | **in** | **in** | **in den** | **Kippverband** |
|  | **1/3-Punkten** | **erforderlich** | **Feldmitte** | **Feldmitte** | **1/6-Punkten** | **erforderlich** |

**Nachweis der Längsträger ⓣ - ⓨ**

Lasten und Schnittkräfte sind charakteristische Werte.

Querschnittswerte nach "Stahlbauprofile", 24.Auflage, Verlag Stahleisen.

γF =1,5 γM =1,1(DIN EN 12812 9.5.1)



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Trägerfeld** | **ⓣ - ⓤ** | **ⓤ - ⓥ** | **ⓥ - ⓦ** | **ⓦ - ⓧ** | **ⓧ - ⓨ** |
|  | Purgatorium |  |  |  |  |  |
|  | Längsträger | HEB 360 | HEB 240 | HEB 360 | HEB 240 | HEB 600 |
|  | Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 |
|  | l st [m] | 5,63 | 3,36 | 5,63 | 3,36 | 20,63 |
| **Vertikallasten:** | |  |  |  |  |  |
| Beton + Schalung +Betonierdruck +gTräger +Nutzlast | q1 [kN/m] | 46,75 | 45,18 | 46,75 | 45,18 | 46,93 |
| q2 [kN/m] | 46,75 | 45,18 | 46,75 | 45,18 | 46,93 |
| a1 [m] | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| c1 [m] | 5,63 | 3,36 | 5,63 | 3,36 | 20,63 |
| erhöhte Nutzlast | q\* [kN/m²] | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 1,75 |
| auf 3,0x3,0m², | Einflussbreite [m] | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
|  | q\* [kN/m] | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 |
| **Horizontallasten:** | |  |  |  |  |  |
| qWind + qp/100 |  |  |  |  |  |  |
| qh [kN/m] | 0,58 | 0,51 | 0,58 | 1,18 | 0,60 |
| **Schnittkräfte:** |  |  |  |  |  |  |
| q\* am Auflager: | max Qz,k [kN] | 139 | 82 | 139 | 82 | 494 |
| q\* in Feldmitte: | max My,k [kNm] | 196 | 69 | 196 | 69 | 2543 |
| ohne q\*: | My,k [kNm] | 185 | 64 | 185 | 64 | 2493 |
|  | Mz,k [kNm] | 2,3 | 0,7 | 2,3 | 1,7 | 31,7 |
| **Querschnittswerte:** | |  |  |  |  |  |
|  | Wpl,y [cm³] | 2683 | 1053 | 2683 | 1053 | 6425 |
|  | Wpl,z [cm³] | 1032 | 498 | 1032 | 498 | 1391 |
|  | Av [cm²] | 61,0 | 33,2 | 61,0 | 33,2 | 110,9 |
| **Nachweis:** |  |  |  |  |  |  |
| d = My,d/Wpl,y+Mz,d/Wpl,z [kN/cm²] | | 11,3 | 10,0 | 11,3 | 10,3 | 62,8 |
|  | **σd / σR,d =** | **0,54** | **0,48** | **0,54** | **0,50** | **0,52** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
| VPL,Rd= fyd·Av·3-0,5 | | 751,9 | 410,0 | 751,9 | 410,0 | 7749,7 |
|  | **max Qz,k / VPl,Rd** | **0,29** | **0,31** | **0,29** | **0,32** | **0,11** |
|  |  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **HEB - Längsträger Biegedrillknicknachweis** | | |  |  |  |
| Querlasten werden am Obergurt angreifend angesetzt (zp<0) | | |  |  |  |
| Trägerfeld | ⓣ - ⓤ | ⓤ - ⓥ | ⓥ - ⓦ | ⓦ - ⓧ | ⓧ - ⓨ |
| Längsträger | HEB 360 | HEB 240 | HEB 360 | HEB 240 | HEB 600 |
| Metallsorte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 |
| Stützweite lSt [m] | 5,63 | 3,36 | 5,63 | 3,36 | 20,63 |
| Kippverband bei lSt/ |  |  |  |  | 5 |
| Knicklänge sK,y [m] | 5,63 | 3,36 | 5,63 | 3,36 | 20,63 |
| sK,z [m] | 5,63 | 3,36 | 5,63 | 3,36 | 4,13 |
| My,k [kNm] | 185 | 64 | 185 | 64 | 2493 |
| Mz,k [kNm] | 2,3 | 0,7 | 2,3 | 1,7 | 31,7 |
| Nki,z,d [kN] | 6028 | 6542 | 6028 | 6542 | 24958 |
| Mcr [kNm] | 1206 | 777 | 1206 | 777 | 6127 |
| Mpl,y,d [kNm] | 573 | 225 | 573 | 225 | 7780 |
| Mpl,z,d [kNm] | 220 | 106 | 220 | 106 | 1684 |
| -LT=(Mpl,yd/Mcr)0,5 | 0,69 | 0,54 | 0,69 | 0,54 | 1,13 |
| ΦLT | 0,709 | 0,623 | 0,709 | 0,623 | 1,052 |
| Abminderungsfaktor für Biegedrillknicken XLT | **0,945** | **0,990** | **0,945** | **0,990** | **0,708** |
|
| My/(XLT·Mpl,y,d) | 0,51 | 0,43 | 0,51 | 0,43 | 0,68 |
| +0,95·Mz/Mpl,z,d | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,03 |
| = | **0,538** | **0,447** | **0,538** | **0,470** | **0,709** |
|  | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** | **< 1/1,15** |
|  | **kein** | **kein** | **kein** | **kein** | **Kippverband** |
|  | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **Kippverband** | **in den** |
|  | **erforderlich** | **erforderlich** | **erforderlich** | **erforderlich** | **1/5-Punkten** |

**Gabellagerung der HEB-Längsträger**

Die Gabellagerung der Längsträger wird durch im Auflagerbereich eingeschweißte Schottbleche gewährleistet. siehe auch: Beuth-Kommentare - Gerüste - Kommentar zu DIN-Gerüstnormen, Beuth-Verlag GmbH, 1.Auflage 1995

einseitige Steife in jedem HEB  
t= 10, 4 umlaufend, o.glw  
Abstand vom Auflager ≤ 30cm

a3.wmf

Prinzipskizze:

HEB 240...600 HEB 240...600

Jochträger HEB 360

Zentrierleiste

Horizontallasteinleitung in den Jochquerträger

Die horizontale Belastung der Längsträger wird über die auftretende Auflagerreibung in die Jochquerträger eingeleitet. Die maximalen Horizontallasten treten erst für Vollbelastung der Schalung, d.h. maximaler Auflagerreibung auf.

**Gabellagerung der HEB-Längsträger**

Die Gabellagerung der Längsträger wird durch im Auflagerbereich eingeschweißte Schottbleche gewährleistet. siehe auch: Beuth-Kommentare - Gerüste - Kommentar zu DIN-Gerüstnormen, Beuth-Verlag GmbH, 1.Auflage 1995

einseitige Steife in jedem HEB  
t= 10, 4 umlaufend, o.glw  
Abstand vom Auflager ≤ 30cm

a4.wmf

Prinzipskizze:

HEB 240...600 HEB 240...600

Jochträger HEB 360

Keilzentrierleiste

Horizontallasteinleitung in den Jochquerträger

Die horizontale Belastung der Längsträger wird über die auftretende Auflagerreibung in die Jochquerträger eingeleitet. Die maximalen Horizontallasten treten erst für Vollbelastung der Schalung, d.h. maximaler Auflagerreibung auf.

**Stegpressungsnachweis nach DIN EN 1993-1-5 Kapitel 6**

b1.wmf

b4.wmf

b2.wmf

b5.wmf

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | | | | | |
| Trägerfeld | Ⓐ - Ⓑ | Ⓑ - Ⓒ | Ⓒ - Ⓓ | Ⓓ - Ⓔ | Ⓔ - Ⓕ | Ⓕ - Ⓖ | Diesseits |
| max Qz,k | 398 | 64 | 233 | 226 | 233 | 64 | kN |
| q | 39,43 | 39,39 | 40,63 | 40,67 | 40,63 | 39,39 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 606 | 105 | 358 | 349 | 358 | 105 | kN |
| **Längsträger** | HEB 600 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 240 |  |
| Metallgüte fyk | Mi 1332 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1,55 | 1 | 1,55 | 1,55 | 1,55 | 1 | cm |
| Steghöhe hwL | 54 | 20,6 | 54 | 54 | 54 | 20,6 | cm |
| Flanschdicke tfL | 3 | 1,7 | 3 | 3 | 3 | 1,7 | cm |
| Radius RL | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,1 | cm |
| Flanschbreite bfL | 30 | 24 | 30 | 30 | 30 | 24 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 3,89 | 6 | 3,89 | 3,89 | 3,89 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 19 | 24 | 19 | 19 | 19 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 6,48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| Le nach GL 6.13 | 13,642825 | 12,3 | 17 | 17 | 17 | 12,3 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 28,9 | 20,6 | 30,2 | 30,2 | 30,2 | 20,6 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 5070 | 5505 | 5070 | 5070 | 5070 | 5505 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 1,08 | 0,30 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,30 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 0,46 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **13,3** | **20,6** | **30,2** | **30,2** | **30,2** | **20,6** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 2500 | 441 | 1000 | 1000 | 1000 | 441 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,24** | **0,24** | **0,36** | **0,35** | **0,36** | **0,24** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | Mi 1332 | Mi 1332 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 8,71 | 7,46 | 8,71 | 8,71 | 8,71 | 7,46 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 37,0 | 35,7 | 37,0 | 37,0 | 37,0 | 35,7 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 1,23 | 1,20 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,41 | 0,42 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 0,99 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **15,1** | **14,8** | **35,9** | **35,9** | **35,9** | **35,3** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 2285 | 2246 | 960 | 960 | 960 | 943 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,27** | **0,05** | **0,37** | **0,36** | **0,37** | **0,11** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | |
| Trägerfeld | Ⓖ - Ⓗ | Ⓗ - Ⓘ | Diesseits |
| max Qz,k | 223 | 233 | kN |
| q | 40,63 | 40,67 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 343 | 359 | kN |
| **Längsträger** | HEB 600 | HEB 600 |  |
| Metallgüte fyk | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1,55 | 1,55 | cm |
| Steghöhe hwL | 54 | 54 | cm |
| Flanschdicke tfL | 3 | 3 | cm |
| Radius RL | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfL | 30 | 30 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 3,89 | 3,89 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 19 | 19 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 0 | 0 |  |
| Le nach GL 6.13 | 17 | 17 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 30,2 | 30,2 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 5070 | 5070 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 0,47 | 0,47 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **30,2** | **30,2** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1000 | 1000 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,34** | **0,36** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 8,71 | 8,71 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 37,0 | 37,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,51 | 0,51 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,97 | 0,97 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **35,9** | **35,9** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 960 | 960 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,36** | **0,37** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | | | | | |
| Trägerfeld | ⓐ - ⓑ | ⓑ - ⓒ | ⓒ - ⓓ | ⓓ - ⓔ | ⓔ - ⓕ | ⓕ - ⓖ | Hölle |
| max Qz,k | 175 | 39 | 175 | 60 | 92 | 352 | kN |
| q | 30,51 | 29,76 | 30,51 | 29,76 | 30,10 | 35,02 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 270 | 65 | 270 | 97 | 144 | 536 | kN |
| **Längsträger** | HEB 500 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 300 | HEB 600 |  |
| Metallgüte fyk | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1,45 | 1 | 1,45 | 1 | 1,1 | 1,55 | cm |
| Steghöhe hwL | 44,4 | 20,6 | 44,4 | 20,6 | 26,2 | 54 | cm |
| Flanschdicke tfL | 2,8 | 1,7 | 2,8 | 1,7 | 1,9 | 3 | cm |
| Radius RL | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfL | 30 | 24 | 30 | 24 | 30 | 30 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 4,3 | 6 | 4,3 | 6 | 5,89 | 3,89 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 21 | 24 | 21 | 24 | 27 | 19 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,48 |  |
| Le nach GL 6.13 | 17 | 12,3 | 17 | 12,3 | 15,1 | 13,642825 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 29,7 | 20,6 | 29,7 | 20,6 | 25,0 | 28,9 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 5580 | 5505 | 5580 | 5505 | 5655 | 5070 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 0,43 | 0,30 | 0,43 | 0,30 | 0,34 | 1,08 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,46 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **29,7** | **20,6** | **29,7** | **20,6** | **25,0** | **13,3** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 921 | 441 | 921 | 441 | 588 | 2500 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,29** | **0,15** | **0,29** | **0,22** | **0,25** | **0,21** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | II\_PB 220 | II\_PB 220 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 355 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 2,8 | 2,8 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 18,4 | 18,4 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 0 | 0 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 22 | 22 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 8,61 | 13,26 | 14,41 | 7,46 | 8,26 | 8,71 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 8 | 8 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 2,09 | 2,09 | 3,92 | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 36,9 | 28,2 | 29,4 | 35,7 | 36,5 | 37,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 9865 | 9865 | 4102 | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,51 | 0,43 | 0,54 | 0,51 | 0,51 | 1,23 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,97 | 1 | 0,92 | 0,99 | 0,98 | 0,41 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **35,9** | **28,2** | **27,0** | **35,3** | **35,7** | **15,1** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 958 | 1688 | 2439 | 943 | 954 | 2285 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,28** | **0,04** | **0,11** | **0,10** | **0,15** | **0,23** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | | | | | |
| Trägerfeld | ⓖ - ⓗ | ⓗ - ⓘ | ⓘ - ⓙ | ⓙ - ⓚ | ⓚ - ⓛ | ⓛ - ⓜ | Diesseits |
| max Qz,k | 50 | 144 | 50 | 138 | 50 | 357 | kN |
| q | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 30,07 | 29,76 | 37,17 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 82 | 223 | 82 | 214 | 82 | 544 | kN |
| **Längsträger** | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 | HEB 400 | HEB 240 | HEB 600 |  |
| Metallgüte fyk | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1 | 1,35 | 1 | 1,35 | 1 | 1,55 | cm |
| Steghöhe hwL | 20,6 | 35,2 | 20,6 | 35,2 | 20,6 | 54 | cm |
| Flanschdicke tfL | 1,7 | 2,4 | 1,7 | 2,4 | 1,7 | 3 | cm |
| Radius RL | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfL | 24 | 30 | 24 | 30 | 24 | 30 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 6 | 4,9 | 6 | 4,9 | 6 | 3,89 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 24 | 22 | 24 | 22 | 24 | 19 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,48 |  |
| Le nach GL 6.13 | 12,3 | 17 | 12,3 | 17 | 12,3 | 13,642825 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 20,6 | 28,3 | 20,6 | 28,3 | 20,6 | 28,9 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 5505 | 6473 | 5505 | 6473 | 5505 | 5070 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 0,30 | 0,37 | 0,30 | 0,37 | 0,30 | 1,08 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,46 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **20,6** | **28,3** | **20,6** | **28,3** | **20,6** | **13,3** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 441 | 817 | 441 | 817 | 441 | 2500 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,18** | **0,27** | **0,18** | **0,26** | **0,18** | **0,22** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | II\_PB 220 | II\_PB 220 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 355 | S 355 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 2,8 | 2,8 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 18,4 | 18,4 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 0 | 0 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 22 | 22 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 7,46 | 8,51 | 13,26 | 14,31 | 7,46 | 8,71 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 8 | 8 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 3,92 | 2,09 | 2,09 | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 35,7 | 36,8 | 28,2 | 29,3 | 35,7 | 37,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 4102 | 9865 | 9865 | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,51 | 0,51 | 0,53 | 0,54 | 0,51 | 1,23 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,99 | 0,97 | 0,94 | 0,92 | 0,99 | 0,41 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **35,3** | **35,8** | **26,5** | **26,9** | **35,3** | **15,1** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 943 | 957 | 2391 | 2435 | 943 | 2285 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,09** | **0,23** | **0,03** | **0,09** | **0,09** | **0,24** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | | | | | |
| Trägerfeld | ⓝ - ⓞ | ⓞ - ⓟ | ⓟ - ⓠ | ⓠ - ⓡ | ⓡ - ⓢ | ⓢ - ⓣ | Purgatorium |
| max Qz,k | 232 | 82 | 207 | 82 | 410 | 82 | kN |
| q | 34,92 | 45,18 | 47,20 | 45,18 | 34,26 | 45,18 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 355 | 133 | 322 | 133 | 622 | 133 | kN |
| **Längsträger** | HEB 600 | HEB 240 | HEB 500 | HEB 240 | HEB 600 | HEB 240 |  |
| Metallgüte fyk | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1,55 | 1 | 1,45 | 1 | 1,55 | 1 | cm |
| Steghöhe hwL | 54 | 20,6 | 44,4 | 20,6 | 54 | 20,6 | cm |
| Flanschdicke tfL | 3 | 1,7 | 2,8 | 1,7 | 3 | 1,7 | cm |
| Radius RL | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | cm |
| Flanschbreite bfL | 30 | 24 | 30 | 24 | 30 | 24 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 3,89 | 6 | 4,3 | 6 | 3,89 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 19 | 24 | 21 | 24 | 19 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,48 | 0 |  |
| Le nach GL 6.13 | 17 | 12,3 | 17 | 12,3 | 13,642825 | 12,3 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 30,2 | 20,6 | 29,7 | 20,6 | 28,9 | 20,6 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 5070 | 5505 | 5580 | 5505 | 5070 | 5505 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 0,47 | 0,30 | 0,43 | 0,30 | 1,08 | 0,30 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,46 | 1 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **30,2** | **20,6** | **29,7** | **20,6** | **13,3** | **20,6** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1000 | 441 | 921 | 441 | 2500 | 441 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,36** | **0,30** | **0,35** | **0,30** | **0,25** | **0,30** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 8,71 | 7,46 | 8,61 | 7,46 | 8,71 | 7,46 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 37,0 | 35,7 | 36,9 | 35,7 | 37,0 | 35,7 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 1,23 | 0,51 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,97 | 0,99 | 0,97 | 0,99 | 0,41 | 0,99 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **35,9** | **35,3** | **35,9** | **35,3** | **15,1** | **35,3** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 960 | 943 | 958 | 943 | 2285 | 943 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,37** | **0,14** | **0,34** | **0,14** | **0,27** | **0,14** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Längsträger und Jochquerträger** | | | | | | |
| Trägerfeld | ⓣ - ⓤ | ⓤ - ⓥ | ⓥ - ⓦ | ⓦ - ⓧ | ⓧ - ⓨ | Purgatorium |
| max Qz,k | 139 | 82 | 139 | 82 | 494 | kN |
| q | 46,75 | 45,18 | 46,75 | 45,18 | 46,93 | kN/m |
| Vd= 1,5· (max Qz,k + c·q) | 219 | 133 | 219 | 133 | 751 | kN |
| **Längsträger** | HEB 360 | HEB 240 | HEB 360 | HEB 240 | HEB 600 |  |
| Metallgüte fyk | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twL | 1,25 | 1 | 1,25 | 1 | 1,55 | cm |
| Steghöhe hwL | 31,5 | 20,6 | 31,5 | 20,6 | 54 | cm |
| Flanschdicke tfL | 2,25 | 1,7 | 2,25 | 1,7 | 3 | cm |
| Radius RL | 2,7 | 2,1 | 2,7 | 2,1 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfL | 30 | 24 | 30 | 24 | 30 | cm |
| Überstand c | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | cm |
| kF (Typ C)= Min(6;2+6·(ss+c/hw)) | 5,24 | 6 | 5,24 | 6 | 3,89 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | cm |
| m1=bfL / twL | 24 | 24 | 24 | 24 | 19 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwL/tfL)² | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,48 |  |
| Le nach GL 6.13 | 17 | 12,3 | 17 | 12,3 | 13,642825 | cm |
| Ly = Min (GL 6.11; 6.12) | 28,0 | 20,6 | 28,0 | 20,6 | 28,9 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twL³/hwL | 6141 | 5505 | 6141 | 5505 | 5070 | kN |
| Schlankheit = (lyL·twL·fyd)0,5 | 0,37 | 0,30 | 0,37 | 0,30 | 1,08 |  |
| XFL = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,46 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **28,0** | **20,6** | **28,0** | **20,6** | **13,3** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 748 | 441 | 748 | 441 | 2500 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,29** | **0,30** | **0,29** | **0,30** | **0,30** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| ss = MIN(bfl;2·2+twL+2·RL·(2-20,5)) | 8,41 | 7,46 | 8,41 | 7,46 | 8,71 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 36,7 | 35,7 | 36,7 | 35,7 | 37,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | 4102 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 0,51 | 1,23 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,98 | 0,99 | 0,98 | 0,99 | 0,41 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **35,8** | **35,3** | **35,8** | **35,3** | **15,1** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 956 | 943 | 956 | 943 | 2285 | kN |
| **Vd/FRd** | **0,23** | **0,14** | **0,23** | **0,14** | **0,33** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | |

## Verformung der Längsträger

**Maximale Durchbiegung der Längsträger**

- ohne Berücksichtigung der erhöhten Nutzlast

- gleichmäßige Längsneigung zwischen den Jochen

Die Durchbiegung der Längsträger wird durch eine bauseitige Überhöhungsleiste ausgeglichen. Es werden 80 % der theoretischen Verformungen angesetzt (Erfahrungswert der Gerüstbaufirma).



Wie bei jedem Traggerüst, wird auch bei diesem Zeit in die Verbesserung der Vorlagen investiert. Die alten Vorlagen sind sehr sperrig und nur bei Traggerüsten mit 4 Jochen effizient. Besonders bewährt haben sich die Diagramme, die 3 Überhöhungsleisten darstellen können. Oft waren manuelle Anpassungen nötig, denn die Anzahl der Teilungspunkte war vorgeschrieben und nur die beiden äußeren Träger bekamen ihre eigene Diagrammkurve. Zwar gab es eine Spalte für Länge und Trägheit, aber diese funxionierte nur korrekt, wenn überall die gleichen Werte drin standen. Viele Spalten mit gleichen Werten rauben viel Platz, der besser für eine grafische Darstellung genutzt werden sollte. Nach der manuellen Anpassung muss oft die Einfügbarkeit in Word wiederhergestellt werden. Sowas raubt viel Zeit.

Zum Glück gibt es WMF-Balken, sodass innerhalb von 5 Stunden dieses Makro geschrieben wurde, welches sich nach 3 Traggerüsten dieser Größe amortisieren wird:

Sub Durchbiegung()

Dim Zeile%, Spalte%, Start%, Ende%, Teilungspunkte As Integer

Dim a%, b%, c%, d%, f%, Zeilen%, Gruppen As Integer

Dim Datei$, Malobjekte$, Feldname$, Feldname2$, Preader$, Meta$, Header$, Dateipfad$

Dim X%, Y%, y1%, y2%, x1%, x2 As Integer

Dim w#, MaxLast As Double

Dim tx$, Zeichen As String

Dim Träger() As String

Dim Material() As String

Dim Last() As Double

Dim Länge() As Double

Dim Gruppe() As Integer

Dim kText(30) As String

Dim kAnzahl(30) As Integer

Dim kTräger(30) As String

Dim kMaterial(30) As String

Dim kLast(30) As Double

Dim kLänge(30) As Double

Dim Iy(30) As Double

Dim E(30) As Double

Dim MaxU(30) As Double

Dim DAngaben(10)

Dim DKurveneigenschaften(3, 1)

Dim Dwerte()

Dim Ws As Worksheet

Set Ws = Application.ActiveWorkbook.ActiveSheet

Zeile = Selection.Row

For a = Zeile To 1 Step -1

If Ws.Cells(a, 1) = "Feld" Then

Start = a + 2

Feldname = Ws.Cells(a, 2)

Feldname2 = Ws.Cells(a, 3)

Exit For

End If

Next

For a = Start + 1 To Start + 40

If Ws.Cells(a, 1) = "" Then Ende = a: Exit For

Next

Zeilen = Ende - Start

ReDim Träger(Zeilen)

ReDim Material(Zeilen)

ReDim Last(Zeilen)

ReDim Länge(Zeilen)

ReDim Gruppe(Zeilen + 1)

b = 0

Teilungspunkte = 6

For a = Start To Ende - 1

b = b + 1

Träger(b) = Ws.Cells(a, 1) 'Träger

Material(b) = Ws.Cells(a, 2) 'Material

Last(b) = Ws.Cells(a, 3) 'Last

If Last(b) > MaxLast Then MaxLast = Last(b)

Länge(b) = Ws.Cells(a, 4) 'Länge

Gruppe(b) = Ws.Cells(a, 5) 'Gruppe

c = 2 \* ((Länge(b) + 2) \ 4)

If c > Teilungspunkte Then Teilungspunkte = c

Next

ReDim Dwerte(Teilungspunkte + 1, 1)

For a = 1 To Zeilen

b = Gruppe(a)

kAnzahl(b) = kAnzahl(b) + 1

kTräger(b) = Träger(a)

kMaterial(b) = Material(a)

kLast(b) = kLast(b) + Last(a)

kLänge(b) = Länge(a)

Next

For a = 1 To 30

If kAnzahl(a) > 0 Then

kLast(a) = kLast(a) / kAnzahl(a)

Iy(a) = Wertauslesen(QSwerte(kTräger(a), kMaterial(a)), 2)

E(a) = eModul(kMaterial(a))

Gruppen = Gruppen + 1

End If

Next

For a = 1 To Zeilen + 1

If Gruppe(a) <> Gruppe(a - 1) Then

Ende = a - 1

If kText(Gruppe(a - 1)) = "" Then Zeichen = "" Else Zeichen = ";"

If Start = Ende Then

tx = Zeichen & Ende

Else

tx = Zeichen & Start & "-" & Ende

End If

kText(Gruppe(a - 1)) = kText(Gruppe(a - 1)) & tx

Start = a

End If

Next

Malobjekte = FontErstellen(48, 0) & PinselErstellen(0, 0, 0) & FüllerErstellen(2, 0, 0, 0)

Malobjekte = Malobjekte & unsichtbarerPinselErstellen() & FontErstellen(48, 900) & TextDecktNichtAb()

For a = 1 To Gruppen

If Gruppen < 2 Then w = 0 Else w = (a - 1) \* 255 / (Gruppen - 1)

Malobjekte = Malobjekte & PinselErstellen(255 - w, 0, w)

Next

For a = 1 To Gruppen

If Gruppen < 2 Then w = 0 Else w = (a - 1) \* 64 / (Gruppen - 1)

Malobjekte = Malobjekte & PinselErstellen(255 - w, 192, 191 + w)

Next

X = 10: Y = 10

Datei = ObjektWählen3(0, 2, 3) & TextZeichnen("Feld", Y, X)

tx = Feldname & " -"

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, Y, X + 100) & Kreiszeichnen(X + 115, Y + 20, 22) & Kreiszeichnen(X + 185, Y + 20, 22)

Datei = Datei & TextZeichnen(Feldname2, Y, X + 170)

tx = "L= " & Abschneiden(kLänge(1)) & " m": Y = Y + 50

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, Y, X)

tx = kTräger(1) & " " & kMaterial(1): Y = Y + 50

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, Y, X)

tx = "I= " & Abschneiden(Iy(1)) & " cm4": Y = Y + 50

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, Y, X)

tx = "E= " & E(1) & " kN/cm²": Y = Y + 50

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, Y, X)

Datei = Datei & ObjektWählen(4)

For a = 1 To Zeilen

b = Gruppe(a) + 4

If Gruppe(a) <> Gruppe(a - 1) Then Datei = Datei & ObjektWählen(b)

If Zeilen > 18 Then X = 250 + a \* 1300 / Zeilen Else X = 250 + a \* 70

y1 = 250 - 250 \* Last(a) / MaxLast

y2 = 250

Datei = Datei & PfeilZeichnen(X, y1, X, y2, 28)

tx = Abschneiden2(Last(a), 5)

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, y2 - 40, X)

Next

Datei = Datei & ObjektWählen(0)

DAngaben(3) = -1

DAngaben(7) = Teilungspunkte + 1

DAngaben(8) = 1

DAngaben(9) = 28

For a = 1 To Gruppen

b = (a - 1) \ 2

y1 = 610 + b \* 430

x1 = 20 + 800 \* ((a - 1) Mod 2)

y2 = y1 - 300

x2 = x1 + 720

DAngaben(0) = WmfBiPunkt(y1, x1, y2, x2)

DAngaben(2) = "Träger " & kText(a) '& " q= " & Abschneiden(kLast(a))

DKurveneigenschaften(2, 0) = a + 4

DKurveneigenschaften(2, 1) = a + 4 + Gruppen

For c = 0 To Teilungspunkte

w = c / Teilungspunkte

Dwerte(c+1, 0) = w \* kLänge(a)

Dwerte(c+1, 1) = 0.8\*(w ^ 4- 2\*w ^ 3 + w)\*kLast(a)\*kLänge(a) ^ 4\*10 ^ 6 / (24\*E(a)\*Iy(a))

Next

Datei = Datei & KKTdiagramm(DAngaben, DKurveneigenschaften, Dwerte, "")

tx = Chr(248) & "q= " & Abschneiden2(kLast(a), 5)

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, y1 - 150, x1 + 300)

If kLänge(1) <> kLänge(a) Then

tx = kTräger(a) & " L= " & Abschneiden(kLänge(a))

Datei = Datei & TextZeichnen(tx, y1 - 100, x1 + 250)

End If

Next

If Gruppen = 3 Then

ReDim Dwerte(Teilungspunkte + 1, 3)

For c = 0 To Teilungspunkte

w = c / Teilungspunkte

Dwerte(c+1, 0) = w \* kLänge(1)

Dwerte(c+1, 3) = 0.8\*(w ^ 4 -2\*w ^ 3 + w)\*kLast(1)\*kLänge(1) ^ 4\*10 ^ 6 / (24\*E(1)\*Iy(1))

Dwerte(c+1, 2) = 0.8\*(w ^ 4 -2\*w ^ 3 + w)\*kLast(2)\*kLänge(2) ^ 4\*10 ^ 6 / (24\*E(2)\*Iy(2))

Dwerte(c+1, 1) = 0.8\*(w ^ 4 -2\*w ^ 3 + w)\*kLast(3)\*kLänge(3) ^ 4\*10 ^ 6 / (24\*E(3)\*Iy(3))

Next

DAngaben(8) = 3

Dim Kurveneigenschaften(3, 3)

Kurveneigenschaften(2, 0) = 1

Kurveneigenschaften(2, 1) = 3 + 4 + Gruppen

Kurveneigenschaften(2, 2) = 2 + 4 + Gruppen

Kurveneigenschaften(2, 3) = 1 + 4 + Gruppen

b = (4 - 1) \ 2

y1 = 610 + b \* 430

x1 = 20 + 800 \* ((4 - 1) Mod 2)

y2 = y1 - 300

x2 = x1 + 720

DAngaben(0) = WmfBiPunkt(y1, x1, y2, x2)

DAngaben(2) = "Feld " & Feldname & Feldname2

Datei = Datei & KKTdiagramm(DAngaben, Kurveneigenschaften, Dwerte, "")

End If

y2 = 670 + 430 \* ((Gruppen - 1) \ 2)

Preader = WmfPunkt(52695, 39622) & WmfZeichen(0) & WmfBiPunkt(0, 0, 1600, y2) & WmfZeichen(254) & WmfPunkt(0, 0)

Preader = Preader & WmfZeichen(Checksumme(Preader))

Meta = MetaSetWindowOrg(Preader)

Datei = Meta & Malobjekte & Datei

Header = WMFheader(Datei)

Datei = Preader & Header & Datei & Chr(3) & Chr(0) & Chr(0) & Chr(0) & Chr(0) & Chr(0)

Dateipfad = ActiveWorkbook.Path & "\Biegung" & Feldname & Feldname2 & ".wmf"

f = FreeFile

Open Dateipfad For Output As #f

Print #f, Datei

Close #f

End Sub

Biegung_AB.wmf

Biegung_CD.wmf

Biegung_DE.wmf

Biegung_EF.wmf

Biegung_GH.wmf

Biegung_HI.wmf

Biegungab.wmf

Biegungbc.wmf

Biegungcd.wmf

Biegungef.wmf

Biegungfg.wmfBiegungfg.wmf

Biegunghi.wmf

Biegungjk.wmf

Biegunglm.wmfBiegunglm.wmf

Biegungno.wmf

Biegungpq.wmf

Biegungrs.wmf

Biegungtu.wmf

Biegunguv.wmf

Biegungvw.wmf

Biegungxy.wmf

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | Außenträger: | 1,86 | 3,20 | 3,68 |
|  | **Trägerfeld** | **Ⓐ - Ⓑ** |  | **23 x HEB** | **600** | Zwischentr.: | 3,89 | 6,68 | 7,68 |
|  |  |  |  |  |  | Innenträger: | 4,99 | 8,57 | 9,86 |
| 1 | 14,08 | 19,69 | 171000 | 4,60 | 3,68 | |  | | --- | |  | |  |  |  |
| 2 | 29,37 | 19,69 | 171000 | 9,61 | 7,68 |  |  |  |  |
| 3 | 36,65 | 19,69 | 171000 | 11,99 | 9,59 |  |  |  |  |
| 4 | 39,39 | 19,69 | 171000 | 12,88 | 10,30 |  |  |  |  |
| 5 | 39,43 | 19,69 | 171000 | 12,89 | 10,32 |  |  |  |  |
| 6 | 38,40 | 19,69 | 171000 | 12,56 | 10,04 |  |  |  |  |
| 7 | 36,79 | 19,69 | 171000 | 12,03 | 9,62 |  |  |  |  |
| 8 | 36,41 | 19,69 | 171000 | 11,91 | 9,52 |  |  |  |  |
| 9 | 36,44 | 19,69 | 171000 | 11,92 | 9,53 | **Träger Nr.** | **3 - 21** | **Träger Nr.** | **1 ; 23** |
| 10 | 36,83 | 19,69 | 171000 | 12,04 | 9,63 | Øq= | 37,69 | Øq= | 14,08 |
| 11 | 38,30 | 19,69 | 171000 | 12,52 | 10,02 |  |  | **Träger Nr.** | **2 ; 22** |
| 12 | 38,87 | 19,69 | 171000 | 12,71 | 10,17 |  |  | Øq= | 29,37 |
| 13 | 38,30 | 19,69 | 171000 | 12,52 | 10,02 | E-Modul = | 35000 | kN/cm² |  |
| 14 | 36,83 | 19,69 | 171000 | 12,04 | 9,63 |  |  |  |  |
| 15 | 36,44 | 19,69 | 171000 | 11,92 | 9,53 |  |  |  |  |
| 16 | 36,41 | 19,69 | 171000 | 11,91 | 9,52 |  |  |  |  |
| 17 | 36,79 | 19,69 | 171000 | 12,03 | 9,62 |  |  |  |  |
| 18 | 38,40 | 19,69 | 171000 | 12,56 | 10,04 |  |  |  |  |
| 19 | 39,43 | 19,69 | 171000 | 12,89 | 10,32 |  |  |  |  |
| 20 | 39,39 | 19,69 | 171000 | 12,88 | 10,30 |  |  |  |  |
| 21 | 36,65 | 19,69 | 171000 | 11,99 | 9,59 |  |  |  |  |
| 22 | 29,37 | 19,69 | 171000 | 9,61 | 7,68 |  |  |  |  |
| 23 | 14,08 | 19,69 | 171000 | 4,60 | 3,68 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Ø 0,8·fmax= | 9,13 |  |  | l/6 = | 3,28 |
|  |  |  |  |  |  | Außenträger: | 0,33 | 0,56 | 0,65 |
|  | **Trägerfeld** | **Ⓒ - Ⓓ** | **Ⓔ - Ⓕ** | **23 x HEB** | **600** | Zwischentr.: | 0,66 | 1,13 | 1,30 |
|  |  |  |  |  |  | Innenträger: | 0,84 | 1,44 | 1,65 |
| 1 | 15,28 | 11,00 | 171000 | 0,81 | 0,65 | |  | | --- | |  | |  |  |  |
| 2 | 30,58 | 11,00 | 171000 | 1,62 | 1,30 |  |  |  |  |
| 3 | 37,85 | 11,00 | 171000 | 2,01 | 1,61 |  |  |  |  |
| 4 | 40,59 | 11,00 | 171000 | 2,15 | 1,72 |  |  |  |  |
| 5 | 40,63 | 11,00 | 171000 | 2,16 | 1,73 |  |  |  |  |
| 6 | 39,60 | 11,00 | 171000 | 2,10 | 1,68 |  |  |  |  |
| 7 | 37,99 | 11,00 | 171000 | 2,02 | 1,61 |  |  |  |  |
| 8 | 37,61 | 11,00 | 171000 | 2,00 | 1,60 |  |  |  |  |
| 9 | 37,64 | 11,00 | 171000 | 2,00 | 1,60 | **Träger Nr.** | **3 - 21** | **Träger Nr.** | **1 ; 23** |
| 10 | 38,03 | 11,00 | 171000 | 2,02 | 1,62 | Øq= | 38,89 | Øq= | 15,28 |
| 11 | 39,50 | 11,00 | 171000 | 2,10 | 1,68 |  |  | **Träger Nr.** | **2 ; 22** |
| 12 | 40,07 | 11,00 | 171000 | 2,13 | 1,70 |  |  | Øq= | 30,58 |
| 13 | 39,50 | 11,00 | 171000 | 2,10 | 1,68 | E-Modul = | 21000 | kN/cm² |  |
| 14 | 38,03 | 11,00 | 171000 | 2,02 | 1,62 |  |  |  |  |
| 15 | 37,64 | 11,00 | 171000 | 2,00 | 1,60 |  |  |  |  |
| 16 | 37,61 | 11,00 | 171000 | 2,00 | 1,60 |  |  |  |  |
| 17 | 37,99 | 11,00 | 171000 | 2,02 | 1,61 |  |  |  |  |
| 18 | 39,60 | 11,00 | 171000 | 2,10 | 1,68 |  |  |  |  |
| 19 | 40,63 | 11,00 | 171000 | 2,16 | 1,73 |  |  |  |  |
| 20 | 40,59 | 11,00 | 171000 | 2,15 | 1,72 |  |  |  |  |
| 21 | 37,85 | 11,00 | 171000 | 2,01 | 1,61 |  |  |  |  |
| 22 | 30,58 | 11,00 | 171000 | 1,62 | 1,30 |  |  |  |  |
| 23 | 15,28 | 11,00 | 171000 | 0,81 | 0,65 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Ø 0,8·fmax= | 1,53 |  |  | l/6 = | 1,83 |

# Jochquerträger

**Belastung der Jochträger**

- Eigengewicht HEB 360 1,42 kN/m

HEB 360 Mithril 0,62 kN/m

HEB 600 2,12 kN/m

HEB 600 Mithril 0,92 kN/m

II\_PB 220 1,03 kN/m

- Berechnung, Bemessung und Lastbild siehe Rechner-Ausdruck!

**Elastische Federkonstante der Traggerüststützen**

E-Modul = 21000 kN/m²; Alle Stützen bestehen aus Stahl.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Traggerüststütze RUX | RUX KN400 |  | 4 Ø48,3x5,6 | A= | 30,05 cm² |
| Schwerlaststütze | P40 |  | 4 L 60x5 | A= | 23,28 cm² |
| Stützturm | S50 |  | Ø 152,4x6,3 | A= | 28,90 cm² |
| Dreigurtstütze | S18 |  | 3 T 50 | A= | 16,98 cm² |
| Absenkkeil | Titan |  | 200x200 | A= | 400 cm² |
| Traggerüststütze | S150 |  | HEB 240 | A= | 106 cm² |
| Traggerüststütze | S250 |  | HEB 360 | A= | 181 cm² |
| Traggerüststütze RUX | RUX VS500 |  | 4 Ø48,3x5 | A= | 27,21 cm² |

Die elastische Verkürzung der Stützen wird bei der Bemessung der Joche berücksichtigt. Wegen des größeren Querschnittes von Kopf- und Fußspindel wird die Stützenhöhe zur Berechnung der Joche um 50cm verkürzt.

Federkonstante c =

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | Stütze | **Höhe H** | **A** | **C** |
| **Hölle** |  | **[cm]** | **[cm²]** | **[kN/m]** |
| ⓐ | P40 | 517 | 23,28 | 104753 |
| ⓑ | S50 | 1025 | 28,90 | 62253 |
| ⓒ | S50 | 1032 | 28,90 | 61821 |
| ⓓ | P40 | 746 | 23,28 | 70201 |
| ⓔ | S18 | 784 | 16,98 | 48561 |
| ⓕ | S150 | 857 | 106 | 275802 |
| ⓖ | S150 | 622 | 106 | 389433 |
| ⓗ | P40 | 624 | 23,28 | 85171 |
| ⓘ | S50 | 431 | 28,90 | 159333 |
| ⓙ | S50 | 438 | 28,90 | 156539 |
| ⓚ | P40 | 630 | 23,28 | 84319 |
| ⓛ | S150 | 630 | 106 | 383925 |
| ⓜ | Titan | 69 | 400 | 100000 |
|  |  |  |  |  |
| **Purgatorium** |  |  |  |  |
| ⓝ | P40 | 786 | 23,28 | 66442 |
| ⓞ | P40 | 830 | 23,28 | 62693 |
| ⓟ | P40 | 830 | 23,28 | 62693 |
| ⓠ | P40 | 830 | 23,28 | 62693 |
| ⓡ | P40 | 830 | 23,28 | 62693 |
| ⓢ | P40 | 730 | 23,28 | 71915 |
| ⓣ | P40 | 730 | 23,28 | 71915 |
| ⓤ | S50 | 666 | 28,90 | 98555 |
| ⓥ | S50 | 664 | 28,90 | 98876 |
| ⓦ | P40 | 730 | 23,28 | 71915 |
| ⓧ | P40 | 730 | 23,28 | 71915 |
| ⓨ | Titan | 69 | 400 | 100000 |
|  |  |  |  |  |
| **Diesseits** |  |  |  |  |
| Ⓐ | Titan | 69 | 400 | 100000 |
| Ⓑ | S150 | 801 | 106 | 296365 |
| Ⓒ | S150 | 794 | 106 | 299354 |
| Ⓒ | P40 | 794 | 23,28 | 65745 |
| Ⓓ | S150 | 551 | 106 | 444489 |
| Ⓔ | S150 | 501 | 106 | 493351 |
| Ⓕ | RUX KN400 | 657 | 30,05 | 103941 |
| Ⓖ | S150 | 639 | 106 | 377608 |
| Ⓖ | P40 | 639 | 23,28 | 82931 |
| Ⓗ | S150 | 882 | 106 | 267452 |
| Ⓘ | RUX KN400 | 489 | 30,05 | 143872 |

Die Federkonstante eines Absenkkeils ist laut Zulassung 100 000kN/m.

Für die Berechnung der Federkonstante wird die Stützenhöhe in der Gradiente eingesetzt und für die Bemessung der Stützen wird die größte Stützenhöhe verwendet.

## Berechnungsmethoden

Die Varianten der statischen Systeme sind so vielfältig, sodass man schnell den Überblick verliert. Besonders schlimm sind undokumentierte Vereinfachungen, da man nicht versteht, was gerechnet wird. Z.B. wo ist Joch ⓚ? Antwort: Es ist eine Kopie von ähnlichen Joch ⓗ.

### Methode: halbes System

Es wird vereinfachend nur mit dem halben System gerechnet.

Voraussetzung: Die Belastung und die Stützen müssen symmetrisch zur Mitte des Überbaus sein.

Bei ungerader Stützenanzahl gilt: Einspannung in Balkenmitte und mittleres Auflager mit halber Federsteifigkeit

Bei gerader Stützenanzahl gilt: verschiebliche Einspannung in Balkenmitte mit Federsteifigkeit=0

Bei ungerader Lastenanzahl gilt: Die Last in Balkenmitte ist halb so groß.

### Methode: System kopieren

Die Auflagerkräfte und Belastungen werden von einem anderen Joch übernommen.

Voraussetzung: Es muss ein identisches Joch existieren und berechnet worden sein.

Das bereits berechnete Joch erhält in seiner Überschrift zusätzlich den Buchstaben des kopierten Joches.

### Methode: Shift

S50 Stütztürme sind rechteckig im Grundriss. Sie legen damit die Stützenlage im Nachbarjoch fest. Bei einem Brückenwinkel sind die Stützen nicht mehr symmetrisch zur Brückenmitte.

Die Methode Kopieren kann auch bei schiefen Winkeln durchgeführt werden, wenn die Stützen symmetrisch zur Mitte der beiden Joche angeordnet werden. Damit ist im jeden Joch der Symmetriepunkt verschoben. Hierbei ist zu beachten, dass das Nachbarjoch keine direkte Kopie ist, sondern in Stützenlage und Belastung spiegelverkehrt ist.

### Methode: Jacobi

Die Lage der Stützen wird mit dem Jacobi-Löser ermittelt, der die Stützen so schiebt, dass alle exakt die gleiche Auflagerkraft haben. Die Stützenabstände sind keine runde Zahl mehr

Vorraussetzung: Alle Stützen müssen frei verschieblich sein. Also keine S50 oder S150. Erlaubt ist eine Berechnung am halben System, sowie unterschiedliche Stützen oder Gelenke.

Für den Jacobi-Löser gibt es im Joch ⓜ ein Rechenbeispiel.

### Methode: Winkel

Wenn das Joch nicht rechtwinklich zum Trägerlage ist, dann werden die Lastabstände multipliziert. Dadurch gibt es keine runden Lastabstände mehr.

### Übersicht der Joche

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Joch | symLast? | halb? | Shift? | Kopie | Jacobi | Winkel | JQT | Stützen | Höhe | Feder |
| ⓐ |  | Ja |  |  |  | Ja | 360 | 11 x P40 | 5,167 | 104753 |
| ⓑ |  |  | Ja |  |  | Ja | II\_PB220 | 14 x S50 | 10,249 | 62253 |
| ⓒ |  |  | Ja | b |  | Ja | II\_PB220 | 14 x S50 | 10,317 | 61821 |
| ⓓ |  | Ja |  |  | Ja | Ja | 360 | 12 x P40 | 7,464 | 70201 |
| ⓔ |  | Ja |  |  | Ja | Ja | II\_PB220 | 18 x S18 | 7,843 | 48561 |
| ⓕ | Nein |  |  |  |  | Ja | **360** | 12 x S150 | 8,571 | 275802 |
| ⓖ | Nein |  |  |  |  |  | **600** | 8 x S150 | 6,216 | 389433 |
| ⓗ |  | Ja |  |  |  |  | 360 | 10 x P40 | 6,24 | 85171 |
| ⓘ |  | Ja | Ja |  |  |  | II\_PB220 | 10 x S50 | 4,309 | 159333 |
| ⓙ |  | Ja | Ja |  |  |  | II\_PB220 | 10 x S50 | 4,377 | 156539 |
| ⓚ |  | Ja |  | h |  |  | 360 | 10 x P40 | 6,298 | 84319 |
| ⓛ | Nein |  |  |  |  |  | **600** | 8 x S150 | 6,298 | 383925 |
| ⓜ | Nein |  |  |  | Ja | Ja | **360** | 16 x Titan | 0,688 | 100000 |
| ⓝ |  | Nein |  |  |  | Ja | 360 | 8 x P40 | 7,858 | 66442 |
| ⓞ |  | Nein |  |  |  | Ja | 360 | 9 x P40 | 8,298 | 62693 |
| ⓟ |  | Nein |  |  |  | Ja | 360 | 6 x P40 | 8,298 | 62693 |
| ⓠ |  | Nein |  | p |  | Ja | 360 | 6 x P40 | 8,298 | 62693 |
| ⓡ |  | Ja |  |  |  | Ja | **360** | 13 x P40 | 8,298 | 62693 |
| ⓢ |  | Ja |  | r |  | Ja | **360** | 13 x P40 | 7,298 | 71915 |
| ⓣ |  | Nein |  |  |  | Ja | 360 | 4 x P40 | 7,298 | 71915 |
| ⓤ |  |  | Ja |  |  | Ja | II\_PB220 | 6 x S50 | 6,658 | 98555 |
| ⓥ |  |  | Ja |  |  | Ja | II\_PB220 | 6 x S50 | 6,638 | 98876 |
| ⓦ |  | Nein |  | t |  | Ja | 360 | 4 x P40 | 7,298 | 71915 |
| ⓧ |  | Ja |  |  |  | Ja | **360** | 12 x P40 | 7,298 | 71915 |
| ⓨ |  | Nein |  |  |  | Ja | **360** | 9 x Titan | 0,688 | 100000 |
| Ⓐ |  | Ja |  |  |  |  | **360** | 26 x Titan | 0,688 | 100000 |
| Ⓑ |  | Ja |  |  |  |  | **360** | 12 x S150 | 8,011 | 62253 |
| Ⓒ |  | Ja |  |  |  |  | 600 | 8 + 4 | 7,936 | 61821 |
| Ⓓ |  | Ja |  |  |  |  | 600 | 12 x S150 | 5,508 | 70201 |
| Ⓔ |  | Ja |  | D |  |  | 600 | 12 x S150 | 5,012 | 48561 |
| Ⓕ |  | Ja |  |  | Ja |  | 360 | 16 x RUX | 6,571 | 275802 |
| Ⓖ |  | Ja |  |  |  |  | 600 | 8 + 4 | 6,395 | 389433 |
| Ⓗ |  | Ja |  |  |  |  | 600 | 16 x S150 | 8,823 | 85171 |
| Ⓘ |  |  |  |  | Ja |  | 360 | 16 x RUX | 4,886 | 159333 |

## Jochaxe Ⓐ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 2·13x Absenkkeil Titan 500



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochA Fußträger HEB 300 S235



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 146 | 0,7 |
| HEB600 | 304 | 2,7 |
| HEB600 | 379 | 3,91 |
| HEB600 | 407,5 | 5,12 |
| HEB600 | 408 | 6,33 |
| HEB600 | 397 | 7,54 |
| HEB600 | 381 | 8,75 |
| HEB600 | 377 | 9,96 |
| HEB600 | 377 | 12,36 |
| HEB600 | 381 | 13,57 |
| HEB600 | 396 | 14,78 |
| HEB600 | 201 | 15,99 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 25 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Übersicht**



Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| 1 | 100000 | frei | 1,65 |
| 2 | 100000 | frei | 3,15 |
| 3 | 100000 | frei | 4,6 |
| 4 | 100000 | frei | 5,2 |
| 5 | 100000 | frei | 6,5 |
| 6 | 100000 | frei | 7,05 |
| 7 | 100000 | frei | 8,5 |
| 8 | 100000 | frei | 9,05 |
| 9 | 100000 | frei | 10,55 |
| 10 | 100000 | frei | 12,75 |
| 11 | 100000 | frei | 13,25 |
| 12 | 100000 | frei | 14,75 |
| 13 | 100000 | frei | 15,25 |
|  | frei | fest | 15,99 |

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1,65 | 306 |
| 3,15 | 319 |
| 4,6 | 327 |
| 5,2 | 326 |
| 6,5 | 323 |
| 7,05 | 323 |
| 8,5 | 321 |
| 9,05 | 319 |
| 10,55 | 313 |
| 12,75 | 318 |
| 13,25 | 319 |
| 14,75 | 325 |
| 15,25 | 325 |
| 15,99 | 0 ; -89 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 329 | -371 | 93 | -139 | 4,01 | 0 |

## Jochaxe Ⓑ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 2·6x S150

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochB



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 146 | 0,7 |
| HEB600 | 304 | 2,7 |
| HEB600 | 379 | 3,91 |
| HEB600 | 407,5 | 5,12 |
| HEB600 | 408 | 6,33 |
| HEB600 | 397 | 7,54 |
| HEB600 | 381 | 8,75 |
| HEB600 | 377 | 9,96 |
| HEB600 | 377 | 12,36 |
| HEB600 | 381 | 13,57 |
| HEB600 | 396 | 14,78 |
| HEB600 | 201 | 15,99 |
| HEB240 | 19,87 | 1 |
| HEB240 | 37 | 2,4 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S150 | 296000 | frei | 2,6 |
| S150 | 296000 | frei | 4,6 |
| S150 | 296000 | frei | 7,1 |
| S150 | 296000 | frei | 9,1 |
| S150 | 296000 | frei | 12,7 |
| S150 | 296000 | frei | 14,7 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 20 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,6 | 709 |
| 4,6 | 629 |
| 7,1 | 737 |
| 9,1 | 733 |
| 12,7 | 672 |
| 14,7 | 741 |
| 15,99 | 0; -176 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 598 | -432 | 176 | -318 | 9,4 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe Ⓒ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 S235

Stützen 2·(4x S150+2x P40)

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochC



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 91 | 0,7 |
| HEB600 | 183 | 2,7 |
| HEB600 | 227 | 3,91 |
| HEB600 | 243 | 5,12 |
| HEB600 | 244 | 6,33 |
| HEB600 | 237 | 7,54 |
| HEB600 | 228 | 8,75 |
| HEB600 | 226 | 9,96 |
| HEB600 | 226 | 12,36 |
| HEB600 | 228 | 13,57 |
| HEB600 | 237 | 14,78 |
| HEB600 | 120 | 15,99 |
| HEB240 | 19,87 | 1 |
| HEB240 | 37 | 2,4 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S150 | 299000 | frei | 3 |
| S150 | 299000 | frei | 5 |
| P40 | 65000 | frei | 7,54 |
| P40 | 65000 | frei | 8,75 |
| S150 | 299000 | frei | 11,9 |
| S150 | 299000 | frei | 13,9 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB600 aus Stahl S235 mit Iy= 171041 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 1340 kNm und VRd= 1503 kN  
Eigengewicht von 2,12 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 18 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 3 | 517 |
| 5 | 552 |
| 7,54 | 232 |
| 8,75 | 235 |
| 11,9 | 483 |
| 13,9 | 563 |
| 15,99 | 0 ; -267 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 499 | -338 | 267 | -337 | 5,53 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe Ⓓ; Ⓔ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 S235

Stützen 2·5x S150

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.03 Datei JochDE



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 84 | 0,7 |
| HEB600 | 168 | 2,7 |
| HEB600 | 208 | 3,91 |
| HEB600 | 223 | 5,12 |
| HEB600 | 223 | 6,33 |
| HEB600 | 218 | 7,54 |
| HEB600 | 209 | 8,75 |
| HEB600 | 207 | 9,96 |
| HEB600 | 207 | 12,36 |
| HEB600 | 209 | 13,57 |
| HEB600 | 217 | 14,78 |
| HEB600 | 110 | 15,99 |
| HEB600 | 78 | 1 |
| HEB600 | 138 | 2,4 |
| HEB600 | 187 | 3,61 |
| HEB600 | 214 | 4,82 |
| HEB600 | 217 | 6,03 |
| HEB600 | 215 | 7,24 |
| HEB600 | 212 | 8,45 |
| HEB600 | 207 | 9,66 |
| HEB600 | 196 | 12,06 |
| HEB600 | 193 | 13,27 |
| HEB600 | 197 | 14,48 |
| HEB600 | 174 | 15,69 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S150 | 470000 | frei | 3,2 |
| S150 | 470000 | frei | 5,2 |
| S150 | 470000 | frei | 9,2 |
| S150 | 470000 | frei | 11,2 |
| S150 | 470000 | frei | 14,99 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB600 aus Stahl S235 mit Iy= 171041 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 1340 kNm und VRd= 1503 kN  
Eigengewicht von 2,12 kN/m auf dem ganzen Balken  
Gelenk mit Drehfeder von 435008 kNm/m bei x=9,81 m

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 30 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 3,2 | 935 |
| 5,2 | 988 |
| 9,2 | 946 |
| 11,2 | 690 |
| 14,99 | 989 |
| 15,99 | 0 ; 41 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 611 | -703 | 439 | -587 | 8,84 | 0 |

## Jochaxe Ⓕ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 2·8x RUX KN400

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochF



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 91 | 0,7 |
| HEB600 | 183 | 2,7 |
| HEB600 | 227 | 3,91 |
| HEB600 | 243 | 5,12 |
| HEB600 | 244 | 6,33 |
| HEB600 | 237 | 7,54 |
| HEB600 | 228 | 8,75 |
| HEB600 | 226 | 9,96 |
| HEB600 | 226 | 12,36 |
| HEB600 | 228 | 13,57 |
| HEB600 | 237 | 14,78 |
| HEB600 | 120 | 15,99 |
| HEB240 | 19,87 | 1 |
| HEB240 | 37 | 2,4 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| RUX | 104000 | frei | 1,815 |
| RUX | 104000 | frei | 4,32 |
| RUX | 104000 | frei | 5,44 |
| RUX | 104000 | frei | 7,52 |
| RUX | 104000 | frei | 8,69 |
| RUX | 104000 | frei | 11,22 |
| RUX | 104000 | frei | 14 |
| RUX | 104000 | frei | 14,72 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 22 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1,815 | 321 |
| 4,32 | 321 |
| 5,44 | 321 |
| 7,52 | 321 |
| 8,69 | 321 |
| 11,22 | 321 |
| 14 | 321 |
| 14,72 | 321 |
| 15,99 | 0 ; -99 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 359 | -283 | 99 | -121 | 4,24 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe Ⓖ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 S235

Stützen 2·(4x S150+2·P40)

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochG



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 88 | 0,7 |
| HEB600 | 176 | 2,7 |
| HEB600 | 218 | 3,91 |
| HEB600 | 234 | 5,12 |
| HEB600 | 234 | 6,33 |
| HEB600 | 228 | 7,54 |
| HEB600 | 219 | 8,75 |
| HEB600 | 217 | 9,96 |
| HEB600 | 217 | 12,36 |
| HEB600 | 219 | 13,57 |
| HEB600 | 227 | 14,78 |
| HEB600 | 115 | 15,99 |
| HEB240 | 19,87 | 1 |
| HEB240 | 37 | 2,4 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S150 | 299000 | frei | 3 |
| S150 | 299000 | frei | 5 |
| P40 | 83000 | frei | 7,54 |
| P40 | 83000 | frei | 8,75 |
| S150 | 299000 | frei | 11,9 |
| S150 | 299000 | frei | 13,9 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB600 aus Stahl S235 mit Iy= 171041 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 1340 kNm und VRd= 1503 kN  
Eigengewicht von 2,12 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 18 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 3 | 512 |
| 5 | 493 |
| 7,54 | 245 |
| 8,75 | 247 |
| 11,9 | 435 |
| 13,9 | 550 |
| 15,99 | 0 ; -262 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 456 | -327 | 262 | -327 | 5,59 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe Ⓗ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 S235

Stützen 2·8x S150

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.03 Datei JochH



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 80 | 0,7 |
| HEB600 | 161 | 2,7 |
| HEB600 | 199 | 3,91 |
| HEB600 | 213 | 5,12 |
| HEB600 | 214 | 6,33 |
| HEB600 | 208 | 7,54 |
| HEB600 | 200 | 8,75 |
| HEB600 | 198 | 9,96 |
| HEB600 | 198 | 12,36 |
| HEB600 | 200 | 13,57 |
| HEB600 | 208 | 14,78 |
| HEB600 | 105 | 15,99 |
| HEB600 | 80 | 1 |
| HEB600 | 142 | 2,4 |
| HEB600 | 193 | 3,61 |
| HEB600 | 221 | 4,82 |
| HEB600 | 224 | 6,03 |
| HEB600 | 222 | 7,24 |
| HEB600 | 219 | 8,45 |
| HEB600 | 213 | 9,66 |
| HEB600 | 202 | 12,06 |
| HEB600 | 199 | 13,27 |
| HEB600 | 203 | 14,48 |
| HEB600 | 179 | 15,69 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S150 | 267000 | frei | 2,3 |
| S150 | 267000 | frei | 4,3 |
| S150 | 267000 | frei | 5,7 |
| S150 | 267000 | frei | 7,7 |
| S150 | 267000 | frei | 9,25 |
| S150 | 267000 | frei | 11,25 |
| S150 | 267000 | frei | 13,4 |
| S150 | 267000 | frei | 15,4 |
|  | frei | fest | 15,99 |

Balken HEB600 aus Stahl S235 mit Iy= 171041 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 1340 kNm und VRd= 1503 kN  
Eigengewicht von 2,12 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 32 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,3 | 590 |
| 4,3 | 539 |
| 5,7 | 592 |
| 7,7 | 603 |
| 9,25 | 523 |
| 11,25 | 473 |
| 13,4 | 598 |
| 15,4 | 598 |
| 15,99 | 0 ; 0,168 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 425 | -453 | 114 | -238 | 3,94 | 0 |

## Jochaxe Ⓘ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 2·8x RUX KN400

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei JochI



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 87 | 1 |
| HEB600 | 155 | 2,4 |
| HEB600 | 211 | 3,61 |
| HEB600 | 241 | 4,82 |
| HEB600 | 244 | 6,03 |
| HEB600 | 242 | 7,24 |
| HEB600 | 239 | 8,45 |
| HEB600 | 233 | 9,66 |
| HEB600 | 221 | 12,06 |
| HEB600 | 217 | 13,27 |
| HEB600 | 221 | 14,48 |
| HEB600 | 196 | 15,69 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 21 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| RUX | 144000 | frei | 2,08 |
| RUX | 144000 | frei | 4,41 |
| RUX | 144000 | frei | 5,72 |
| RUX | 144000 | frei | 7,56 |
| RUX | 144000 | frei | 8,87 |
| RUX | 144000 | frei | 11,43 |
| RUX | 144000 | frei | 13,97 |
| RUX | 144000 | frei | 14,87 |
|  | frei | fest | 15,99 |

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,08 | 316 |
| 4,41 | 316 |
| 5,72 | 316 |
| 7,56 | 316 |
| 8,87 | 316 |
| 11,43 | 316 |
| 13,97 | 316 |
| 14,87 | 316 |
| 15,99 | 0 ; -81 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 246 | -243 | 81 | -97 | 3,375 | 0 |

## Jochaxe ⓐ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 2·5,5x P40

Fußträger HEB 300 S235



Jeder Jochschnitt ist komplett gescripted. Excel hat in AutoCAD gezeichnet, kein Mensch hat hier die Maus angefasst. Das Makro hat zwar einige Methoden, um die Überlappungswahrscheinlichkeiten zu senken, dennoch überlappen sich einige Texte. Der Inhalt der Grafik ist sehr Detailreich, sodass etwa 8 solcher Grafiken einen A0 Plan füllen. Über eine hohe Auflösung kann der Detailreichtum nicht dargestellt werden, sondern nur durch PowerWMFs übermäßige Datenkompression. Ist die Grafik powerWMFeingefügt, dann zoome auf 500%!

WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_a



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |
| --- | --- |
| **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| 91 | 0,844803664215686 |
| 149 | 3,25852841911765 |
| 169 | 4,34470455882353 |
| 179 | 5,43088069852941 |
| 181 | 6,51705683823529 |
| 181 | 7,60323297794118 |
| 179 | 8,68940911764706 |
| 171 | 9,77558525735294 |
| 156 | 10,8617613970588 |
| 149 | 12,0686237745098 |
| 74 | 13,4685841323529 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| P40 | 104752 | frei | 2,6 |
| P40 | 104752 | frei | 5,2 |
| P40 | 104752 | frei | 7 |
| P40 | 104752 | frei | 8,9 |
| P40 | 104752 | frei | 10,8 |
| P40 | 52376 | fest | 13,47 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 16 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,6 | 309 |
| 5,2 | 309 |
| 7 | 310 |
| 8,9 | 308 |
| 10,8 | 309 |
| 13,47 | 153 ; 56 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 229 | -214 | 53 | -165 | 7,64 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓑ,ⓒ

gewählt: Jochquerträger II\_PB220 S355

Stützen 14x S50

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_bc



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB500 | 84 | 0,844803664215686 |
| HEB500 | 136 | 3,25852841911765 |
| HEB500 | 155 | 4,34470455882353 |
| HEB500 | 164 | 5,43088069852941 |
| HEB500 | 166 | 6,51705683823529 |
| HEB500 | 166 | 7,60323297794118 |
| HEB500 | 164 | 8,68940911764706 |
| HEB500 | 157 | 9,77558525735294 |
| HEB500 | 143 | 10,8617613970588 |
| HEB500 | 136 | 12,0686237745098 |
| HEB500 | 135 | 13,4685841323529 |
| HEB500 | 136 | 14,8685444901961 |
| HEB500 | 143 | 16,0754068676471 |
| HEB500 | 157 | 17,1615830073529 |
| HEB500 | 164 | 18,2477591470588 |
| HEB500 | 166 | 19,3339352867647 |
| HEB500 | 166 | 20,4201114264706 |
| HEB500 | 164 | 21,5062875661765 |
| HEB500 | 155 | 22,5924637058824 |
| HEB500 | 136 | 23,6786398455882 |
| HEB500 | 84 | 26,0923646004902 |
| HEB240 | 17,47 | 1,20686237745098 |
| HEB240 | 22,2 | 2,89646970588235 |
| HEB240 | 29,1 | 3,98264584558824 |
| HEB240 | 36 | 5,06882198529412 |
| HEB240 | 35 | 6,154998125 |
| HEB240 | 35 | 7,24117426470588 |
| HEB240 | 35 | 8,32735040441177 |
| HEB240 | 35 | 9,41352654411765 |
| HEB240 | 36 | 10,4997026838235 |
| HEB240 | 28,2 | 11,7065650612745 |
| HEB240 | 20,5 | 13,1065254191176 |
| HEB240 | 20,5 | 13,8306428455882 |
| HEB240 | 28,2 | 15,2306032034314 |
| HEB240 | 36 | 16,4374655808824 |
| HEB240 | 35 | 17,5236417205882 |
| HEB240 | 35 | 18,6098178602941 |
| HEB240 | 35 | 19,695994 |
| HEB240 | 35 | 20,7821701397059 |
| HEB240 | 36 | 21,8683462794118 |
| HEB240 | 29,1 | 22,9545224191176 |
| HEB240 | 22,2 | 24,0406985588235 |
| HEB240 | 17,47 | 25,7303058872549 |

Gelenke

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Gelenkort [m]** |
| fest | 63118 | 3,5 |
| fest | 63118 | 11,5 |
| fest | 63118 | 19,5 |

Balken IIPB220 aus Stahl S355 mit Iy= 9554 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 308 kNm und VRd= 1159 kN  
Eigengewicht von 1,026 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,5 m; 4,5 m; 5,7 m; 7,7 m; 9,1 m; 11,1 m; 12,65 m; 15,65 m; 17,19 m; 19,19 m; 20,6 m; 22,6 m; 23,8 m und 25,8 m federnd mit 61821 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 61 finiten Elementen und 10 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,5 | 293 |
| 4,5 | 209 |
| 5,7 | 290 |
| 7,7 | 323 |
| 9,1 | 305 |
| 11,1 | 258 |
| 12,65 | 286 |
| 15,65 | 324 |
| 17,19 | 305 |
| 19,19 | 314 |
| 20,6 | 323 |
| 22,6 | 272 |
| 23,8 | 157 |
| 25,8 | 107 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [cm]** | **uMin [cm]** |
| 194 | -263 | 68 | -164 | 2,83 | 0 |

## Jochaxe ⓓ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 2·6x P40

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_d



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB500 | 91 | 0,844803664215686 |
| HEB500 | 149 | 3,25852841911765 |
| HEB500 | 169 | 4,34470455882353 |
| HEB500 | 179 | 5,43088069852941 |
| HEB500 | 181 | 6,51705683823529 |
| HEB500 | 181 | 7,60323297794118 |
| HEB500 | 179 | 8,68940911764706 |
| HEB500 | 171 | 9,77558525735294 |
| HEB500 | 156 | 10,8617613970588 |
| HEB500 | 149 | 12,0686237745098 |
| HEB500 | 74 | 13,4685841323529 |
| HEB240 | 26,2 | 1,20686237745098 |
| HEB240 | 33 | 2,89646970588235 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| P40 | 70201 | frei | 2,19 |
| P40 | 70201 | frei | 4,61 |
| P40 | 70201 | frei | 6,51 |
| P40 | 70201 | frei | 8,08 |
| P40 | 70201 | frei | 10,04 |
| P40 | 70201 | frei | 12,02 |
|  | frei | fest | 13,47 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 19 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,19 | 293 |
| 4,61 | 293 |
| 6,51 | 293 |
| 8,08 | 293 |
| 10,04 | 293 |
| 12,02 | 293 |
| 13,47 | 0 ; -64 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 224 | -203 | 64 | -153 | 7,43 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓔ

gewählt: Jochquerträger II\_PB220 S355

Stützen 2·9x S18

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_e



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB300 | 49 | 1,20686237745098 |
| HEB300 | 62 | 2,89646970588235 |
| HEB300 | 81 | 3,98264584558824 |
| HEB300 | 99 | 5,06882198529412 |
| HEB300 | 97 | 6,154998125 |
| HEB300 | 97 | 7,24117426470588 |
| HEB300 | 97 | 8,32735040441177 |
| HEB300 | 97 | 9,41352654411765 |
| HEB300 | 99 | 10,4997026838235 |
| HEB300 | 78 | 11,7065650612745 |
| HEB300 | 57 | 13,1065254191176 |
| HEB240 | 26,2 | 0,844803664215686 |
| HEB240 | 33 | 3,25852841911765 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S18 | 48560 | frei | 1,498 |
| S18 | 48560 | frei | 3,45 |
| S18 | 48560 | frei | 4,68 |
| S18 | 48560 | frei | 5,97 |
| S18 | 48560 | frei | 7,07 |
| S18 | 48560 | frei | 8,4 |
| S18 | 48560 | frei | 9,51 |
| S18 | 48560 | frei | 10,83 |
| S18 | 48560 | frei | 12,37 |
|  | frei | fest | 13,47 |

Gelenke

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Gelenkort [m]** |
| fest | 63118 | 4,46858413235295 |
| fest | 63118 | 10,4685841323529 |

Balken IIPB220 aus Stahl S355 mit Iy= 9554 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 308 kNm und VRd= 1159 kN  
Eigengewicht von 1,026 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 25 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1,498 | 109 |
| 3,45 | 109 |
| 4,68 | 109 |
| 5,97 | 109 |
| 7,07 | 109 |
| 8,4 | 109 |
| 9,51 | 109 |
| 10,83 | 109 |
| 12,37 | 109 |
| 13,47 | 0 ; -18,36 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 93 | -101 | 18,36 | -33 | 3,69 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓕ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 12x S150

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.03 Datei Joch\_f



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 219 | 0,844803664215686 |
| HEB600 | 285 | 3,25852841911765 |
| HEB600 | 317 | 4,34470455882353 |
| HEB600 | 337 | 5,43088069852941 |
| HEB600 | 346 | 6,51705683823529 |
| HEB600 | 351 | 7,60323297794118 |
| HEB600 | 359 | 8,68940911764706 |
| HEB500 | 237 | 9,77558525735294 |
| HEB500 | 250 | 10,8617613970588 |
| HEB500 | 284 | 12,0686237745098 |
| HEB500 | 342 | 13,4685841323529 |
| HEB360 | 169 | 14,8685444901961 |
| HEB360 | 198 | 16,0754068676471 |
| HEB360 | 222 | 17,1615830073529 |
| HEB360 | 236 | 18,2477591470588 |
| HEB360 | 239 | 19,3339352867647 |
| HEB360 | 233 | 20,4201114264706 |
| HEB360 | 219 | 21,5062875661765 |
| HEB360 | 201 | 22,5924637058824 |
| HEB360 | 176 | 23,6786398455882 |
| HEB360 | 82 | 26,0923646004902 |
| HEB300 | 41 | 1,20686237745098 |
| HEB300 | 53 | 2,89646970588235 |
| HEB300 | 68 | 3,98264584558824 |
| HEB300 | 84 | 5,06882198529412 |
| HEB300 | 82 | 6,154998125 |
| HEB300 | 82 | 7,24117426470588 |
| HEB300 | 82 | 8,32735040441177 |
| HEB300 | 82 | 9,41352654411765 |
| HEB300 | 84 | 10,4997026838235 |
| HEB300 | 66 | 11,7065650612745 |
| HEB300 | 49 | 13,1065254191176 |
| HEB300 | 49 | 13,8306428455882 |
| HEB300 | 66 | 15,2306032034314 |
| HEB300 | 84 | 16,4374655808824 |
| HEB300 | 82 | 17,5236417205882 |
| HEB300 | 82 | 18,6098178602941 |
| HEB300 | 82 | 19,695994 |
| HEB300 | 82 | 20,7821701397059 |
| HEB300 | 84 | 21,8683462794118 |
| HEB300 | 68 | 22,9545224191176 |
| HEB300 | 53 | 24,0406985588235 |
| HEB300 | 41 | 25,7303058872549 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,3 m; 4,3 m; 5,7 m; 7,7 m; 8,8 m; 10,8 m; 12,7 m; 14,7 m; 17,3 m; 19,3 m; 21,6 m und 23,6 m federnd mit 275802 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 56 finiten Elementen und 10 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,3 | 605 |
| 4,3 | 479 |
| 5,7 | 624 |
| 7,7 | 627 |
| 8,8 | 577 |
| 10,8 | 556 |
| 12,7 | 514 |
| 14,7 | 532 |
| 17,3 | 624 |
| 19,3 | 619 |
| 21,6 | 482 |
| 23,6 | 629 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [cm]** | **uMin [cm]** |
| 454 | -563 | 149 | -365 | 1,318 | 0 |

## Jochaxe ⓖ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 Mi1332

Stützen 8x S150

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_g



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 227 | 0,7 |
| HEB600 | 296 | 2,7 |
| HEB600 | 330 | 3,6 |
| HEB600 | 351 | 4,5 |
| HEB600 | 361 | 5,4 |
| HEB600 | 367 | 6,3 |
| HEB600 | 375 | 7,2 |
| HEB500 | 248 | 8,1 |
| HEB500 | 262 | 9 |
| HEB500 | 298 | 10 |
| HEB500 | 359 | 11,16 |
| HEB360 | 178 | 12,32 |
| HEB360 | 209 | 13,32 |
| HEB360 | 235 | 14,22 |
| HEB360 | 250 | 15,12 |
| HEB360 | 254 | 16,02 |
| HEB360 | 248 | 16,92 |
| HEB360 | 234 | 17,82 |
| HEB360 | 214 | 18,72 |
| HEB360 | 188 | 19,62 |
| HEB360 | 89 | 21,62 |
| HEB240 | 21,7 | 1 |
| HEB240 | 27,7 | 2,4 |
| HEB240 | 27,7 | 19,92 |
| HEB240 | 21,7 | 21,32 |

Balken HEB600 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 171041 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 7594 kNm und VRd= 8521 kN  
Eigengewicht von 0,918 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,2 m; 4,2 m; 6,1 m; 8,1 m; 10,8 m; 12,8 m; 16,9 m und 18,9 m federnd mit 389433 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 33 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
  
**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,2 | 708 |
| 4,2 | 663 |
| 6,1 | 736 |
| 8,1 | 735 |
| 10,8 | 639 |
| 12,8 | 736 |
| 16,9 | 734 |
| 18,9 | 741 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 503 | -448 | 317 | -462,5 | 5,72 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓗ,ⓚ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 2·5x P40

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_hk



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB400 | 75 | 0,7 |
| HEB400 | 124 | 2,7 |
| HEB400 | 142 | 3,6 |
| HEB400 | 149 | 4,5 |
| HEB400 | 151 | 5,4 |
| HEB400 | 151 | 6,3 |
| HEB400 | 150 | 7,2 |
| HEB400 | 144 | 8,1 |
| HEB400 | 131 | 9 |
| HEB400 | 122 | 10 |
| HEB400 | 61 | 11,16 |
| HEB240 | 21,7 | 1 |
| HEB240 | 27,7 | 2,4 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| P40 | 104752 | frei | 2 |
| P40 | 104752 | frei | 4,35 |
| P40 | 104752 | frei | 6 |
| P40 | 104752 | frei | 7,8 |
| P40 | 104752 | frei | 9,8 |
|  | frei | fest | 11,16 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 18 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2 | 291 |
| 4,35 | 293 |
| 6 | 292 |
| 7,8 | 295 |
| 9,8 | 293 |
| 11,16 | 0 ; -48 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 192 | -126 | 48 | -122 | 4,65 | 0 |

## Jochaxe ⓘ

gewählt: Jochquerträger II\_PB220 S355

Stützen 2·5x S50

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_i



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB400 | 67 | 0,7 |
| HEB400 | 112 | 2,7 |
| HEB400 | 128 | 3,6 |
| HEB400 | 134 | 4,5 |
| HEB400 | 136 | 5,4 |
| HEB400 | 136 | 6,3 |
| HEB400 | 135 | 7,2 |
| HEB400 | 130 | 8,1 |
| HEB400 | 117 | 9 |
| HEB400 | 110 | 10 |
| HEB400 | 54 | 11,16 |
| HEB240 | 21,7 | 1 |
| HEB240 | 27,7 | 2,4 |
| HEB240 | 36 | 3,3 |
| HEB240 | 44 | 4,2 |
| HEB240 | 43 | 5,1 |
| HEB240 | 43 | 6 |
| HEB240 | 43 | 6,9 |
| HEB240 | 43 | 7,8 |
| HEB240 | 44 | 8,7 |
| HEB240 | 35 | 9,7 |
| HEB240 | 25,6 | 10,86 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S50 | 159333 | frei | 2,2 |
| S50 | 159333 | frei | 4,7 |
| S50 | 159333 | frei | 6 |
| S50 | 159333 | frei | 8 |
| S50 | 159333 | frei | 9,66 |
|  | frei | fest | 11,16 |

Gelenke

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Gelenkort [m]** |
| fest | 63118 | 8,16 |
| fest | 63118 | 4,16 |

Balken IIPB220 aus Stahl S355 mit Iy= 9554 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 308 kNm und VRd= 1159 kN  
Eigengewicht von 1,026 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 28 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,2 | 331 |
| 4,7 | 347 |
| 6 | 327 |
| 8 | 329 |
| 9,66 | 347 |
| 11,16 | 0 ; -74 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [cm]** | **uMin [cm]** |
| 239 | -246 | 74 | -129 | 1,13 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓙ

gewählt: Jochquerträger II\_PB220 S355

Stützen 2·5x S50

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_j



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB400 | 64 | 0,7 |
| HEB400 | 107 | 2,7 |
| HEB400 | 122 | 3,6 |
| HEB400 | 129 | 4,5 |
| HEB400 | 129 | 5,4 |
| HEB400 | 129 | 6,3 |
| HEB400 | 129 | 7,2 |
| HEB400 | 124 | 8,1 |
| HEB400 | 112 | 9 |
| HEB400 | 105 | 10 |
| HEB400 | 52 | 11,16 |
| HEB240 | 21,7 | 1 |
| HEB240 | 27,7 | 2,4 |
| HEB240 | 36 | 3,3 |
| HEB240 | 44 | 4,2 |
| HEB240 | 43 | 5,1 |
| HEB240 | 43 | 6 |
| HEB240 | 43 | 6,9 |
| HEB240 | 43 | 7,8 |
| HEB240 | 44 | 8,7 |
| HEB240 | 35 | 9,7 |
| HEB240 | 25,6 | 10,86 |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| S50 | 156538 | frei | 2,2 |
| S50 | 156538 | frei | 4,7 |
| S50 | 156538 | frei | 6 |
| S50 | 156538 | frei | 8 |
| S50 | 156538 | frei | 9,66 |
|  | frei | fest | 11,16 |

Gelenke

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Gelenkort [m]** |
| fest | 63118 | 8,16 |
| fest | 63118 | 4,16 |

Balken IIPB220 aus Stahl S355 mit Iy= 9554 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 308 kNm und VRd= 1159 kN  
Eigengewicht von 1,026 kN/m auf dem ganzen Balken

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 28 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
  
**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,2 | 320 |
| 4,7 | 335 |
| 6 | 316 |
| 8 | 319 |
| 9,66 | 335 |
| 11,16 | 0 ; -72 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [cm]** | **uMin [cm]** |
| 231 | -237 | 72 | -125 | 1,093 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe Ⓛ

gewählt: Jochquerträger HEB 600 Mi1332

Stützen 8x S150

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_L



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB360 | 113 | 0,7 |
| HEB360 | 216 | 2,7 |
| HEB360 | 244 | 3,6 |
| HEB360 | 257 | 4,5 |
| HEB360 | 252 | 5,4 |
| HEB500 | 231 | 6,3 |
| HEB500 | 194 | 7,2 |
| HEB500 | 372 | 8,1 |
| HEB500 | 304 | 9 |
| HEB500 | 278 | 10 |
| HEB500 | 263 | 11,16 |
| HEB500 | 249 | 12,32 |
| HEB500 | 241 | 13,32 |
| HEB600 | 372 | 14,22 |
| HEB600 | 369 | 15,12 |
| HEB600 | 371 | 16,02 |
| HEB600 | 370 | 16,92 |
| HEB600 | 361 | 17,82 |
| HEB600 | 340 | 18,72 |
| HEB600 | 305 | 19,62 |
| HEB600 | 233 | 21,62 |
| HEB240 | 21,7 | 1 |
| HEB240 | 27,7 | 2,4 |
| HEB240 | 27,7 | 19,92 |
| HEB240 | 21,7 | 21,32 |

Balken HEB600 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 171041 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 7594 kNm und VRd= 8521 kN  
Eigengewicht von 0,918 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=3,25 m; 5,25 m; 8,8 m; 10,8 m; 13,9 m; 15,9 m; 18 m und 20 m federnd mit 383925 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 34 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
  
**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 3,25 | 793 |
| 5,25 | 691 |
| 8,8 | 792 |
| 10,8 | 686 |
| 13,9 | 798 |
| 15,9 | 800 |
| 18 | 719 |
| 20 | 778 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 599 | -565 | 244 | -485 | 6,13 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓜ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 16x Titan 500

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.03 Datei Joch\_m



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB360 | 106 | 0,814498296568627 |
| HEB360 | 203 | 3,14163628676471 |
| HEB360 | 230 | 4,18884838235294 |
| HEB360 | 243 | 5,23606047794118 |
| HEB360 | 238 | 6,28327257352941 |
| HEB500 | 219 | 7,33048466911765 |
| HEB500 | 184 | 8,37769676470588 |
| HEB500 | 353 | 9,42490886029412 |
| HEB500 | 289 | 10,4721209558824 |
| HEB500 | 265 | 11,6356899509804 |
| HEB500 | 251 | 12,9854299852941 |
| HEB500 | 239 | 14,3351700196078 |
| HEB500 | 231 | 15,4987390147059 |
| HEB600 | 356 | 16,5459511102941 |
| HEB600 | 354 | 17,5931632058824 |
| HEB600 | 355 | 18,6403753014706 |
| HEB600 | 355 | 19,6875873970588 |
| HEB600 | 347 | 20,7347994926471 |
| HEB600 | 327 | 21,7820115882353 |
| HEB600 | 294 | 22,8292236838235 |
| HEB600 | 224 | 25,1563616740196 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,41 m; 4,8 m; 6,08 m; 7,96 m; 9,42 m; 10,52 m; 12,15 m; 14,07 m; 15,83 m; 16,93 m; 17,99 m; 19,03 m; 20,1 m; 21,1 m; 22,2 m und 24,5 m federnd mit 100000 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 38 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,41 | 355 |
| 4,8 | 355 |
| 6,08 | 355 |
| 7,96 | 355 |
| 9,42 | 355 |
| 10,52 | 355 |
| 12,15 | 355 |
| 14,07 | 355 |
| 15,83 | 355 |
| 16,93 | 355 |
| 17,99 | 355 |
| 19,03 | 355 |
| 20,1 | 355 |
| 21,1 | 355 |
| 22,2 | 355 |
| 24,5 | 355 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 346 | -298 | 60 | -171 | 5,86 | 0 |

**Übersicht**



## Rechenbeispiel zum Jacobilöser Joch ⓜ

Der Jacobilöser ist ein numerisches Berechnungsverfahren, bei dem alle Auflager die gleiche Last erhalten. Da dieses Verfahren keine Magie benötigt, kann es auf jedem Planeten eingesetzt werden.





Maxlager_System.wmf



Beim herkömmlichen Lösungsweg errät man die Lage der Stützen. Dann schiebt man eine Stütze nach der anderen leicht und schaut nach den neuen Auflagerkräften. Iterativ nähert man sich an eine Lösung an, die akzeptabel ist. Ist der Jochquerträger unsymmetrisch belastet und hat über 8 Stützen, dann musst man Abstriche einkalkulieren, denn man kann nicht ewig rumprobieren. Jede Stütze, die der Jochquerträger mehr hat, bedeutete etwa dass der Mittelwert der Auslastungen um 0,5% sank. Es gibt dann halt Stützen, die bloß 90% ausgelastet sind, trotz häufigen Stützenschiebens. Außerdem wird dann gerne eine Stütze zu 105% ausgelastet und ein Auge zugedrückt. Wenn dies erlaubt ist, dann kann man das doch gleich für alle Stützen machen, denn jede Stütze kann gleich viel tragen.

Der herkömmliche Lösungsweg erfordert, dass mehr Stützen als erforderlich auf die Baustelle teleportiert werden müssen. Dieser zusätzlichen Manaverbrauch kann mit dem Jacobiverfahren eingespart werden.

Gleichmäßige Auflagerkräfte findet man mit diesen Grundformeln:

Xneu= Xalt+dx

J·dA=dx

dA= Aerf-Avorh

Einsetzen ergibt dann die Lösung

Xneu= Xalt+dA·J

Dabei sind

Xneu= die neuen Positionen der Auflager

Xalt= die vorherigen Positionen der Auflager

dx= Auflager verschieben

J= inverse Jacobimatrix

dA= Differenz der Auflagerkräfte zwischen Soll und Ist

dA²= Residuum

Aerf= so sollen die Auflagerkräfte sein

Avorh= die Auflagerkräfte, bei denen sich die Lager an den Stellen Xalt befinden

a= Vorfaktor zur Regulierung der Iterationsgeschwindigkeit

Da die Numerik manchmal über das Ziel hinaus schießt, ist ein Faktor a ein zu fügen. Mit diesen Faktor wird nur ein Teil der Ändeungen addiert. Dies braucht mehr Iterationsschritte, weil sonst das Ziel nicht erreicht wird.

Xneu= Xalt+a·dA·J

Der Störenfried in der Formel ist die inverse Jacobimatrix. Deshalb mal eine Übersicht, was in den Variablen überhaupt drin ist, denn man ist gewohnt, dass in einer Variable eine Zahl drin steckt. Dies ist hier nicht so. Die Dimension steht in eckige Klammern. [1] bedeutet, dass es eine Zahl ist. [Lager], dass es so wiele Einträge gibt, wie es Lager gibt. [Lager; Lager] ist eine quadratische Matrix.

Lager[1] = Anzahl der Auflager

Xneu[Lager]

Xalt[Lager]

dx[Lager]

J[Lager; Lager]

dA[Lager]

dA²[1]

Aerf[Lager]

Avorh[Lager]

In der Jacobimatrix sind die partiellen Ableitungen der Auflagerkräfte nach ihrer Verschiebung in X-Richtung enthalten. Eine Auflagerkraft nach X ab zu leiten ist für den Ingenieur eine gewaltige Herausforderung. Doch da gibt es einen Trick. Eine Ableitung ist über seinen Differenzialquotient definiert. Diesen kann man näherungsweise durch einen Differenzenquotient ersetzen.

f‘(x)=

Xneu= Xalt+a·dA·J·dx

wobei dx ein kleiner Wert ist. z.B. 0,1mm. Da dieser Differenzenquotient jedoch nicht Praxistauglich ist und daher jede Menge Frust und Ärger mit sich bringt, wird eine numerisch höherwertige Ableitung benötigt.

f‘(x)=

Diese Ableitung die Konvergenzordnung 2 anstatt 1. Hinweis: Es ist immer noch die erste Ableitung, nur die numerische Ordnung ist 2.

Der Term f(x) ist nur die Berechnung eines Durchlaufträgers, während f(x+dx) und f(x-dx) eine Schaar an Durchlaufträgern sind. Eine erste Ableitung zweiter Ordnung fordert also fast doppelt Durchlaufträgerberechnungen!

Xneu= Xalt+a·dA·J·0,5·dx

In der Praxis setzt man das im WMF-Balken folgendermaßen um:

1. Es gibt das ursprüngliche statische System.
2. Von diesem fertigt man sich aktualisierende Kopien an. Bei jeder Kopie ist ein Auflager um 0,001 nach rechts verschoben und eine selbe Kopie mit -0,001. +0,001 macht man über eine Verknüpfung. Bei 10 Auflagern gibt es also 21 Durchlaufträger.
3. Der WMF-Balken berechnet alle Systeme und das Ausgangssystem liefert die Lagerkräfte Xalt und die Kopien haben leicht veränderte Xalt. Die Differenzen zwischen beiden lässt man in die Jacobimatrix kopieren.
4. Aus der Jacobimatrix muss noch die Inverse gebildet werden, wofür man einen ganz normalen Gleichungslöser nimmt. In Excel geht das mit den Formeln MMULT(MINV(Jacobimatrix);dA). MINV bildet die Inverse der Matrix und MMULT multipliziert 2 Matrixen. Der lange Ausdruck ist alse dA\*J. Wichtig ist, dass man bei der Matrixformel alle Zellem markiert und die Formel einträgt. Dann drückt man STRG+Shift+Enter.
5. Nun wird iteriert. Die neuen Lagerpositionen Xneu kopiert man auf die alten. Rechnen - Kopieren - Rechnen - Kopieren... bis das Residuum akzeptabel ist. Für das Kopieren kann man auch den Macrorecorder nehmen.
6. Hat man sich so eine Vorlage erst mal gebastelt, dann rutschen die Lager innerhalb von Minuten an ihrer optimalen Stelle. Damit das auch bei Minuten bleibt, muss im WMF-Balken die Rechengeschwindigkeit erhöht werden: Keine Übersichtsgrafiken und kein RTF ausgeben.

Als Rechenbeispiel dient hier das Joch m. Da das Nachbarjoch nicht parallel ist, sind die Längsträger unterschiedlich lang und geben unterschiedliche Lasten. Damit ist ein langer Jochquerträger unsymmetrisch belastet und mit herkömmlichen Methoden wie Rstab, FriLo oder Berechnung am halben System nahezu unlösbar. Der Jacobilöser hingegen beansprucht den Rechner ganze 5 Minuten.

Der Anfang ist diese Schätzung.



Dies füllt die Variablen folgendermaßen:

dx= 0,001

a= 1

Xalt= (2;4;6;8;9;10;12;14;16;17;18;19;20;21;22;24)

Avorh= (248,49;364,56;408,15;336,74;329,37;365,54;406,82;394,55;368,05;348,66; 337,67;331,49;327,05;326,68;339,08;448,13)

Die Sollauflagerkraft ist der Mittelwert der Auflagerkräfte.

Aerf= Mittelwert(Avorh)

Aerf= 355

Da Aerf ein Vektor ist, muss jeder Eintrag 355 sein.

Aerf= (355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355;355)

dA= Avorh - Aerf = (-106,58;9,50;53,08;-18,32;-25,69;10,47;51,76;39,49;12,99;-6,41;-17,40;-23,57;-28,01;-28,39;-15,98; 93,07)

Residuum= dA²= 106,58²+9,50²+53,08²+18,32²+25,69²+10,47²+51,76²+39,49²+12,99²+ 6,41²+17,40²+23,57²+28,01²+28,39²+15,98²+ 93,07²

Residuum= 20123

Ein Residuum von 20123 ist weit von dem Wunschwert 0,01 entfernt, aber gut genug für einen numerisch sauberen Start.

Jetzt müssen die Auflagerkräfte nach x abgeleitet werden.

f(x)=

f‘(x)=J-1 = Jacobimatrix der abgeleiteten Auflagerkräfte

|  |
| --- |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |
| **¯** |



J-1=

Beispiel für den rot eingekreisten Wert

408,120937-408,1853264= -0,0643894

Die Matrix ist transponiert dargestellt. Die Differenz der beiden ersten statischen Systeme ist also untereinander geschrieben und nicht nebeneinander. Außerdem muss mit Werten in doppelter Genauigkeit gerechnet werden, und nicht gerundet.

Bevor die Berechnung dA·J durchgeführt werden kann, muss von der Matrix noch die Inverse gebildet werden. Dafür kann z.B. der Gausalgorithmus verwendet werden.

J= 1/J-1

J=



dA·J= ·

dA·J= (968,0;-907,7;1430,0;-1444,5;-768,4;**3453,3**;-3240,1;3414,9;-3651,7;2487,7;-620,9;112,0;10,7;87,4;56,7;237,6)

Mit diesem Ausdruck kann nun die Lagerverschiebung durchgeführt werden. Für numerische Stabilität wird der Faktor a noch angepasst.

a= Min(1/(Max(dA·J)·dx);1)= Min(1/(3453,3·0,001);1)= 0,289

Xneu= Xalt+a·dA·J·0,5·dx

a·dA·J·0,5·dx= (dA·J)·0,289·0,5·0,001=(dA·J)·0,000145

a·dA·J·0,5·dx=(968,0;-907,7;1430,0;-1444,5;-768,4;**3453,3**;-3240,1;3414,9;-3651,7;2487,7;-620,9;112,0;10,7;87,4;56,7;237,6) ·0,000145

a·dA·J·0,5·dx= (0,140;-0,131;0,207;-0,209;-0,111;0,500;-0,469;0,494;-0,529;0,360;-0,090;0,016;0,002;0,013;0,008;0,034)

Xneu= (2+0,140;4-0,131;6+0,207;8-0,209;9-0,111;10+0,500;12-0,469;14+0,494;16-0,529;17+0,360;18-0,090;19+0,016;20+0,002;21+0,013;22+0,008;24+0,034)

Xneu= (2,140;3,869;6,207;7,791;8,889;10,500;11,531;14,494;15,471;17,360;17,910;19,016;20,002;21,013; 22,008;24,034)

Es gibt unendlich viele Lösungen für gleichmäßige Auflagerkräfte. Eine schlechte Lösung ist, wenn 2 Auflager sehr dicht nebeneinander sind z.B. 34mm. Deshalb wird das Ergebnis nachbearbeitet und zu dicht legende Lager auseinander geschoben. Hier ist ein Mindestabstand von 0,8m eingestellt, sodass zu dicht liegende Lager auseinander gerückt werden.

Xneu= (2,140;3,869;6,207;7,791;8,889;10,500;11,531;14,494;15,471;17,110;18,160;19,016;20,002;21,013; 22,008;24,034)

Hiermit beginnt der zweite Iterationsschritt. Das Residuum ist von 20123 auf 16226 gesungen und das Ergebns hat sich dem Ziel etwas angenähert. Dieses Verfahren hat eine lineare Konvergenzordnung, das heißt, dass das Residuum mit jedem Schritt um einen konstanten Faktor sinkt. Es wird das Ergebnis aus jedem Rechenschritt gezeigt:

16226

9314

5252

2920

1643

923,8

Die Entwicklung des Residuums über die Iterationsschritte.

a=1,5

a=0,5

a=1



Die zwischenzeitlich schlechteren Ergebnisse entstehen dadurch, dass zu kleine Stützenabstände vergrößert wurden oder durch zu hohe Geschwindigkeit. Eingestellt ist ein Mindestabstand von 0,8. Senkt man diesen auf 0,5, dann gibt es weniger Ausreißer.

Mit dem Faktor a lässt sich die Neigung der Geraden einstellen. a=1,5 führt zu einer steilen Geraden und damit (mit Glück) schneller zum Ergebnis. a=0,5 hingegen benötigt zwar mehr Schritte, dafür entstehen kaum Ausreißer durch zu hohe Geschwindigkeit.

## Jochaxe ⓝ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 8x P40

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_n



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 106 | 0,792631 |
| HEB600 | 192 | 3,057291 |
| HEB600 | 228 | 4,2462375 |
| HEB600 | 239 | 5,435184 |
| HEB600 | 237 | 6,6241305 |
| HEB600 | 237 | 7,7111673 |
| HEB600 | 239 | 8,9001138 |
| HEB600 | 228 | 10,0890603 |
| HEB600 | 192 | 11,2780068 |
| HEB600 | 106 | 13,5426668 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2 m; 4 m; 5,4 m; 6,6 m; 7,73 m; 8,93 m; 10,33 m und 12,33 m federnd mit 66600 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 19 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element  
  
**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2 | 254 |
| 4 | 253 |
| 5,4 | 254 |
| 6,6 | 251 |
| 7,73 | 251 |
| 8,93 | 254 |
| 10,33 | 253 |
| 12,33 | 254 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 237 | -237 | 26,4 | -130 | 6,25 | 0 |



## Jochaxe ⓞ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 9x P40

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_o



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 106 | 0,792631 |
| HEB600 | 192 | 3,057291 |
| HEB600 | 228 | 4,2462375 |
| HEB600 | 239 | 5,435184 |
| HEB600 | 237 | 6,6241305 |
| HEB600 | 237 | 7,7111673 |
| HEB600 | 239 | 8,9001138 |
| HEB600 | 228 | 10,0890603 |
| HEB600 | 192 | 11,2780068 |
| HEB600 | 106 | 13,5426668 |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 |
| HEB240 | 53 | 11,5837359 |
| HEB240 | 18,37 | 13,2369377 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=1,7 m; 3,5 m; 4,8 m; 6,1 m; 7,17 m; 8,23 m; 9,53 m; 10,83 m und 12,63 m federnd mit 62600 kN/m gelagert.  
Gelenk mit Drehfeder von 435000 kNm/m bei x=2,9 m

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 25 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element  
**Übersicht**



**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1,7 | 238 |
| 3,5 | 239 |
| 4,8 | 245 |
| 6,1 | 242 |
| 7,17 | 239 |
| 8,23 | 242 |
| 9,53 | 245 |
| 10,83 | 238 |
| 12,63 | 238 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 136 | -136 | 46 | -109 | 5,32 | 0 |

## Jochaxe ⓟ, ⓠ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 6x P40

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_pq



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB500 | 61 | 0,792631 |
| HEB500 | 176 | 3,057291 |
| HEB500 | 222 | 4,755786 |
| HEB500 | 213 | 6,454281 |
| HEB500 | 213 | 7,8810168 |
| HEB500 | 222 | 9,5795118 |
| HEB500 | 176 | 11,2780068 |
| HEB500 | 61 | 13,5426668 |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 |
| HEB240 | 53 | 11,5837359 |
| HEB240 | 18,37 | 13,2369377 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,1 m; 4,5 m; 6,1 m; 8,23 m; 9,83 m und 12,23 m federnd mit 62600 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 19 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,1 | 253 |
| 4,5 | 247 |
| 6,1 | 253 |
| 8,23 | 253 |
| 9,83 | 247 |
| 12,23 | 253 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 215 | -215 | 47 | -101 | 5,61 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓡ, ⓢ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 2·6,5x P40

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_rs



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** | **Lastfall** |
| HEB600 | 192 | 0,792631 | Eigengewicht |
| HEB600 | 316 | 3,057291 | Eigengewicht |
| HEB600 | 373 | 4,2462375 | Eigengewicht |
| HEB600 | 405 | 5,435184 | Eigengewicht |
| HEB600 | 417 | 6,6241305 | Eigengewicht |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 | Eigengewicht |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 | Eigengewicht |
|  | 98 | 1,2 | Abspannung |
|  | 98 | 2,9 | Abspannung |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| P40 | 62600 | frei | 1 |
| P40 | 62600 | frei | 2,7 |
| P40 | 62600 | frei | 3,6 |
| P40 | 62600 | frei | 4,6 |
| P40 | 62600 | frei | 5,5 |
| P40 | 62600 | frei | 6,4 |
| P40 | 31300 | fest | 7,17 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi 1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken

Lastfallkombination = 1·Eigengewicht + 1·Abspannung

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 16 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte der Lastfallkombinationen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **x [m]** | **Min** | **Max** |
| 1 | 216 | 307 |
| 2,7 | 245 | 303 |
| 3,6 | 269 | 305 |
| 4,6 | 291 | 305 |
| 5,5 | 301 | 303 |
| 6,4 | 301 | 305 |
| 7,17 | 150 ; 34 | 153 ; 45 |



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lastfall** | **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| Eigengewicht | 265 | -341 | 72 | -40 | 4,88 | 0 |
| Abspannung | 91 | -46 | 18,71 | -23,1 | 1,688 | -0,0856 |
| LF max | 265 | -341 | 72 | -40 | 4,88 | -0,0856 |
| LK max | 301 | -341 | 72 | -45 | 5,09 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓣ, ⓦ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 S235

Stützen 4x P40

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_tw



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB360 | 39 | 0,792631 |
| HEB360 | 125 | 3,057291 |
| HEB360 | 155 | 4,755786 |
| HEB360 | 148 | 6,454281 |
| HEB360 | 148 | 7,8810168 |
| HEB360 | 155 | 9,5795118 |
| HEB360 | 125 | 11,2780068 |
| HEB360 | 39 | 13,5426668 |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 |
| HEB240 | 53 | 11,5837359 |
| HEB240 | 18,37 | 13,2369377 |

Balken HEB360 aus Stahl S235 mit Iy= 43193 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 564 kNm und VRd= 822 kN  
Eigengewicht von 1,418 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=2,6 m; 5,65 m; 8,69 m und 11,73 m federnd mit 72000 kN/m gelagert.

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 17 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 2,6 | 274 |
| 5,65 | 275 |
| 8,69 | 275 |
| 11,73 | 274 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 212 | -212 | 41 | -104 | 6,56 | 0 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓤ, ⓥ

gewählt: Jochquerträger II\_PB 220 S355

Stützen 6x S50

Fußträger HEB 300 S235





WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_uv



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB360 | 34 | 0,792631 |
| HEB360 | 106 | 3,057291 |
| HEB360 | 131 | 4,755786 |
| HEB360 | 126 | 6,454281 |
| HEB360 | 126 | 7,8810168 |
| HEB360 | 131 | 9,5795118 |
| HEB360 | 106 | 11,2780068 |
| HEB360 | 34 | 13,5426668 |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 |
| HEB240 | 76 | 4,4500569 |
| HEB240 | 67 | 6,1485519 |
| HEB240 | 43 | 7,1676489 |
| HEB240 | 67 | 8,1867459 |
| HEB240 | 76 | 9,8852409 |
| HEB240 | 53 | 11,5837359 |
| HEB240 | 18,37 | 13,2369377 |

Balken IIPB220 aus Stahl S355 mit Iy= 9554 cm4, E= 21000 kN/cm², MRd= 308 kNm und VRd= 1159 kN  
Eigengewicht von 1,026 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=0,853 m; 3,85 m; 5,15 m; 7,65 m; 8,95 m und 11,95 m federnd mit 98800 kN/m gelagert.  
Gelenk mit Drehfeder von 63118 kNm/m bei x=8 m

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Stahl: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 25 finiten Elementen und 20 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 0,853 | 81 |
| 3,85 | 219 |
| 5,15 | 237 |
| 7,65 | 249 |
| 8,95 | 254 |
| 11,95 | 238 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 186 | -184 | 71 | -80 | 5,31 | -1,142 |

**Übersicht**



## Jochaxe ⓧ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 2·6x P40

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_x



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** | **Lastfall** |
| HEB600 | 160 | 0,792631 | Eigengewicht |
| HEB600 | 361 | 3,057291 | Eigengewicht |
| HEB600 | 476 | 4,755786 | Eigengewicht |
| HEB600 | 507 | 6,454281 | Eigengewicht |
| HEB240 | 18,37 | 1,0983601 | Eigengewicht |
| HEB240 | 53 | 2,7515619 | Eigengewicht |
|  | 71 | 1,3 | Abspannung |
|  | 71 | 3,1 | Abspannung |

Lager

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Name** | **Feder [kN/m]** | **Drehfeder [kN/m]** | **Lagerort [m]** |
| P40 | 62600 | frei | 1,1 |
| P40 | 62600 | frei | 2,9 |
| P40 | 62600 | frei | 3,8 |
| P40 | 62600 | frei | 4,9 |
| P40 | 62600 | frei | 5,9 |
| P40 | 62600 | frei | 6,8 |
|  | frei | fest | 7,17 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken

Lastfallkombination = 1·Eigengewicht + 1·Abspannung

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 15 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element



**Auflagerkräfte der Lastfallkombinationen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **x [m]** | **Min** | **Max** |
| 1,1 | 217 ; 0,000000848 | 284 ; 0,000001067 |
| 2,9 | 248 | 290 |
| 3,8 | 261 | 287 |
| 4,9 | 279 | 288 |
| 5,9 | 285 | 285 |
| 6,8 | 286 | 289 |
| 7,17 | 0 ; 14,21 | 0 ; 24,9 |



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lastfall** | **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| Eigengewicht | 233 | -344 | 86 | -49 | 4,62 | 0 |
| Abspannung | 67 | -33 | 13,82 | -16,33 | 1,231 | -0,0548 |
| LF max | 233 | -344 | 86 | -49 | 4,62 | -0,0548 |
| LK max | 271 | -350 | 86 | -57 | 4,64 | 0 |

## Jochaxe ⓨ

gewählt: Jochquerträger HEB 360 Mi1332

Stützen 9x Titan

Fußträger HEB 300 S235



WMF-Balken Version 1.02 Datei Joch\_y



**Eingabewerte**   
Einzellasten

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Name** | **Lastgröße [kN]** | **Lastort [m]** |
| HEB600 | 160 | 0,792631 |
| HEB600 | 361 | 3,057291 |
| HEB600 | 476 | 4,755786 |
| HEB600 | 507 | 6,454281 |
| HEB600 | 507 | 7,8810168 |
| HEB600 | 476 | 9,5795118 |
| HEB600 | 361 | 11,2780068 |
| HEB600 | 160 | 13,5426668 |

Balken HEB360 aus Mithril Mi1332 mit Iy= 43193 cm4, E= 35000 kN/cm², MRd= 3196 kNm und VRd= 4659 kN  
Eigengewicht von 0,614 kN/m auf dem ganzen Balken  
Der Balken ist an den Stellen x=1,8 m; 3,7 m; 5,1 m; 6,2 m; 7,17 m; 8,13 m; 9,23 m; 10,63 m und 12,53 m federnd mit 100000 kN/m gelagert.  
Gelenk mit Drehfeder von 435000 kNm/m bei x=5,8 m

Die Auslastungen werden mit dem Faktor 1,725 multipliziert,

Materialbeiwert für Mithril: 1

**Schnittgrößen**   
Berechnung mit 19 finiten Elementen und 30 Unterteilungen je Element

**Auflagerkräfte**

|  |  |
| --- | --- |
| **x [m]** | **Eigengewicht** |
| 1,8 | 336 |
| 3,7 | 331 |
| 5,1 | 337 |
| 6,2 | 335 |
| 7,17 | 335 |
| 8,13 | 336 |
| 9,23 | 338 |
| 10,63 | 331 |
| 12,53 | 336 |

Auflagerkräfte für den Lastfall Eigengewicht



**Zusammenfassung der extremalen Schnittgrößen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **VMax [kN]** | **VMin [kN]** | **MMax [kNm]** | **MMin [kNm]** | **uMax [mm]** | **uMin [mm]** |
| 339 | -341 | 89 | -162 | 4,88 | 0 |

**Übersicht**



### Übersicht Schnittkräfte JQT

Zusammenfassung der maßgebenden Schnittkräfte

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | V | M |  |  |  | V | M |
| Joch Ⓐ | Schnittgröße | 370,879 | 139,198 |  | Joch ⓖ | Schnittgröße | 503,599 | 462,507 |
|  | Auslastung | 0,13729 | 0,07512 |  |  | Auslastung | 0,10194 | 0,10506 |
| Joch Ⓑ | Schnittgröße | 598,057 | 317,971 |  | Joch ⓗ;ⓚ | Schnittgröße | 191,895 | 121,794 |
|  | Auslastung | 0,22139 | 0,1716 |  |  | Auslastung | 0,40263 | 0,37257 |
| Joch Ⓒ | Schnittgröße | 499,756 | 337,303 |  | Joch ⓘ | Schnittgröße | 246,165 | 129,553 |
|  | Auslastung | 0,57342 | 0,43427 |  |  | Auslastung | 0,3663 | 0,72479 |
| Joch Ⓓ;Ⓔ | Schnittgröße | 703,24 | 586,545 |  | Joch ⓙ | Schnittgröße | 237,478 | 125,076 |
|  | Auslastung | 0,80689 | 0,75517 |  |  | Auslastung | 0,35338 | 0,69974 |
| Joch Ⓕ | Schnittgröße | 359,028 | 120,76 |  | Joch Ⓛ | Schnittgröße | 598,888 | 484,824 |
|  | Auslastung | 0,75331 | 0,3694 |  |  | Auslastung | 0,12123 | 0,11013 |
| Joch Ⓖ | Schnittgröße | 456,242 | 326,667 |  | Joch ⓜ | Schnittgröße | 345,617 | 171,311 |
|  | Auslastung | 0,52349 | 0,42058 |  |  | Auslastung | 0,12794 | 0,09245 |
| Joch Ⓗ | Schnittgröße | 453,002 | 238,346 |  | Joch ⓝ | Schnittgröße | 237,354 | 130,304 |
|  | Auslastung | 0,51977 | 0,30687 |  |  | Auslastung | 0,49801 | 0,3986 |
| Joch Ⓘ | Schnittgröße | 246,147 | 97,3993 |  | Joch ⓞ | Schnittgröße | 136,143 | 108,895 |
|  | Auslastung | 0,51646 | 0,29794 |  |  | Auslastung | 0,28565 | 0,33311 |
| Joch ⓐ | Schnittgröße | 229,385 | 165,479 |  | Joch ⓟ;ⓠ | Schnittgröße | 215,168 | 100,601 |
|  | Auslastung | 0,48129 | 0,5062 |  |  | Auslastung | 0,45146 | 0,30774 |
| Joch ⓑ;ⓒ | Schnittgröße | 263 | 164,59 |  | Joch ⓡ;ⓢ | Schnittgröße | 340,554 | 72,485 |
|  | Auslastung | 0,39135 | 0,9208 |  |  | Auslastung | 0,12606 | 0,03912 |
| Joch ⓓ | Schnittgröße | 224,699 | 153,096 |  | Joch ⓣ;ⓦ | Schnittgröße | 212,13 | 104,258 |
|  | Auslastung | 0,47146 | 0,46832 |  |  | Auslastung | 0,44509 | 0,31892 |
| Joch ⓔ | Schnittgröße | 101,681 | 32,5367 |  | Joch ⓤ;ⓥ | Schnittgröße | 185,615 | 80,1482 |
|  | Auslastung | 0,1513 | 0,18203 |  |  | Auslastung | 0,2762 | 0,44839 |
| Joch ⓕ | Schnittgröße | 563,128 | 365,342 |  | Joch ⓧ | Schnittgröße | 343,761 | 85,52 |
|  | Auslastung | 0,20846 | 0,19717 |  |  | Auslastung | 0,12966 | 0,04615 |
|  |  |  |  |  | Joch ⓨ | Schnittgröße | 341,447 | 162,256 |
|  |  |  |  |  |  | Auslastung | 0,1264 | 0,08757 |

Zusammenfassung der Stützenlasten

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Joch | max | Stütze |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓐ | 327 | Titan | 306 | 319 | 327 | 326 | 323 | 323 | 321 | 319 | 313 | 318 | 319 | 325 | 325 |  |  |  |
| Joch Ⓑ | 740 | S150 | 709 | 629 | 737 | 733 | 672 | 740 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓒ | 563 | S150 | 517 | 552 | 232 | 235 | 483 | 563 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓓ;Ⓔ | 990 | S150 | 935 | 988 | 946 | 690 | 990 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓕ | 321 | RUX | 321 | 321 | 321 | 321 | 321 | 321 | 321 | 321 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓖ | 550 | S150 | 512 | 493 | 245 | 247 | 435 | 550 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓗ | 603 | S150 | 590 | 540 | 592 | 603 | 523 | 473 | 598 | 598 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓘ | 316 | RUX | 316 | 316 | 316 | 316 | 316 | 316 | 316 | 316 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓐ | 310 | P40 | 310 | 309 | 310 | 308 | 310 | 153 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓑ;ⓒ | 324 | S50 | 293 | 209 | 290 | 323 | 305 | 258 | 286 | 324 | 305 | 314 | 323 | 272 | 157 | 108 |  |  |
| Joch ⓓ | 293 | P40 | 293 | 293 | 293 | 293 | 293 | 293 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓔ | 110 | S18 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓕ | 629 | S150 | 605 | 479 | 625 | 627 | 577 | 556 | 514 | 532 | 624 | 619 | 482 | 629 |  |  |  |  |
| Joch ⓖ | 741 | S150 | 708 | 664 | 736 | 735 | 639 | 736 | 734 | 741 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓗ;ⓚ | 295 | P40 | 291 | 293 | 292 | 295 | 293 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓘ | 347 | S50 | 331 | 347 | 327 | 330 | 347 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓙ | 335 | S50 | 320 | 335 | 316 | 319 | 335 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch Ⓛ | 800 | S150 | 793 | 691 | 792 | 686 | 798 | 800 | 719 | 778 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓜ | 355 | Titan | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 | 355 |
| Joch ⓝ | 255 | P40 | 254 | 253 | 255 | 251 | 251 | 255 | 253 | 254 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓞ | 245 | P40 | 238 | 239 | 245 | 242 | 239 | 242 | 245 | 238 | 238 |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓟ;ⓠ | 253 | P40 | 253 | 247 | 253 | 253 | 247 | 253 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓡ;ⓢ | 307 | P40 | 307 | 304 | 305 | 305 | 303 | 305 | 153 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓣ;ⓦ | 275 | P40 | 274 | 275 | 275 | 274 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓤ;ⓥ | 255 | S50 | 81 | 219 | 237 | 249 | 255 | 238 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓧ | 290 | P40 | 284 | 290 | 287 | 288 | 285 | 289 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Joch ⓨ | 338 | Titan | 336 | 332 | 337 | 335 | 335 | 336 | 338 | 331 | 336 |  |  |  |  |  |  |  |

## Detailnachweise

### Stegpressungsnachweis nach DIN EN 1993-1-5 Kapitel 6

Bei den Grafiken kommt WMF-Technologie zum Einsatz. Je nach Kombinationen, kann die passende Grafik aus 2 Halbbilder zusammengeschoben werden. Diese Revolution reduzierte die Anzahl der vorgehaltenen Grafiken drastisch, zumal seltene Kombinationen gar nicht vorhanden waren. Auch die Tabelle ist einheitlich für alle Kombinationen.























|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | | |
| Joch | Ⓐ | Ⓑ | Ⓒ | Ⓓ | Ⓔ | Ⓕ | Diesseits |
| Stütze | Titan | S 150 | S 150 | S 150 | S 150 | RUX |  |
| Belastung Fmax | 327 | 740 | 563 | 983 | 983 | 321 | kN |
| Stützenhöhe H | 0,69 | 8,01 | 7,94 | 5,51 | 5,01 | 6,57 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 600 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | Mi 1332 | Mi 1332 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 1,55 | 1,55 | 1,55 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 54 | 54 | 54 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 3 | 3 | 3 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 2 | 21 | 21 | 21 | 21 | 17 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 19 | 19 | 19 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 0 | 0 | 6,48 | 6,48 | 6,48 | 0 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 28,5 | 47,5 | 57,5 | 57,5 | 57,5 | 43,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7031 | 7031 | 7820 | 7820 | 7820 | 7031 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,82 | 1,06 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,43 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,61 | 0,47 | 0,97 | 0,97 | 0,97 | 1 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **17,4** | **22,4** | **55,6** | **55,6** | **55,6** | **43,5** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 2628 | 3391 | 1840 | 1840 | 1840 | 1163 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,19** | **0,33** | **0,46** | **0,80** | **0,80** | **0,41** | < 0,6/1,15 |
| **Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 20 | 24 | 24 | 24 | 24 | 17 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 45,0 | 49,0 | 49,0 | 49,0 | 49,0 | 42,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,59 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,57 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,85 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,88 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **38,2** | **39,9** | **39,9** | **39,9** | **39,9** | **36,9** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 899 | 938 | 938 | 938 | 938 | 868 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **0,55** | **1,19** | **0,91** | **1,58** | **1,58** | **0,56** | < 1/1,15 |
| **Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | |
| Joch | Ⓖ | Ⓗ | Ⓘ | Ⓒ | Ⓖ | Diesseits |
| Stütze | S 150 | S 150 | RUX | P 40 | P 40 |  |
| Belastung Fmax | 550 | 603 | 316 | 235 | 247 | kN |
| Stützenhöhe H | 6,39 | 8,82 | 4,89 | 7,94 | 6,39 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 600 | HEB 600 | HEB 360 | HEB 600 | HEB 600 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,55 | 1,55 | 1,25 | 1,55 | 1,55 | cm |
| Steghöhe hwJ | 54 | 54 | 31,5 | 54 | 54 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 3 | 3 | 2,25 | 3 | 3 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 21 | 21 | 17 | 18 | 18 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 19 | 19 | 24 | 19 | 19 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 6,48 | 6,48 | 0 | 6,48 | 6,48 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 57,5 | 57,5 | 43,5 | 54,5 | 54,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7820 | 7820 | 7031 | 7820 | 7820 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,52 | 0,52 | 0,43 | 0,50 | 0,50 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,97 | 0,97 | 1 | 0,99 | 0,99 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **55,6** | **55,6** | **43,5** | **54,1** | **54,1** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1840 | 1840 | 1163 | 1791 | 1791 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,45** | **0,49** | **0,41** | **0,20** | **0,21** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 24 | 24 | 17 | 16,4 | 16,4 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 49,0 | 49,0 | 42,0 | 41,4 | 41,4 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,61 | 0,61 | 0,57 | 0,56 | 0,56 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,81 | 0,81 | 0,88 | 0,89 | 0,89 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **39,9** | **39,9** | **36,9** | **36,7** | **36,7** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 938 | 938 | 868 | 862 | 862 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **0,89** | **0,98** | **0,55** | **0,42** | **0,44** | < 1/1,15 |
| **Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | |

Unter allen S150 Stützen werden 2 beidseitige 1cm dicke Rippen im Abstand von 20cm eingeschweißt.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | | |
| Joch | ⓝ | ⓞ | ⓟ | ⓠ | ⓡ | ⓢ | Purgatorium |
| Stütze | P 40 | P 40 | P 40 | P 40 | P 40 | P 40 |  |
| Belastung Fmax | 255 | 245 | 254 | 254 | 307 | 307 | kN |
| Stützenhöhe H | 7,86 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 8,30 | 7,30 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | 44,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7031 | 7031 | 7031 | 7031 | 7031 | 7031 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 0,43 | 1,03 | 1,03 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,49 | 0,49 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **44,5** | **44,5** | **44,5** | **44,5** | **21,7** | **21,7** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1190 | 1190 | 1190 | 1190 | 3282 | 3282 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,32** | **0,31** | **0,32** | **0,32** | **0,14** | **0,14** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 16,4 | 16,4 | 16,4 | 16,4 | 16,4 | 16,4 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | 41,4 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 | 0,89 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **36,7** | **36,7** | **36,7** | **36,7** | **36,7** | **36,7** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 862 | 862 | 862 | 862 | 862 | 862 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **0,45** | **0,44** | **0,45** | **0,45** | **0,55** | **0,54** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | | |
| Joch | ⓣ | ⓤ | ⓥ | ⓦ | ⓧ | ⓨ | Purgatorium |
| Stütze | P 40 | S 50 | S 50 | P 40 | P 40 | Titan |  |
| Belastung Fmax | 275 | 255 | 255 | 275 | 290 | 338 | kN |
| Stützenhöhe H | 7,30 | 6,66 | 6,64 | 7,30 | 7,30 | 0,69 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | II\_PB 220 | II\_PB 220 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 355 | S 355 | S 235 | Mi 1332 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 2,8 | 2,8 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 18,4 | 18,4 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 0 | 0 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 22 | 22 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 18 | 2 | 2 | 18 | 18 | 2 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 8 | 8 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 0 | 2,09 | 2,09 | 0 | 0 | 0 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 44,5 | 17,0 | 17,0 | 44,5 | 44,5 | 28,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7031 | 16911 | 16911 | 7031 | 7031 | 7031 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,43 | 0,32 | 0,32 | 0,43 | 1,03 | 0,82 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,49 | 0,61 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **44,5** | **17,0** | **17,0** | **44,5** | **21,7** | **17,4** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1190 | 1532 | 1532 | 1190 | 3282 | 2628 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,35** | **0,25** | **0,25** | **0,35** | **0,13** | **0,19** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 16,4 | 24 | 24 | 16,4 | 16,4 | 20 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 41,4 | 49,0 | 49,0 | 41,4 | 41,4 | 45,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,56 | 0,61 | 0,61 | 0,56 | 0,56 | 0,59 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,89 | 0,81 | 0,81 | 0,89 | 0,89 | 0,85 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **36,7** | **39,9** | **39,9** | **36,7** | **36,7** | **38,2** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 862 | 938 | 938 | 862 | 862 | 899 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **0,49** | **0,42** | **0,42** | **0,49** | **0,51** | **0,57** | < 1/1,15 |
| **keine Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | | |
| Joch | ⓐ | ⓑ | ⓒ | ⓓ | ⓔ | ⓕ | Hölle |
| Stütze | P 40 | S 50 | S 50 | P 40 | S 18 | S 150 |  |
| Belastung Fmax | 310 | 324 | 324 | 293 | 110 | 629 | kN |
| Stützenhöhe H | 5,17 | 10,25 | 10,32 | 7,46 | 7,84 | 8,57 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | II\_PB 220 | II\_PB 220 | HEB 360 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 355 | S 355 | S 235 | S 235 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 2,8 | 2,8 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 18,4 | 18,4 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 2,25 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 0 | 0 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 22 | 22 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 18 | 2 | 2 | 18 | 2 | 21 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 8 | 8 | 24 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 0 | 2,09 | 2,09 | 0 | 0 | 0 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 44,5 | 17,0 | 17,0 | 44,5 | 28,5 | 47,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7031 | 16911 | 16911 | 7031 | 7031 | 7031 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,43 | 0,32 | 0,32 | 0,43 | 0,35 | 1,06 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,47 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **44,5** | **17,0** | **17,0** | **44,5** | **28,5** | **22,4** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 1190 | 1532 | 1532 | 1190 | 762 | 3391 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,39** | **0,32** | **0,32** | **0,37** | **0,22** | **0,28** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Metallgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 16,4 | 24 | 24 | 16,4 | 13 | 24 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 41,4 | 49,0 | 49,0 | 41,4 | 38,0 | 49,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,56 | 0,61 | 0,61 | 0,56 | 0,54 | 0,61 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,89 | 0,81 | 0,81 | 0,89 | 0,93 | 0,81 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **36,7** | **39,9** | **39,9** | **36,7** | **35,1** | **39,9** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 862 | 938 | 938 | 862 | 826 | 938 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **0,55** | **0,53** | **0,53** | **0,52** | **0,21** | **1,02** | < 1/1,15 |
| **Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Jochquerträger und Stütze** | | | | | | | |
| Joch | ⓖ | ⓗ,ⓚ | ⓘ | ⓙ | ⓛ | ⓜ | Hölle |
| Stütze | S 150 | P 40 | S 50 | S 50 | S 150 | Titan |  |
| Belastung Fmax | 741 | 295 | 347 | 335 | 800 | 355 | kN |
| Stützenhöhe H | 6,22 | 6,24 | 4,31 | 4,38 | 6,30 | 0,69 | m |
| **Jochquerträger** | HEB 360 | HEB 360 | II\_PB 220 | II\_PB 220 | HEB 360 | HEB 360 |  |
| Stahlgüte | Mi 1332 | S 235 | S 355 | S 355 | Mi 1332 | Mi 1332 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,25 | 1,25 | 2,8 | 2,8 | 1,25 | 1,25 | cm |
| Steghöhe hwJ | 31,5 | 31,5 | 18,4 | 18,4 | 31,5 | 31,5 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 2,25 | 2,25 | 1,8 | 1,8 | 2,25 | 2,25 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 0 | 0 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 22 | 22 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ A) = 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 21 | 18 | 2 | 2 | 21 | 2 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 24 | 24 | 8 | 8 | 24 | 24 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 0 | 0 | 2,09 | 2,09 | 0 | 0 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 47,5 | 44,5 | 17,0 | 17,0 | 47,5 | 28,5 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 7031 | 7031 | 16911 | 16911 | 7031 | 7031 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 1,06 | 0,43 | 0,32 | 0,32 | 1,06 | 0,82 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,47 | 1 | 1 | 1 | 0,47 | 0,61 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **22,4** | **44,5** | **17,0** | **17,0** | **22,4** | **17,4** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 3391 | 1190 | 1532 | 1532 | 3391 | 2628 | kN |
| **1,5· Fmax/FRd** | **0,33** | **0,37** | **0,34** | **0,33** | **0,35** | **0,20** | < 0,6/1,15 |
| **kein Interaktionsnachweis erforderlich** | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Nachweis der Querbelastung zwischen Stütze und Fußträger** | | | | | | | |
| **Fußträger** | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 | HEB 300 |  |
| Stahlgüte | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | S 235 | N/mm² |
| Stegdicke twJ | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | cm |
| Steghöhe hwJ | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | 26,2 | cm |
| Flanschdicke tfJ | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | cm |
| Radius RJ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | cm |
| Flanschbreite bfJ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | cm |
| Beulwert kF (Typ B) = 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |  |
| starre Lasteinleitungslänge ss | 24 | 16,4 | 24 | 24 | 24 | 20 | cm |
| m1=bfJ / twJ | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |  |
| m2= 0 für XF= 1 sonst 0,02·(hwJ/tfJ)² | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 | 3,80 |  |
| Ly = ss+2·tf·(1+(m1+m2)0,5) | 49,0 | 41,4 | 49,0 | 49,0 | 49,0 | 45,0 | cm |
| Fcr = 0,9·kF·E·twJ³/hwJ | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | 3361 | kN |
| Schlankheit = (ly·twJ·fyd)0,5 | 0,61 | 0,56 | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,59 |  |
| XF = 0,5/Schlankheit | 0,81 | 0,89 | 0,81 | 0,81 | 0,81 | 0,85 |  |
| Lastausbreitungslänge Leff = Xf · Ly | **39,9** | **36,7** | **39,9** | **39,9** | **39,9** | **38,2** | cm |
| FRd = fyd· Leff·tw | 938 | 862 | 938 | 938 | 938 | 899 | kN |
| **1,5· (0,8·H+ Fmax)/FRd** | **1,19** | **0,52** | **0,56** | **0,54** | **1,29** | **0,59** | < 1/1,15 |
| **Stegaussteifung erforderlich** | | | | | | | |

**Interaktionsnachweis nach DIN EN 1993-1-5 Kapitel 7.2 für Joch Ⓓ**

η1= 0,755 Auslastung Joch Ⓓ  
η2= 0,8

= = 1

Nachweis erfüllt

### Nachweis der Stöße

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis Jochträgerstoß** | |  | **HEB 360** |  |
| Die Jochquerträger werden teilweise gestoßen. Ohne auf die genaue Stoßlage Rücksicht zu nehmen, werden die Stöße für die maximal aufnehmbaren Schnittkräfte nachgewiesen. Die Schrauben werden nicht vorgespannt, die Berechnung erfolgt als SL-Verbindung. Die Tragfähigkeit des Balkens wird auf die Stoßtragfähigkeit begrenzt, um die Orte an zu zeigen, an der ein Stoß erlaubt ist. | | | | |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |
|  | max My= | 177 kNm | max Vz= | 151 kN |
| **Nachweis der Schrauben** | |  |  |  |
|  | **Beanspruchung auf Zug** Es wird nur die obere Schraubenreihe berücksichtigt. | | | |
|  | max Nd= 1,5·Md/(h·n) = |  | 1,5· 177 / (0,29·6) = | 153 kN |
|  | Ft,Rd= | 0,9·ASp·fub/M2 = 0,9·2,45·100/1,25 = | | 176 kN |
|  | Nd/Ft,Rd= | 153 /176 = | 0,87 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Abscheren** | |  |  |
|  | max Vd= Vd/(n=12) = |  | 1,5· 151 / 6 = | 38 kN |
|  | Fv,Rd= ASch·v·fub/M2 = 3,14·0,6·100/1,25= | |  | 151 kN |
|  | Vd / Fv,Rd= | 38 /151 = | 0,25 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Zug und Abscheren** | |  |  |
|  | Vd/Fv,Rd + Nd/(1,4·Ft,Rd )= |  | 0,87 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Lochleibung** | |  |  |
|  | e2= 30mm = 1,43·dL | } |  |  |
|  | p1= 60mm = 2,86·dL | αb= p1/(3·d0-0,25)= 0,7 | |
|  | p2= 45mm = 2,14·dL | k1=Min(2,5; 2,8·e2/d0-1,7)= 2,3 | |
|  | Fb,R,d= k1·αb·fu·d·t/γM2= 0,7·2,3·36·2·3/1,25= | |  | 280 kN |
|  | Es wird eingeschätzt, dass die Beanspruchung auf Lochleibung trotz des um 10% | | | |
|  | unterschrittenen zulässigen Lochabstandes e3 nicht maßgebend wird. | | |  |
| **Nachweis der Schweißnähte** | | (Richtungsbezogene Formel) | |  |
|  | **Flanschnähte** Aw,F= 30·2,25 = |  | je Flansch | 67,5 cm² |
|  | h= 36-2,25 = |  |  | 33,8 cm |
|  | max Fd= 1,5·My/h = |  | 1,5· 177 / 0,34= | 787 kN |
|  | FRd= fu·Aw,F/(30,5·ßw·γM2)= | 36·67,5·/(1,732·0,8·1,25)= | | 1403 kN |
|  | max Fd/ FRd= |  | 787 / 1403 = 0,56 | < 1/1,15 |
|  | **Stegnähte** |  |  |  |
|  | Aw,S= 2·0,8·(36-2·2,25-2·2,7) = |  |  | 41,8 cm² |
|  | FRd= fu·Aw,S/(30,5·ßw·γM2)= | 36·41,76·/(1,732·0,8·1,25) = | | 868 kN |
|  | 1,5· max Vz/ FRd= |  | 1,5· 151 / 868 = 0,26 | < 1/1,15 |

Joch Ⓐ



Joch Ⓑ



Joch Ⓕ



Joch Ⓘ



Joch ⓐ



Joch ⓓ



Joch ⓕ



Joch ⓗ, ⓚ



Joch ⓜ



Joch ⓝ



Joch ⓞ



Der Nachweis ist in der Mitte nicht erfüllt. Daher muss der Träger am ganzen Stück geliefert werden, oder ein Stoß bei x = 2,9m für ein kurzes Stück Träger

Joch ⓟ; ⓠ



Joch ⓡ; ⓢ



Joch t; ⓦ



Joch ⓧ



Joch ⓨ



Stoß bei 5,8m festgelegt.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis Jochträgerstoß** | |  | **HEB 600** |  |
| Die Jochquerträger werden teilweise gestoßen. Ohne auf die genaue Stoßlage Rücksicht zu nehmen, werden die Stöße für die maximal aufnehmbaren Schnittkräfte nachgewiesen. Die Schrauben werden nicht vorgespannt, die Berechnung erfolgt als SL-Verbindung. Die Tragfähigkeit des Balkens wird auf die Stoßtragfähigkeit begrenzt, um die Orte an zu zeigen, an der ein Stoß erlaubt ist. | | | | |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |
|  | max My= | 293 kNm | max Vz= | 151 kN |
| **Nachweis der Schrauben** | |  |  |  |
|  | **Beanspruchung auf Zug** Es wird nur die obere Schraubenreihe berücksichtigt. | | | |
|  | max Nd= 1,5·Md/(h·n) = |  | 1,5· 293 / (0,48·6) = | 153 kN |
|  | Ft,Rd= | 0,9·ASp·fub/M2 = 0,9·2,45·100/1,25 = | | 176 kN |
|  | Nd/Ft,Rd= | 153 /176 = | 0,87 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Abscheren** | |  |  |
|  | max Vd= Vd/(n=12) = |  | 1,5· 151 / 6 = | 38 kN |
|  | Fv,Rd= ASch·v·fub/M2 = 3,14·0,6·100/1,25= | |  | 151 kN |
|  | Vd / Fv,Rd= | 38 /151 = | 0,25 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Zug und Abscheren** | |  |  |
|  | Vd/Fv,Rd + Nd/(1,4·Ft,Rd )= |  | 0,87 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Lochleibung** | |  |  |
|  | e2= 30mm = 1,43·dL | } |  |  |
|  | p1= 60mm = 2,86·dL | αb= p1/(3·d0-0,25)= 0,7 | |
|  | p2= 45mm = 2,14·dL | k1=Min(2,5; 2,8·e2/d0-1,7)= 2,3 | |
|  | Fb,R,d= k1·αb·fu·d·t/γM2= 0,7·2,3·36·2·3/1,25= | |  | 280 kN |
|  | Es wird eingeschätzt, dass die Beanspruchung auf Lochleibung trotz des um 10% | | | |
|  | unterschrittenen zulässigen Lochabstandes e3 nicht maßgebend wird. | | |  |
| **Nachweis der Schweißnähte** | | (Richtungsbezogene Formel) | |  |
|  | **Flanschnähte** Aw,F= 30·3 = |  | je Flansch | 90,0 cm² |
|  | h= 60-3 = |  |  | 57,0 cm |
|  | max Fd= 1,5·My/h = |  | 1,5· 293 / 0,57= | 771 kN |
|  | FRd= fu·Aw,F/(30,5·ßw·γM2)= | 36·67,5·/(1,732·0,8·1,25)= | | 1871 kN |
|  | max Fd/ FRd= |  | 771 / 1871 = 0,41 | < 1/1,15 |
|  | **Stegnähte** |  |  |  |
|  | Aw,S= 2·0,8·(60-2·3-2·2,7) = |  |  | 48,6 cm² |
|  | FRd= fu·Aw,S/(30,5·ßw·γM2)= | 36·41,76·/(1,732·0,8·1,25) = | | 1010 kN |
|  | 1,5· max Vz/ FRd= |  | 1,5· 151 / 1010 = 0,22 | < 1/1,15 |

Joch Ⓒ



Joch Ⓓ, Ⓔ



* Der Nachweis ist an keiner Stelle außer x=9,66 bis 9,96 erfüllt. Die Lage des Stoßes ist damit bei x=9,81 festgelegt

Joch Ⓖ



Joch Ⓗ



Joch ⓖ



Joch Ⓛ



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nachweis Jochträgerstoß** | |  | **II\_PB 220** |  |
| Die Jochquerträger werden teilweise gestoßen. Die Stöße für die maximal aufnehmbaren Schnittkräfte nachgewiesen. Die Schrauben werden nicht vorgespannt, die Berechnung erfolgt als SL-Verbindung. Die Tragfähigkeit des Balkens wird auf die Stoßtragfähigkeit begrenzt, um die Orte an zu zeigen, an der ein Stoß erlaubt ist. Anschließend wird die Lage der Stöße festgelegt. | | | | |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |
|  | max My= | 44 kNm | max Vz= | 147 kN |
| **Nachweis der Schrauben** | |  |  |  |
|  | **Beanspruchung auf Zug** Es wird nur die obere Schraubenreihe berücksichtigt. | | | |
|  | max Nd= 1,5·Md/(h·n) = |  | 1,5· 44 / (0,151·2) = | 219 kN |
|  | Ft,Rd= | 0,9·ASp·fub/M2 = 0,9·3,53·100/1,25 = | | 254 kN |
|  | Nd/Ft,Rd= | 219 / 254 | = 0,86 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Abscheren** | |  |  |
|  | max Va,d= Va,d/(n=4) = | 1,5· 147 / 4 = | | 55 kN |
|  | Fv,Rd= ASch·v·fub/M2 = 4,52·0,6·100/1,25= | | | 217 kN |
|  | Vd / Fv,Rd= | 55 / 217= | 0,25 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Zug und Abscheren** | |  |  |
|  | Vd/Fv,Rd + Nd/(1,4·Ft,Rd )= |  | 0,87 | < 1/1,15 |
|  | **Beanspruchung auf Lochleibung** | |  |  |
|  | e12= 60mm = 2,4 ·dL | } |  |  |
|  | p1= 184mm = 7,36·dL | αb= e1/(3·d0)= 0,8 |  |
|  | p2=150mm = 6· dL | k1=Min(2,5; 2,8·e2/d0-1,7)= 2,5 | |
|  | Fb,R,d= k1·αb·fu·d·t/γM2= 0,8·2,5·49·2,4·3/1,25 | |  | 564 kN |
| **Nachweis der Schweißnähte** | | (Richtungsbezogene Formel) | |  |
|  | **Flanschnähte** Aw,F= 2·0,8·22= | | je Flansch | 35,2 cm² |
|  | h= 22-1,8 = |  |  | 20,2 cm |
|  | max Fd= 1,5·My/h = |  | 1,5· 44 / 0,20 | 327 kN |
|  | FRd= fu·Aw,F/(30,5·ßw·γM2)= | 49·35,2·/(1,732·0,9·1,25) = | | 885 kN |
|  | max Fd/ FRd= | 327 / 885 = 0,37 | | < 1/1,15 |
|  | **Stegnähte** |  |  |  |
|  | Aw,S= 2·1,4·(22-2·1,8) = |  |  | 51,5 cm² |
|  | FRd= fu·Aw,S/(30,5·ßw·γM2)= | 49·51,52·/(1,732·0,9·1,25) = | | 1296 kN |
|  | 1,5· max Vz/ FRd= | 1,5· 147 / 1296 = 0,17 | | < 1/1,15 |

Der II\_PB 220 ist in den Längen 4m; 6m und 8m vorhanden. 1m von jedem Ende entfernt befindet sich ein Anschluss für eine Abspannung. Damit ist die Lage der Stöße und die Lage der Abspannungen sehr begrenzt und muss vorgegeben werden.

Joch ⓤ; ⓥ



Stoß bei x=8. Trägerlängen 8m+6m

Joch ⓑ; ⓒ



Stöße bei 3,5; 11,5 und 19,5. Trägerlängen 4m+8m+8m+8m

Joch ⓔ



Stöße bei 4,46 und 10,46. Trägerlängen 6m+6m + 6m + 6m+ 6m

Joch ⓘ



Stöße bei 4,16 und 8,16. Trägerlängen 6m+4m+8m+4m+6m

Joch ⓙ



Stöße bei 4,16 und 8,16. Trägerlängen 6m+4m+8m+4m+6m

Die Lage der Stöße ist im statischen System als biegesteifes Gelenk sichtbar. Die Drehfederkonstante wird berechnet.

h= 0,151 m

Asch= 1,2²·π= cm²

M= 1 kNm

N= M/h= = kN

σ= N/A= = 0,732kN/cm²

E= 21000kN/cm²

ε= σ/E= =

ΔL= ε·L= 0,000035·100mm= 0,0035mm

Knick = ΔL/hII\_PB220==

Drehfeder = 1/Knick= = 63119

Drehfeder= 2·E·πr²·h·hII\_PB220/ L

Drehfeder= = 63119

Die Drehfeder für den Stoß des HEB 360 lautet

Drehfeder= 6·E·πr²·h·hHEB360/ L

Drehfeder= = 435000

# Stützen und Horizontallastabtrag

Einige Stützen können auch Horizontalkräfte übernehmen. Absenkkeil und S50 tragen in beide Richtungen. Die S150 trägt Horizontallasten sehr kraftvoll in Jochrichtung. RUX und P40 benötigen Zusatzkonstruktionen.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Joch | Höhe | Anzahl | Stütze | Typ | Typ | max | Hjoch II | Hjoch┴ |
| Joch Ⓐ | 0,688 | 26 | Titan | Titan | Titan | 327 | 104,9 | 94,0 |
| Joch Ⓑ | 8,011 | 12 | S150 | S150 | Druck | 740 | 119,8 | 107,5 |
| Joch Ⓒ | 7,936 | 8 | S150 | S150 | Druck | 563 | 77,1 | 170,8 |
| Joch Ⓒ |  | 4 | P40 |  |  | 235 |  |  |
| Joch Ⓓ;Ⓔ | 5,508 | 12 | S150 | S150 | S | 990 | 112,6 | 0 |
| Joch Ⓕ | **6,571** | 16 | RUX | Zugband | Druck | 321 | 77,1 | 170,8 |
| Joch Ⓖ | 6,395 | 8 | S150 | S150 | Druck | 550 | 74,6 | 116,3 |
| Joch Ⓖ |  | 4 | P40 |  |  | 247 |  |  |
| Joch Ⓗ | 8,823 | 16 | S150 | S150 | S | 603 | 111,8 | 0 |
| Joch Ⓘ | 4,886 | 16 | RUX | Zugband | Druck | 316 | 62,5 | 107,9 |
| Joch ⓐ | 5,167 | 11 | P40 | RKV | Eurex | 310 | 42,7 | 89,4 |
| Joch ⓑ;ⓒ | 10,32 | 14 | S50 | S50 | S | 324 | 47,2 | 0 |
| Joch ⓓ | **7,464** | 12 | P40 | Pfeiler | Pfeiler | 293 | 55,5 | 102,1 |
| Joch ⓔ | 7,843 | 18 | S18 | Pfeiler | Pfeiler | 110 | 35,4 | 54,0 |
| Joch ⓕ | 8,571 | 12 | S150 | S150 | S | 629 | 88,4 | 0 |
| Joch ⓖ | 6,216 | 8 | S150 | S150 | Druck | 741 | 87,4 | 138,4 |
| Joch ⓗ;ⓚ | 6,298 | 10 | P40 | RKV | Druck | 295 | 47,8 | 80,8 |
| Joch ⓘ | 4,309 | 10 | S50 | S50 | S | 347 | 43,5 | 0 |
| Joch ⓙ | 4,377 | 10 | S50 | S50 | S | 335 | 42,0 | 0 |
| Joch Ⓛ | 6,298 | 8 | S150 | S150 | Druck | 800 | 92,3 | 79,9 |
| Joch ⓜ | 0,688 | 16 | Titan | Titan | Titan | 355 | 74,6 | 72,4 |
| Joch ⓝ | 7,858 | 8 | P40 | RKV | Druck | 255 | 34,9 | 30,8 |
| Joch ⓞ | 8,298 | 9 | P40 | RKV | Druck | 245 | 43,2 | 38,1 |
| Joch ⓟ;ⓠ | 8,298 | 6 | P40 | RKV | Druck | 253 | 31,5 | 27,8 |
| Joch ⓡ;ⓢ | **8,298** | 13 | P40 | Absp | Druck | 307 | 69,3 | 61,0 |
| Joch ⓣ;ⓦ | 7,298 | 4 | P40 | RKV | DZ | 275 | 22,2 | 20,7 |
| Joch ⓤ;ⓥ | 6,658 | 6 | S50 | S50 | S50 | 255 | 19,8 | 18,4 |
| Joch ⓧ | **7,298** | 12 | P40 | Absp | Druck | 290 | 62,5 | 54,9 |
| Joch ⓨ | 0,688 | 9 | Titan | Titan | Titan | 338 | 49,2 | 45,7 |

## Stützenstellung + Belastung





Stützenlasten_Purgatorium.wmf

## Ableitung der Horizontallasten mit Zugband

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ableitung der Horizontallasten am Widerlager** | | | **Axe** | Ⓘ |  |
| **Geometrie** |  | **Schnittgrößen** |  | **Werte des U-Profils** | |
| HJochII = | 62,5 kN | Vkd= HJochIId = | 93,7 kN | ez = | 2,01 cm |
| HJochIId = | 93,75 kN | Md= Vkd·Lk = | 18,7 kNm | A [ = | 32,20 cm² |
| Länge des U-Profils L = | 1,00 m | Vad= M/A = | 23,4 kN | Wz = | 27 cm³ |
| Länge des U-Profilkragarms Lk = | 0,20 m | NHEBd= HJochIId+Vad= | 117,1 kN | Wy = | 191 cm³ |
| A = | 0,80 m | NAd= (Vkd+Vad)/m= C = | 117,1 kN | red Wy = | 157 cm³ |
| B = | 0,80 m | Nkd = 0 = | 0,0 kN | s = | 9 mm |
| U- Profil : | 200 | Nd= (Ed²+NHEBd²)0,5 = | 165,7 kN | Asteg = | 17,00 cm² |
| m= B/A = | 1,00 | Winkel α= arctan(m) = | 45,0° |  |  |
| **Widerstände** |  | **Auflagerkräfte** |  |  |  |
| Festigkeit = | S 355 | Cd= HJochIId·L/B = | 117 kN |  |  |
| fyd = | 32,27 kN/cm² | Dd= HJochIId = | 94 kN |  |  |
|  |  | Ed= Cd = | 117 kN |  |  |
| **Nachweis der Schweißnähte** |  |  |  |  |  |
| **Naht a** | 2 x ⊿ 5 | **Naht b** | 2 x ⊿ 5 | **Naht c** | 1 x ⊿ 5 |
| Schweißnahtlänge l= | 120 mm | l = | 120 mm | l = | 200 mm |
| übertragene Kraft Nd = | 165,7 kN | Nd = | 165,7 kN | Nad + Vad = | 117kN + 23kN |
| FRd= fu·l·a·n/(30,5·ßw·γM2)= | 249 kN | FRd= fu·l·a·n/(30,5·ßw·γM2)= | 249 kN | FRd = | 255 kN |
| Auslastung = | 0,66 | Auslastung = | 0,66 | Auslastung = | 0,55 |
| **Nachweis des U- Profils** |  | **Nachweis des Flachstahls** | |  |  |
| σd = NAd/A[ +NAd·ez/Wz+Md/Wy = | 24,33 kN/cm² | Abmessungen: | 120 x 10 | **Maximaler Nachweis** | |
| τd= V/A = | 5,51 kN/cm² | NR,d=A·fy,d = | 387 kN | 0,81 | < 1/1,15 |
| σvd= (σd²+3·τd²)0,5 | 26,13 kN/cm² |  |  | **Nachweise erfüllt** | |
| Auslastung = σvd/fyd = | 0,81 | Auslastung = Nd/NRd = | 0,43 |  |  |

Widerlager.wmf

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ableitung der Horizontallasten am Widerlager** | | | **Axe** | Ⓕ |  |
| **Geometrie** |  | **Schnittgrößen** |  | **Werte des U-Profils** | |
| HJochII = | 77,1 kN | Vkd= HJochIId = | 115,6 kN | ez = | 2,01 cm |
| HJochIId = | 115,6 kN | Md= Vkd·Lk = | 17,3 kNm | A [ = | 32,20 cm² |
| Länge des U-Profils L = | 1,00 m | Vad= M/A = | 20,4 kN | Wz = | 27 cm³ |
| Länge des U-Profilkragarms Lk = | 0,15 m | NHEBd= HJochIId+Vad= | 136,0 kN | Wy = | 191 cm³ |
| A = | 0,85 m | NAd= (Vkd+Vad)/m= C = | 136,0 kN | red Wy = | 157 cm³ |
| B = | 0,85 m | Nkd = 0 = | 0,0 kN | s = | 9 mm |
| U- Profil : | 200 | Nd= (Ed²+NHEBd²)0,5 = | 192,4 kN | Asteg = | 17,00 cm² |
| m= B/A = | 1,00 | Winkel α= arctan(m) = | 45,0° |  |  |
| **Widerstände** |  | **Auflagerkräfte** |  |  |  |
| Festigkeit = | S 355 | Cd= HJochIId·L/B = | 136 kN |  |  |
| fyd = | 32,27 kN/cm² | Dd= HJochIId = | 116 kN |  |  |
|  |  | Ed= Cd = | 136 kN |  |  |
| **Nachweis der Schweißnähte** |  |  |  |  |  |
| **Naht a** | 2 x ⊿ 5 | **Naht b** | 2 x ⊿ 5 | **Naht c** | 1 x ⊿ 5 |
| Schweißnahtlänge l= | 120 mm | l = | 120 mm | l = | 200 mm |
| übertragene Kraft Nd = | 192,4 kN | Nd = | 192,4 kN | Nad + Vad = | 136kN + 20kN |
| FRd= fu·l·a·n/(30,5·ßw·γM2)= | 249 kN | FRd= fu·l·a·n/(30,5·ßw·γM2)= | 249 kN | FRd = | 255 kN |
| Auslastung = | 0,77 | Auslastung = | 0,77 | Auslastung = | 0,61 |
| **Nachweis des U- Profils** |  | **Nachweis des Flachstahls** | |  |  |
| σd = NAd/A[ +NAd·ez/Wz+Md/Wy = | 25,43 kN/cm² | Abmessungen: | 120 x 10 | **Maximaler Nachweis** | |
| τd= V/A = | 6,80 kN/cm² | NR,d=A·fy,d = | 387 kN | 0,87 | < 1/1,15 |
| σvd= (σd²+3·τd²)0,5 | 28,02 kN/cm² |  |  | **Nachweise erfüllt** | |
| Auslastung = σvd/fyd = | 0,87 | Auslastung = Nd/NRd = | 0,50 |  |  |

## Ableitung der Horizontallasten am Pfeiler

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ableitung der H-Lasten am Brückenpfeiler Joch ⓓ und ⓔ** | | | | | | |  |  |  |
| Joch ⓓ : | max HJoch,L = | 43,5 kN | aus p/100 |  |  | Mögliche Lastfälle | | |  |
|  | max HJoch,L = | 12,0 kN | aus Wind |  | Joch | LF1↓↓ | LF2↓↑ | LF3↑↓ |  |
| Joch ⓔ : | max HJoch,L = | 28,1 kN | aus p/100 |  | ⓓ | 55,5 | 31,5 | 55,5 |  |
|  | max HJoch,L = | 7,3 kN | aus Wind |  | ⓔ | 35,4 | 35,4 | 20,8 |  |
| Statisches System: | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43,5 | 28,1 | Die Schnittkräfte von Riegel und Zugband werden für die möglichen Last- kombinationen mit einem Stabwerksprogramm berechnet und wird hier nicht näher dargelegt. Es werden nur die ermittelten Schnittgrößen angegeben. Die Holzauskeilungen werden dabei als Auflager nur berücksichtigt, wenn keine Zugkräfte auftreten. Die Zugbänder sind druckschlaff. | | | | | | |  |
|  |  |  |
| 12,0 | 7,3 |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  | Zugband: |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Zk= | 69 kN | LF1↓↓ |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Riegel: |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Dk= | 50 kN | LF1↓↓ |  |  |  |  |
|  |  |  | Qk= | 6 kN | LF1↓↓ |  |  |  |  |
|  |  |  | Mk= | 6,0 kNm | LF2↓↑ |  |  |  |  |
|  |  |  |  | Jochträger: |  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mzk= | 6,0 kNm | LF2↓↑ |  | | |  |
|  |  | **Flachstahl** | **100** | **x 6** | NR,d =A·fy,d = | | 128 | kN |  |
|  |  | S 235 |  |  | max Zd = | | 104,0 | kN |  |
|  |  |  |  |  | max Zd/NR,d= | | **0,81** | **<** | **1/1,15** |
|  |  | Schweißnaht |  | FRd= fu·l·a·n/(20,5·ßw·γM2)= | | | 127,3 | kN |  |
|  |  | 1 x ⊿ 5 | ,l= 100 | 1,5·max Z/FRd = | | | **0,82** | **<** | **1/1,15** |
| **Riegel** | A= | 32,10 cm² | Iz = | 62,7 | cm4 | λLT = | 1,526 | cm = | 0,9 |
| U200 | sk,z= | 200 cm | Iy = | 605 | cm4 | ΦLT = | 1,649 | kyy = | 0,93 |
| S 355 | sk,y= | 100 cm | It = | 5,68 | cm4 | f = | 1 | kyz = | 0,76 |
|  | ey= | 2,01 cm | Iw = | 1800 | cm6 | XLT = | 0,379 | kzy = | 0,96 |
|  | zp = | -20 cm | c² = | 170,028708 | cm² | λy = | 0,301 | kzz = | 1,26 |
|  | Npl,d = | 1032 kN |  |  |  | λz = | 1,873 |  |  |
|  | Vpl,z,d = | 296 kN | Nachweise | | | Xz = | 0,251 |  |  |
|  | Mpl,y,d = | 65,7 kNm | Qd/Vpl,z,d= | **0,03** | < 0,5 / 1,15 | | } |  |  |
|  | Mel,z,d = | 8,6 kNm | GL 6.61 = | **0,75** | < 1 / 1,15 | | Nachweise erfüllt | |
|  | Mcr = | 28,2 kNm | GL 6.62 = | **0,85** | < 1 / 1,15 | |
|  | Ncr,y = | 12539 kN |  | | | | | |  |
|  | Ncr,z = | 325 kN |  |
|  | Dd/(X·NPl,d) = | 0,29 |  |
| **Anschluss Riegel / Jochquerträger** | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Schweißnaht |  | 1 x ⊿ 5 | ,l= 100 | D+Q= | 55,5461 | kN |  |  |  |
|  |  | FRd= fu·l·a·n/(20,5·ßw·γM2)= | | | 127,3 | kN | mit ßw= 0,8 γM2= 1,25 | | |
|  |  | 1,5·(D+Q)/FRd= | | | **0,65** | **<** | **1/1,15** |  |  |
| **Jochquerträger HEB 360** | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | Wz= | 676 cm³ | Wy= | 2400 cm³ |  | R,d = fy,k/M = | | 21,36 | kN/cm² |
|  | Mz,d = max M = | 6,0 kNm | My,d= | 136 kNm |  |  |  |  |  |
|  | d/R,d = (My,d/Wy + Mz,d/Wz)/R,d = | | | | **0,46** | **<** | **1/1,15** |  |  |

## Ableitung der Horizontallasten mit Rohrverbände

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓝ** |  |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 2004 kN |  |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 20,0 kN |  |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 14,8 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | | 52,3 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** | **3** | **4** |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 1,60 | **1,60** | **1,60** | 1,60 |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 2,97 | 2,97 | 2,97 | 2,97 |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 33 | 33 | 33 | 33 |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | |  |  |  |  |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  | |  | | --- | |  | |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 16 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 18,59 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 6225 | 6225 | 6225 | 6225 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 22636 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **83,4** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 20,9 | 20,9 | 20,9 | 20,9 |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 32,6 | 32,6 | 32,6 | 32,6 |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 53,2 | 53,2 | 53,2 | 53,2 |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 2,97 | 2,97 | 2,97 | 2,97 |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 33 | 33 | 33 | 33 |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 2,01 | 2,01 | 2,01 | 2,01 |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,21 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,52 |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,39 | 0,39 | 0,39 | 0,39 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,55** | **0,55** | **0,55** | **0,55** |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 9,7 | 9,7 | 9,7 | 9,7 |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,72** | **0,72** | **0,72** | **0,72** |  |  | **< 1/1,15** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓞ** |  |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 2004 kN | 142kN |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 20,0 kN | 4,7 kN |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 14,8 kN | 3,6 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | 64,7 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** | **3** |  |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 2,70 | **2,53** | 2,70 |  |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 3,68 | 3,56 | 3,68 |  |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 47 | 45 | 47 |  |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | | x | x | x |  |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 12 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 18,96 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 9125 | 8871 | 9125 | 0 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 24655 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **96,5** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 32,5 | 31,6 | 32,5 |  |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 30,1 | 31,2 | 30,1 |  |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 11,1 | 11,1 | 11,1 |  |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 60,9 | 61,0 | 60,9 |  |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 1,84 | 1,78 | 1,84 |  |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 85 | 91 | 85 |  |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 1,25 | 1,21 | 1,25 |  |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,45 | 0,48 | 0,45 |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,20 | 0,19 | 0,20 |  |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,6 | 0,6 | 0,6 |  |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,70 | 0,69 | 0,70 |  |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,45 | 0,45 | 0,45 |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,45** | **0,44** | **0,45** |  |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 11,1 | 11,1 | 11,1 |  |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,82** | **0,82** | **0,82** |  |  |  | **< 1/1,15** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓟ** | ⓠ |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 1346 kN | 142 kN |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 4,7 kN | 13,5 kN |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 3,6 kN | 9,7 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | 47,2 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** | **3** |  |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 2,00 | 1,73 | 2,00 |  |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 3,20 | 3,04 | 3,20 |  |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 39 | 35 | 39 |  |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | |  |  |  |  |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 12 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 18,96 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 7602 | 6642 | 7602 | 0 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 19859 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **67,6** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 23,5 | 20,5 | 23,5 |  |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 29,4 | 29,7 | 29,4 |  |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 9,4 | 9,0 | 9,4 |  |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 51,7 | 49,6 | 51,7 |  |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 3,20 | 3,04 | 3,20 |  |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 28 | 31 | 28 |  |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 2,17 | 2,06 | 2,17 |  |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,18 | 0,20 | 0,18 |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,43 | 0,38 | 0,43 |  |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 |  |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,54 | 0,52 | 0,54 |  |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,38 | 0,37 | 0,38 |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,60** | **0,53** | **0,60** |  |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 9,4 | 9,0 | 9,4 |  |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,70** | **0,67** | **0,70** |  |  |  | **< 1/1,15** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓣ** | ⓦ |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 935 kN | 142 kN |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 9,4 kN | 4,7 kN |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 5,3 kN | 2,9 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | 33,3 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** |  |  |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 2,65 | 2,65 |  |  |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 3,64 | 3,64 |  |  |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 47 | 47 |  |  |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | | x | x |  |  |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 8 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 19,69 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 8722 | 8722 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 15858 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **46,8** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 23,4 | 23,4 |  |  |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 22,1 | 22,1 |  |  |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 8,0 | 8,0 |  |  |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 44,2 | 44,2 |  |  |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 1,82 | 1,82 |  |  |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 87 | 87 |  |  |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 1,23 | 1,23 |  |  |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,46 | 0,46 |  |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,15 | 0,15 |  |  |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,6 | 0,6 |  |  |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,67 | 0,67 |  |  |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,33 | 0,33 |  |  |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,32** | **0,32** |  |  |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 8,0 | 8,0 |  |  |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,60** | **0,60** |  |  |  |  | **< 1/1,15** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓐ** |  |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 3363 kN |  |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 33,6 kN |  |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 9,1 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | | 64,1 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** | **3** | **4** |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 4,00 | 4,17 | **2,30** | 4,00 |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 4,72 | 4,86 | 3,40 | 4,72 |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 58 | 59 | 43 | 58 |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 | 2 | 4 |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | | x | x |  | x |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 14 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 18,75 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 9613 | 9540 | 4254 | 9613 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 30018 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **117,5** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 34,2 | 33,9 | 15,1 | 34,2 |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 21,4 | 20,3 | 16,4 | 21,4 |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 10,1 | 9,9 | 11,2 | 10,1 |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 55,4 | 54,4 | 61,5 | 55,4 |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 2,36 | 2,43 | 3,40 | 2,36 |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 52 | 49 | 25 | 52 |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 1,60 | 1,65 | 2,30 | 1,60 |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,31 | 0,29 | 0,16 | 0,31 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,27 | 0,28 | 0,57 | 0,27 |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,6 |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,73 | 0,73 | 0,58 | 0,73 |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,41 | 0,40 | 0,46 | 0,41 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,51** | **0,52** | **0,78** | **0,51** |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 10,1 | 9,9 | 11,2 | 10,1 |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,75** | **0,73** | **0,83** | **0,75** |  |  | **< 1/1,15** | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **ⓗ;ⓚ** |  |  |  |  |  |  |  | Die Horizontallasten werden |
| V= | 2899 kN |  |  |  |  |  |  |  | durch vor den Stützen |
| aus p/100: Hp/100,k= | 8,2 kN | 28,0 kN |  |  |  |  |  |  | kreuzweise angeschlos- |
| aus Wind: Hwind,k= | 2,9 kN | 8,7 kN | QId=1,5·(Hp/100+Hwind)= | | | 71,7 kN | |  | sene Rohrkupplungsver- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | bände abgetragen. Die |
| **Verband Nr. k=** | | **1** | **2** | **3** | **4** |  |  |  | maximale Stützenschief- |
| Länge L des Verbandes [m] | | 3,60 | 1,60 | 1,60 | 3,60 |  |  |  | stellung beträgt: H/150 |
| Höhe H des Verbandes [m] | | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |  |  |  |  |
| Länge Diagonale s [m] | | 4,38 | 2,97 | 2,97 | 4,38 |  |  |  |  |
| Winkel  = [°] | | 55 | 33 | 33 | 55 |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen n | | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? | | x |  |  | x |  |  |  | Prinzipskizze für Statik |
| Querschittswerte Rüstrohre | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | [cm²] |  | Wpl= | 7,93 | cm³ |  |  |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | [cm³] |  | I= | 13,89 | [cm4] |  |  |
| Mpl,d= Wpl·fyd= | | 169 | kNcm | Npl,d=A·fyd= | | 120 | kN |  |  |
| Schubsteifigkeit der Verbandsfelder Si=n·E·A·sin²·cos | | | | | |  |  |  |  |
| Anzahl der Diagonalen m=n = | | 16 | =35(1+m)/(2·m)= | | | | 18,59 |  |  |
|  | Si,k=[kN] | 9788 | 6225 | 6225 | 9788 | 0 | 0 |  |  |
|  | Sid= | 29114 | | kN |  |  |  |  |  |
| Erhöhung der Querkraft | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| QIId=(QId+1,5·Vk·)/(1-Vd/Sid) | | QIId=[kN]= | | **118,3** |  | =1/ | 150 |  |  |
| Stahl= 1,7 (entspricht etwa M·F=1,1·1,5=1,65, siehe Betonkalender 1996 TII, S.752) | | | | | | | |  |  |
| Nachweis des Verbandes | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ΔHd=Si,k/ΣSik·QIId | | 36,2 | 23,0 | 23,0 | 36,2 |  |  |  |  |
| ΔVd= ΔHd·H/ L |  | 25,1 | 35,9 | 35,9 | 25,1 |  |  |  |  |
| Nd=Hd/(sin·n )[kN] | | 11,0 | 10,7 | 10,7 | 11,0 |  |  |  |  |
| Md= Nd·5,5 [kNcm] |  | 60,5 | 58,7 | 58,7 | 60,5 |  |  |  |  |
| Knicklänge sk=[m] | | 2,19 | 2,97 | 2,97 | 2,19 |  |  |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² [kN] | | 60 | 33 | 33 | 60 |  |  |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5 | | 1,49 | 2,01 | 2,01 | 1,49 |  |  |  |  |
| Abminderungsfaktor X für KSL "b" | | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 0,35 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl,d) | | 0,26 | 0,43 | 0,43 | 0,26 |  |  |  |  |
| cm = 0,6 für Drehkupplung sonst 0,4 | | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |  |  |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | | 0,73 | 0,54 | 0,54 | 0,73 |  |  |  |  |
| Nd/NPl + Md/MPl,d= | | 0,45 | 0,44 | 0,44 | 0,45 |  |  |  |  |
| Nd/(X·NPl) + kyy·Md/MPl,d= | | **0,52** | **0,61** | **0,61** | **0,52** |  |  |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | | **Ja** | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S 355 | Nd [kN] | 11,0 | 10,7 | 10,7 | 11,0 |  |  |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/1,1 [kN] | | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 13,6 |  |  |  |  |
| Traglast Querriegel FRd [kN] | | 13,5 | 13,5 | 13,5 | 13,5 |  |  |  |  |
| **Auslastung Nd / FR,d** | | **0,82** | **0,79** | **0,79** | **0,82** |  |  | **< 1/1,15** | |

## Knicklängenreduzierung mit Rohrverbände

Brückenquerrichtung: Die Stützen sind durch schubsteife Rohrkupplungsverbände untereinander gehalten.

Brückenlängsrichtung: Die Stützen ca. in halber Stützenhöhe zug- und druckfest an den Brückenpfeiler anzuschließen.

Die Knicklänge der Stützen wird somit auf etwa 60% verringert. Der Nachweis der Aussteifungsverbände erfolgt gemäß DIN EN 12812 für eine ideelle Querkraft

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Axe** | **Ⓕ** | **ⓡ;ⓢ** | **ⓧ** | **ⓓ** |  |  |
| Vk je Verband= n·NRd [kN] | 642 | 614 | 580 | 586 | Qi = | 5·N·e |
| Stützenlänge L [m] | 6,57 | 8,298 | 7,298 | 7,464 | L |
| Anzahl Stützen je Verband n [-] | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  |
| Ausmitte e = 0,5·L·(0,5+ 1/n)0,5/250 [cm] | 1,3 | 1,7 | 1,5 | 1,5 |  |  |
| Qi [kN] | 6,4 | 6,1 | 5,8 | 5,9 |  |  |
| Verbandsfeld h = | 3,285 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |  |  |
| l = | 2,5 | 1,3 | 1,4 | 2 |  |  |
| tan  = l/h ;  = | 37 | 27 | 29 | 39 |  |  |
| Anzahl Zugdiagonalen nz [-] | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  |
| Anzahl Druckdiagonalen nd [-] | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  |
| n [-] | 4 | 4 | 4 | 4 |  |  |
| D1d = Q/(n·l/h/(1+l²/h²)0,5) = | 4,0 | 5,0 | 4,5 | 3,5 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Anschluss mit Normalkupplungen |  |  |  |  |  |  |
| max FR = Zd [kN] | 4,0 | 5,0 | 4,5 | 3,5 |  |  |
| zul. FR,d=FR,k/M=15/(1,1·1,5) [kN] | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 9,1 |  |  |
| **FR / FR,d < 1/1,15** | **0,44** | **0,55** | **0,49** | **0,39** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nachweis Druckdiagonalen Rüstrohr Ø48,3x4,05 | |  |  |  |  |  |
| S 235 | A= | 5,63 | cm² | Wpl= | 7,93 | cm³ |
| M=1,1 | Wel= | 5,75 | cm³ | Mpl,d= | 169 | kNcm |
|  | I= | 13,89 | cm4 | Npl,d= | 120 | kN |
|  | i= | 1,57 | cm |  |  |  |
| Drehkupplung zur Verringerung der Knicklänge vorhanden? |  |  |  |  |  |  |
| Knicklänge sk [m] | 4,13 | 2,82 | 2,87 | 3,20 |  |  |
| Ncr =E·I·π²/sk² = | 17 | 36 | 35 | 28 |  |  |
| λ=(A·fy/Ncr)0,5= | 2,80 | 1,91 | 1,94 | 2,17 |  |  |
|  für KSL "b" | 0,11 | 0,23 | 0,22 | 0,18 |  |  |
| D1d/(X·NPl,d) | 0,29 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |  |  |
| cm = 0,6 für ψ=0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |  |  |
| kyy = cm·(1+Min(0,8;λ-0,2)·Nd/(X·NPl,d)) | 0,49 | 0,46 | 0,45 | 0,45 |  |  |
| **D1d/NPl + 5,5·D1d/Mpl,d=** | **0,18** | **0,22** | **0,20** | **0,16** |  |  |
| **D1d/(X·NPl) + kyy·5,5·D1d/Mpl,d=** | **0,36** | **0,26** | **0,23** | **0,21** |  |  |
| **< 1/1,15 ?** | **Ja** | **Ja** | **Ja** | **Ja** |  |  |

## Ableitung der Horizontallasten mit Abspannung

In Brückenquerrichtung werden die Rüststützen durch Abspannungen mit kreuzweise Diagonalen aus Spannstählen Ø15 zu Verbandscheiben ausgebildet. Die Stützen gelten somit als "oben gehalten". Die Bemessung des Verbandes erfolgt mit der Querkraft QII an einem Ersatzsystem n.DIN EN 12812; 9.4.2.5.1 Die verwendeten Anschlussteile sind für die zulässige Last der Spannstähle ausgelegt und somit nicht ausgelastet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Ermittlung der Schnittkräfte** |  | **Axe** |
|  | **ⓡ - ⓢ** | **ⓧ** |
| Vertikallasten auf diesem Verband ΣV [kN] | 3549 | 3149 |
| QIk = Hjoch,k [kN] | 69,3 | 62,5 |
| Höhe Verband h [m] | 8,298 | 7,298 |
| Breite Verband b [m] | 6 | 6 |
| Stütze | P 40 | P 40 |
| Querschnitt | 4 L 60x5 | 4 L 60x5 |
| A [cm²] | 23,28 | 23,28 |
| Trägheitsmoment des Ersatzstabes |  |  |
| (nur Steiner'scher Anteil): IS [cm4] | 4190400 | 4190400 |
| Euler'sche Knicklast PE= π·E·I/(2·h)² | 315332 | 407668 |
| α | 35,9 | 39,4 |
| Abspannung mit Gewi Ø15: A [cm²] | 1,77 | 1,77 |
| Anzahl n [-] | 4 | 4 |
| Schubsteifigkeit Si = n·E·A·sin²α·cosα/2 [kN/rad] | 20649 | 23123 |
| Ncr =1(1/Si+1/PE) [kN] | 19380 | 21882 |
| max. Lotabweichung am Stützenkopf s [cm] | 5,5 | 4,9 |
| (Vorgabe gem. DIN 4421, 6.2) |  |  |
| Ψ = Δs/L = | 0,67% | 0,67% |
| Q"k= (Hjoch,k+Nk·ψ)/(1-1,1·1,5·ΣV/Ncr)= |  |  |
| Querkraft n.Th. II Ordnung Q"k [kN] | 133 | 110 |
| Schnittkräfte Aussteifungsverband: |  |  |
| Diagonalen je n Ø15 Zk = Q"k/sinα/n [kN] | 57 | 43 |
| Stützen: P 40 ΔVk = Q″k·h/b [kN] | 184 | 133 |
| **Nachweis der Verbände** |  |  |
| Diagonalen Gewi Ø15 zul Z1 [kN] | 90 | 90 |
| max Z / zul Z = | 0,63 | 0,48 |
|  | < 1/1,15 | < 1/1,15 |

## RöRo-Schwerlaststütze „P40“

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **Stützenhöhe H [m]** | **Vertikallast** | | |  |  |  |
| **NR,d** | **NR,k=NR,d/γ** | **max V** | **η = max V/NR,k** | |  |
| **[kN]** | | |  |  |  |
| **ⓐ** | **5,167** | **531** | **354** | **310** | **0,88** | **<=1,15** |  |
| **ⓟ, ⓠ** | **8,298** | **442** | **295** | **253** | **0,86** | **<=1,15** |  |
| **ⓡ, ⓢ** | **4,98** | **532** | **355** | **307** | **0,87** | **<=1,15** | **Knicklängenred.** |
| **ⓣ, ⓦ** | **7,298** | **476** | **317** | **275** | **0,87** | **<=1,15** |  |
| **ⓧ** | **4,38** | **537** | **358** | **290** | **0,81** | **<=1,15** | **Knicklängenred.** |
| **ⓓ** | **4,476** | **536** | **358** | **293** | **0,82** | **<=1,15** | **Knicklängenred.** |
| **ⓗ, ⓚ** | **6,298** | **509** | **340** | **295** | **0,87** | **<=1,15** |  |
| **ⓝ** | **7,858** | **457** | **305** | **255** | **0,84** | **<=1,15** |  |
| **ⓞ** | **8,298** | **442** | **295** | **245** | **0,83** | **<=1,15** |  |
| **Ⓒ** | **7,936** | **454** | **303** | **235** | **0,78** | **<=1,15** |  |
| **Ⓖ** | **6,395** | **506** | **338** | **247** | **0,73** | **<=1,15** |  |
| **Tragfähigkeitsdiagramm der Rüststütze "P40"** | | | | | | |  |
| **Bemessungswerte NR,d der Beanspruchbarkeiten mit Jochträger bis HE220B** | | | | | |  |  |
| (ermittelt nach den Kriterien der Traggerüstgruppe III nach DIN 4421) | | | | |  |  |  |
| Das Eigengewicht der Stütze und Eislasten sind nicht berücksichtigt und müssen deshalb bei der Bemessung | | | | | | | |
| am Kopf der Stütze mit angesetzt werden. Wind auf die Stütze ist bis Windzone 3 im Binnenland berücksichtigt. | | | | | | | |
|  |  |  |  | Teilsicherheitsbeiwert  = | | | 1,5 |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | Tragfähigkeitsdiagramm sowie Skizze entsprechen dem Bescheid Nr. L07-03 über die Typenprüfung P40" vom 12.01.2007 sowie der Verlängerung vom 14.12.2011 (Regierungspräsidium Leipzig, Landesprüfstelle für Bautechnik) | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |  |

P40VerlängerungP40a.tiffRöRo Traggerüst Rüststütze P40

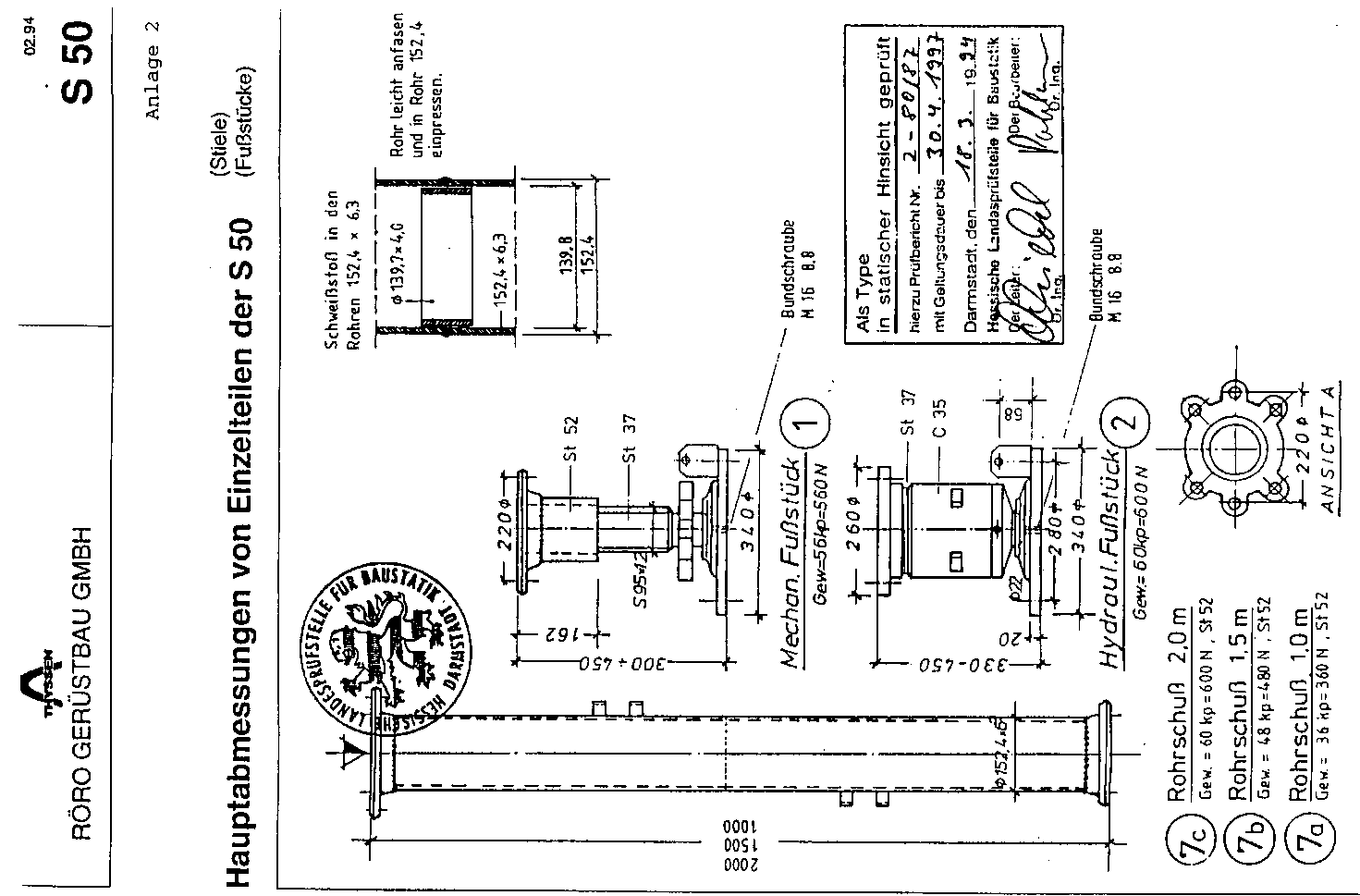
## RöRo Stützturmsystem „S50“

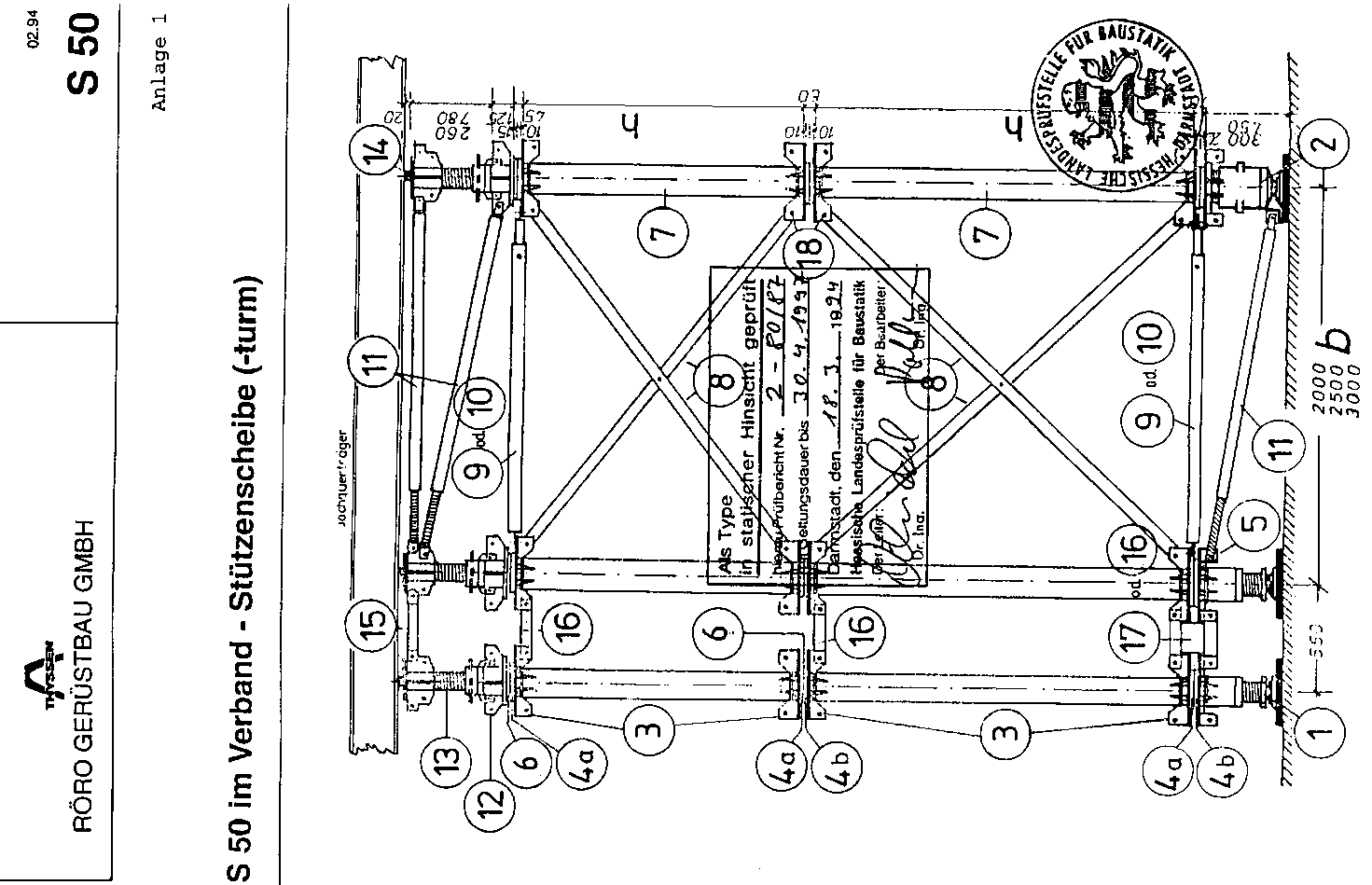
Der S50 Stützenturm ist baupraktisch nicht gut durchdacht. Mit seiner Staffelung von 2,02m, 1,52m und 1,02m und um 52cm anpassbare Ausdrehmaße kann er theoretisch zwar alle Höhen erreichen, aber praktisch hat der Überbau immer eine Neigung. Bei 2,5% Querneigung sind dies 5cm, die oft bei einem Stützturm auftreten. Dieser benötigt dann einen höheren Fußträger, damit er überhaupt baubar ist. Beim Generieren von Traggerüstschnitten macht sich das dadurch sichtbar, dass die zweite Stütze den Jochquerträger nicht berührt oder ein falsches Ausdrehmaß hat. Siehe Joch ⓙ oder ⓤ. Sinnvoll wäre es, dass der Stützturm ein 1,25m Stück in sein Sortiment bekommt.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stützturmsystem S50 - Nutzbarer Widerstand der Querrichtung ohne Fußausteifer | | | | | | | | | |
| Joch | FHk | FHd | Fv,k | ΣFv,P,k | ΣFv,P,d/FVd | Fv,Rd | Nachweis: | | Fmin,v,k |
| ⓘ | 8,7 | 15,0 | 347 | 0 | 0 | 717 | 0,83 | < 1 | 0 |
| ⓙ | 8,4 | 14,5 | 335 | 0 | 0 | 720 | 0,80 | < 1 | 0 |
| Dabei sind: | |  |  |  |  | Nachweis: 1,5·1,15· Fv,k/ Fv,Rd < 1 | | | |
| |  | | --- | | FH,k = aufgeteilte charakteristische Horizontallast | | | | | | |  |  |  |  |
| Fv,k= vertikale Last aus dem Jochträger | | | | | |  |  |  |  |
| ΣFv,P,k= vertikale Last aus dem Jochträger, die in die angependelten Stützen geht | | | | | |  |  |  |  |
| Fv,Rd= maximal aufnehmbare charakteristische Vertikallast im Abhängigkeit von der Horizontallast. | | | | | |  |  |  |  |
| Fmin,v,k= minimale charakteristische Last Fv | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| System: | | freistehend | |  |  |  |  |  |  |
| Basisbreite: | | b ≥ 2,0m | |  |  |  |  |  |  |
| Stützenhöhe: | | H ≤ 5,50m | |  |  |  |  |  |  |
| Angekoppelte Stiellasten: ΣFV,P/FV = Interpoliert | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeitsdiagramm und Skizze entsprechen Anlage 25 bis 34 (H<5,50m) zur Typenprüfung "Rüststütze S50 für h<19,50m " gemäß Prüfbericht Nr. l08-09 vom 08.02.2008 | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stützturmsystem S50 - Nutzbarer Widerstand der Querrichtung ohne Fußausteifer | | | | | | | | | |
| Joch | FHk | FHd | Fv,k | ΣFv,P,k | ΣFv,P,d/FVd | Fv,Rd | Nachweis: | | Fmin,v,k |
| ⓑ, ⓒ | 6,74 | 11,6 | 324 | 0 | 0 | 678 | 0,82 | < 1 | 0 |
| ⓤ, ⓥ | 6,59 | 11,4 | 255 | 0 | 0 | 679 | 0,65 | < 1 | 0 |
|  |  | | | | | | | | |
| Dabei sind: | |  |  |  |  | Nachweis: 1,5·1,15· Fv,k/ Fv,Rd < 1 | | | |
| |  | | --- | | FH,k = aufgeteilte charakteristische Horizontallast | | | | | | |  |  |  |  |
| Fv,k= vertikale Last aus dem Jochträger | | | | | |  |  |  |  |
| ΣFv,P,k= vertikale Last aus dem Jochträger, die in die angependelten Stützen geht | | | | | |  |  |  |  |
| Fv,Rd= maximal aufnehmbare charakteristische Vertikallast im Abhängigkeit von der Horizontallast. | | | | | |  |  |  |  |
| Fmin,v,k= minimale charakteristische Last Fv | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| System: | | freistehend | |  |  |  |  |  |  |
| Basisbreite: | | b ≥ 2,0m | |  |  |  |  |  |  |
| Stützenhöhe: | | H ≤ 9,50m | |  |  |  |  |  |  |
| Angekoppelte Stiellasten: ΣFV,P/FV = Interpoliert | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeitsdiagramm und Skizze entsprechen Anlage 35 bis 45 (H<9,50m) zur Typenprüfung "Rüststütze S50 für h<19,50m " gemäß Prüfbericht Nr. l08-09 vom 08.02.2008 | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stützturmsystem S50 - Nutzbarer Widerstand der **Längsrichtung** ohne Fußausteifer | | | | | | | | | |
| Joch | FHk | FHd | Fv,k | ΣFv,P,k | FVd/ΣFv,P,d | Fv,Rd | Nachweis: | | Fmin,v,k |
| ⓤ, ⓥ | 3,07 | 5,3 | 255 | 0 | 0 | 582 | 0,76 | < 1 | 0 |
|  |  | | | | | | | | |
| Dabei sind: | |  |  |  |  |  | Nachweis: |  | |
| FH,k = aufgeteilte charakteristische Horizontallast | | | | | |  |  |
| Fv,k= vertikale Last aus dem Jochträger | | | | | |  |  |  |  |
| ΣFv,P,k= vertikale Last aus dem Jochträger, die in die angependelten Stützen geht | | | | | | | | | |
| Fv,Rd= maximal aufnehmbare charakteristische Vertikallast im Abhängigkeit von der Horizontallast. | | | | | | | | | |
| Fmin,v,k= minimale charakteristische Last Fv | | | | | | | | | |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| System: | | freistehend | |  |  |  |  |  |  |
| Basisbreite: | | b ≥ 2,0m | |  |  |  |  |  |  |
| Stützenhöhe: | | H ≤ 9,50m | |  |  |  |  |  |  |
| Angekoppelte Stiellasten: ΣFV,P/FV = 0 | | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeitsdiagramm und Skizze entsprechen Anlage 25 bis 64 zur Typenprüfung "Rüststütze S50 für h< 19,50m " gemäß Prüfbericht Nr. l08-09 vom 08.02.2008 | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |





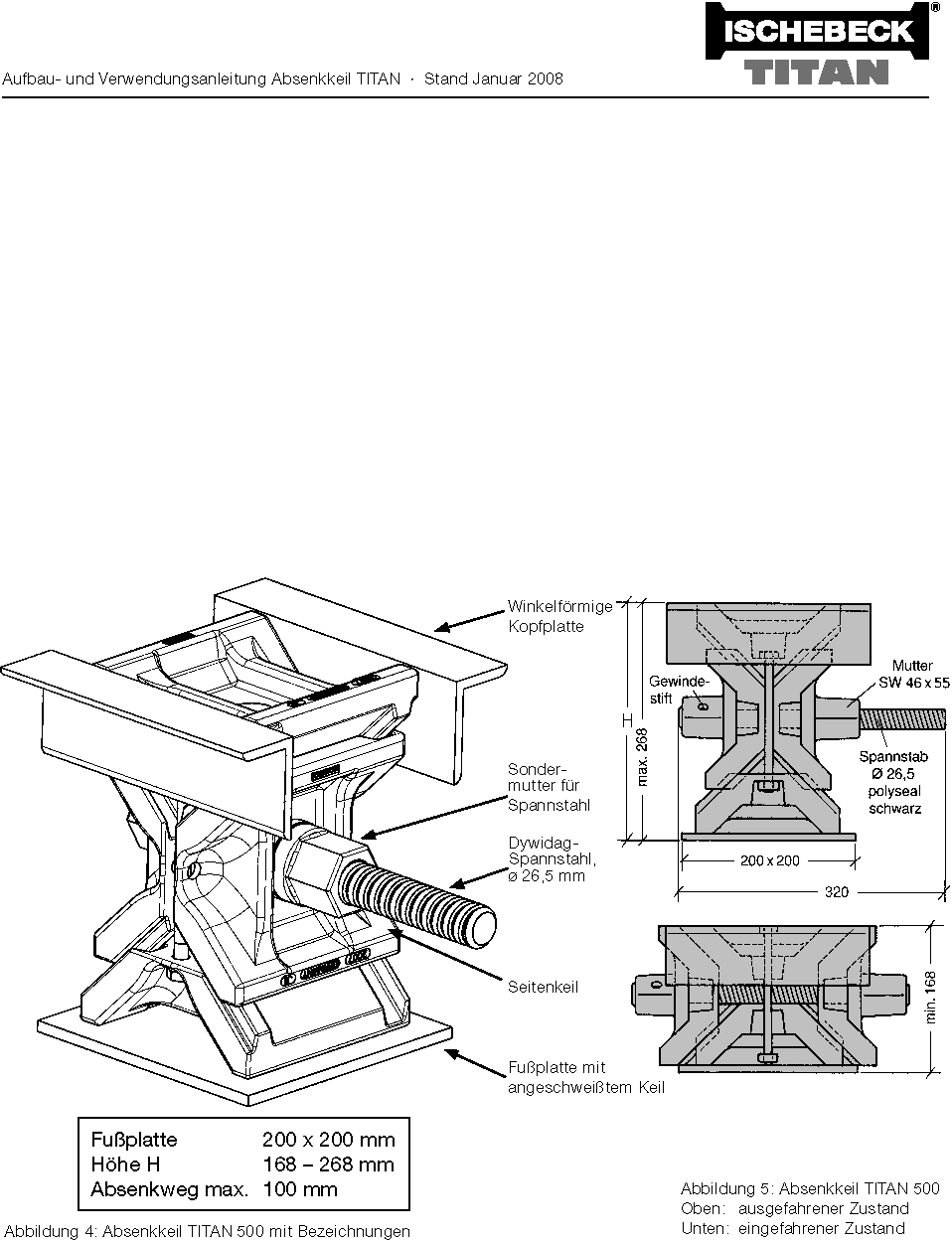
RöRo Stütztturmsystem S50

RöRo Gerüstbau GmbH

## Absenkkeil Titan

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Absenkkeil Titan | |  |  |  |  |  |
| Jochaxe | | Fmax [kN] | zul Fz [KN] | Fmax/ zul Fz | |  |
| Titan 500 | Ⓐ | 327 | 414 | **0,79** | **< 1 / 1,15** |  |
| Titan 500 | ⓜ | 355 | 413 | **0,86** | **< 1 / 1,15** |  |
| Titan 500 | ⓨ | 338 | 412 | **0,82** | **< 1 / 1,15** |  |
| zul Fz= 420kN-1,4·H= 420kN-1,4·Hjoch·Fmax/ΣVjoch | | | | für Titan 500 | |  |
| zul Fz= 1000kN-1,4·H= 1000kN-1,4·Hjoch·Fmax/ΣVjoch | | | | für Titan 1000 | |  |
| Abtrag der Horizontallasten in Jochrichtung | | | |  |  |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Die Horizontallasten in Jochquerrichtung werden über die Absenkkeile abgetragen | |
| Nachweis Absenkkeil: | |  |  | **zul H = zul Fx = 0,11·vorh Fz** | | |
| Axe | HJoch | VJoch = Fz | Lastausmitte | zul H | **max H / zul H** | |
|  | [kN] | [kN] | cm | [kN] |
| **Ⓐ** | 104,9 | 8324 | 0,2 | 763 | **0,14** | **< 1 / 1,15** |
| **ⓜ** | 74,6 | 5681 | 0,2 | 521 | **0,14** | **< 1 / 1,15** |
| **ⓨ** | 49,2 | 3016 | 0,2 | 276 | **0,18** | **< 1 / 1,15** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nachweis Futterstapel: | | Sicherheitsbeiwert : | | 1,5 | Ausmitte e= | 3,33 cm |
| Axe | HJoch | VJoch = Fz | h | zul H | **max H / zul H** | |
|  | [kN] | [kN] | [cm] | [kN] |  |  |
| **Ⓐ** | 104,9 | 8324 | 50 | 348 | **0,30** | **< 1 / 1,15** |
| **ⓜ** | 74,6 | 5681 | 50 | 237 | **0,31** | **< 1 / 1,15** |
| **ⓨ** | 49,2 | 3016 | 50 | 126 | **0,39** | **< 1 / 1,15** |





**2 Konstruktionsbeschreibung und Funktionsweise**

Der Absenkkeil besteht aus vier baugleichen Keilen, die jeweils um 90° versetzt angeordnet sind.

Die Unverlierbarkeit der lose zusammengesetzten Keile wird durch einen Spannstab (TITAN 500) bzw.

eine Ankerschraube (TITAN 1000) sowie durch lotrecht angeordnete Schrauben sichergestellt (s. Abb. 4-7).

Diese sorgen auch dafür, dass der Maximalauszug begrenzt bleibt.

Der Korrosionsschutz wird durch einen Kunstharzanstrich sichergestellt.

**Absenkkeil TITAN 500**

Beim Absenkkeil TITAN 500 ist der untere Keil mit einer angeschweißten Fußplatte versehen (200x200x10 mm),

während am oberen Keil winkelförmige Kopfplatten beidseitig aufgeschweißt sind (s. Abb. 4 und 5).

Die Seitenkeile sind in lotrechter Stellung zwischen dem Keil des Fuß- und Kopfbereiches positioniert und mittels

eines Spannstahls (Gewindestahl ø 26,5 mm und passenden Muttern) miteinander verbunden. Eine Mutter ist

hierbei fest mit einem Seitenkeil verbunden (konstruktiv angeheftet).

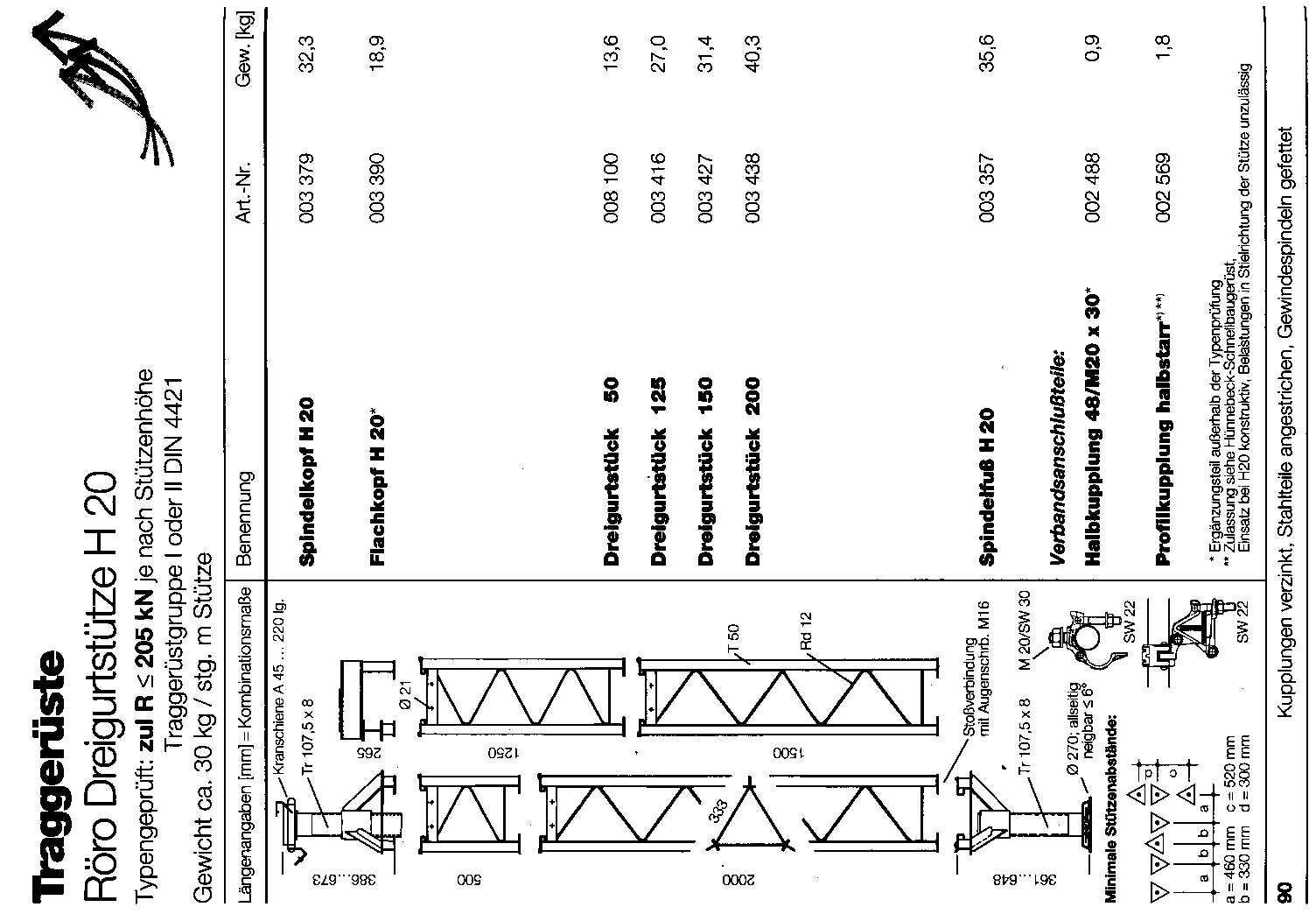
## Dreigurtstütze „S18“

Der Name der Stütze wurde geändert. Früher hieß sie H20, was zu Verwexlungen mit Doka H20 führte.



|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dreigurtstütze "S18"** | | |  |  |  |  |  |
| **Joch** | **Knicklänge** | **Vertikallast** | | **max P** | **zul./max R** | |  |
|  | **h= [m]** | **zul. FRk = [m]** | **zul. FRd = [m]** | **[kN]** | **η** |  |  |
| **ⓔ** | **7,46** | 230,5 | **133,6** | **110** | **0,82** | **< 1** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | **zul. Fd = zul.Fk/(1,5•1,15)** | |  |  |  |  |
|  |  | Nachweis | max P | < 1 |  |  |  |
|  |  | zul. FRd = [m] |  |  |  |
| **Tragfähigkeitsdiagramm Dreigurtstütze "S18"** | | | | | | |  |
| Gem. DIN 4421 Abschn. 6.1 sind den nutzbaren Winderständen zul. R nach den Kurven der Diagramme die T-fachen Beanspruchungen nach den entsprechenden Traggerüstgruppen gegenüberzustellen. Die Typenberechnung der Stütze entspricht den Anforderungen der Gerüstgruppe II nach DIN 4421. | | | | | | |  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | Tragfähigkeitsdiagramm sowie Skizze entsprechen dem Bescheid Nr. T11-013, Anlage A1-A5 Seite 18 vom 17.11.2011 (Landesdirektion Leipzig Freistaat Sachsen) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

image28.tiff



Traggerüste

RöRo Dreigurtstütze H20

## RöRo Stützensystem „S150“

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Joch | h | N | FH,k | Fv,k | Fv,Rk | Fv,min,k | Nachweis |  |  |
| ⓕ | 8,571 | 0 | 14,73 | 629 | 744 | 173 | 0,85 <1 | 0,28 <1 |  |
| ⓖ | 6,216 | 0 | 21,84 | 741 | 1159 | 143 | 0,64 <1 | 0,19 <1 |  |
| Ⓛ | 6,298 | 0 | 23,08 | 800 | 1159 | 150 | 0,69 <1 | 0,19 <1 |  |
| Ⓑ | 8,011 | 0 | 19,97 | 740 | 867 | 197 | 0,85 <1 | 0,27 <1 |  |
| Ⓒ | 7,936 | 0 | 19,27 | 563 | 867 | 192 | 0,65 <1 | 0,34 <1 |  |
| Ⓓ; Ⓔ | 5,508 | 0 | 18,76 | 990 | 1279 | 117 | 0,77 <1 | 0,12 <1 |  |
| Ⓖ | 6,395 | 0 | 18,65 | 550 | 1159 | 123 | 0,47 <1 | 0,22 <1 |  |
| Ⓗ | 8,823 | 0 | 13,97 | 603 | 744 | 166 | 0,81 <1 | 0,28 <1 |  |
| Dabei sind: | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FH,k = aufgeteilte charakteristische Horizontallast | | | | |  | Fv,min,k |  | Fv,k |  |
| N = Anzahl der Pendelstützen | | | | |  | ──── | < 1 | ─── < 1 |  |
| Fv,k= vertikale Last aus dem Jochträger | | | | |  | Fv,k |  | Fv,Rk |  |
| h = Höhe des Turms von der Gründung bis zur Oberkante des Jochträgers | | | | | | | |  |  |
| h = 0,34m Absenkkeil + Stockwerkehöhe + 1,255m ausgefahrene Kopfspindel + Jochträgerhöhe | | | | | | | | | |
| Fv,Rk= maximal aufnehmbare charakteristische Vertikallast im Abhängigkeit von der Horizontallast. | | | | | | | | | |
| Fmin,v,k= minimale charakteristische Last Fv,k | | | | |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tragfähigkeitsdiagramm entspricht Anlage 2 Bemessungstafel B.08-0, B.05-0, B.05-0, B.07-0, B.07-0 zur Typenprüfung des Stützensystem S150 gemäß Prüfbericht Nr. Ty02/03 vom 22.01.2008 | | | | | | |  |
|  |
|  |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

image30b.tif

## Traggerüststütze RUX KN 400

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Joch** | **Systemhöhe H** | **Vertikallast** | | Auslastung | |  |
| **NR,d** | **max V** | **η = max V/ NR,d** | |  |
| **[kN]** | |  |  |  |
| **Ⓕ** | **3,94** | **394** | **321** | **0,82** | **< 0,87** | **Knicklängenred.** |
| **Ⓘ** | **4,89** | **385** | **316** | **0,83** | **< 0,87** |  |
| **Windbelastung q=** | | **1,15** | **kN/m** |  |  |  |
| **Tragfähigkeitsdiagramm der Rüststütze "RUX KN 400" mit 2 Endstücken** | | | | | |  |
| **Bemessungswerte NR,d der Beanspruchbarkeiten mit Jochträger bis HE300B** | | | | | |  |
| (ermittelt nach den Kriterien der Bemessungsklasse B1, DIN EN 12812) Das Eigengewicht der Stütze ist im Nachweis der Auslastung berücksichtigt mit 0,6kN/m Stützenlänge | | | | | | |
| |  | | --- | |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | Tragfähigkeitsdiagramm sowie Skizze entsprechen dem Bescheid Nr. T004/00 vom 17.05.2001 sowie der Verlängerung bis zum 1.07.2014 vom Prüfamt für Baustatik Berlin. | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |



Dieser Prüfbericht umfasst sechs Seiten und gilt für die unter II.1 aufgeführten Bauvorlagen

29.01.2015 137 6210#2012-13/2

29.01.2015

29.01.2020

TP-12-013

RUX GmbH

Neue Straße 7

58135 Hagen

Deutschlang

Gerüststütze KN 400

KN400.tiff

## Stabilisierung in Brückenlängsrichtung

Die Widerlager und Pfeiler bilden die „Festpunkte“ des Traggerüstes in Brückenlängsrichtung.

### Abtrag mittels Stahlwandriegel

Die Jochquerträger Axe ⓣ, ⓦ sind bauseits zug- und druckfest an die Widerlager anzuschließen (mind. 2x im Querschnitt je Jochaxe, s.u.). Hier tritt **max H = 20,7kN** als Belastung aus „Wind“ und „P/100“ in Brückenlängsrichtung auf.

|  |  |
| --- | --- |
| **Joch** | **ⓣ, ⓦ** |
| Hjoch ┴ [kN] | 20,7 |
| ΣV [kN] | 1098 |
| Stützenschiefstellung φ =1/ | 150 |
| Hjoch ┴ +ΣV·φ[kN] | 28,0 |
| Festhängungen n: | 2 |
| Hjoch ┴/n [kN] | 14,0 |
| Hebelarm e1 [cm] | 80 |
| Hebelarm e2 [cm] | 100 |
| Feldlänge L1 | 40 |
| Feldlänge L2 | 40 |
| M1 = M3·Hjoch ┴·e1 [kNcm] | 1401 |
| M2 = M3·Hjoch ┴·e2 [kNcm] | 1751 |
| S 235, M0·g=1,1·1,5 = | 1,65 |
| Nachweis 2x U | 140 |
| Wy [cm³] | 172,8 |
| d= max M/Wy [kN/cm²] | 10,1 |
| d/R,d = | 0,71 |
| Nachweis | < 1/1,15 |
| Schalungsanker Ø15 |  |
| zul Z [kN] | 90 |
| Z1 = Hjoch ┴ + M1/L1 [kN] | 49,0 |
| Z2 = Hjoch ┴ + M2/L2 [kN] | 57,8 |
| max Z / zul Z = | 0,64 |
| Nachweis | < 1/1,15 |

### Abtrag mittels Holzauskeilung

Die Längsträger Ⓑ; Ⓒ; Ⓕ, Ⓖ; ⓖ; ⓗ; ⓚ; ⓛ; ⓝ; ⓞ; ⓟ; ⓠ; ⓡ; ⓢ; ⓣ; ⓦ; ⓧ werden bauseits gegen die Widerlager und Pfeiler druckfest gekeilt. Die Belastung kann durch die Holzauskeilungen problemlos aufgenommen werden, o.w.NW.

Die Auskeilungen sind gegen Herabfallen zu sichern und vor und während dem Betonieren auf einen festen Sitz zu überprüfen.

Die Fixierung der Jochquerträger auf den Stützen erfolgt mit Trägerklemmen.

Auskeilung.wmf

Auskeilung der Längsträger:

DIN 4421, 6.5.9:

≥1,5

N = F⋅sin

somit

·tan≥1,5

Prinzipskizze:

Holz/Beton =0,8 => min 

Holz/Holz =0,8

tan≥ 1,5/0,8 =1,875

min  = 61,9° < vorh  = 63°



### Abtrag der Horizontallasten mit Richtstützen in Axe ⓐ

Stützentypen laut Zulassung Z-8.311-905 Tabelle 1 kombiniert mit Tabelle 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Stützentyp | Stützen- klassen | maximale  Auszugslänge  Lmax [m] | minimale  Auszugslänge  Lmin [m] | charakteristischer Wert FRk der Tragfähigkeit in kN | Bemessungswert FRd der Tragfähigkeit in kN |
| Eurex 20 top 150 | D15 | 1,50 | 0,918 | 34 | **30** |
| Eurex 20 top 250 | B25  D25 | 2,50 | 1,479 | Min(68·a;51)  34 | **Min(60·a;45)**  **30** |
| Eurex 20 top 300 | B30  D30 | 3,00 | 1,729 | Min(68·a;59,5)  34 | **Min(60·a;52,5)**  **30** |
| Eurex 20 top 350 | C35  D35 | 3,50 | 1,979 | Min(102·a;59,5)  34 | **Min(90·a; 52,5)**  **30** |
| Eurex 20 top 400 | C40  D40 | 4,00 | 2,229 | Min(102·a;59,5)  34 | **Min(90·a; 52,5)**  **30** |
| Eurex 20 top 550 | C55  D55 | 5,50 | 2,979 | Min(102·a;59,5)  34 | **Min(90·a; 52,5)**  **30** |
| Eurex 20 top 700 | D70 | 7,00 | 3,829 | 34 | **30** |
| Eurex 30 top 250 | C25  E25 | 2,250 | 1,479 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |
| Eurex 30 top 300 | C30  E30 | 3,00 | 1,729 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |
| Eurex 30 top 350 | C35  E35 | 3,50 | 1,979 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |
| Eurex 30 top 400 | C40  E40 | 4,00 | 2,229 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |
| Eurex 30 top 450 | C45  E45 | 4,50 | 2,479 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |
| Eurex 30 top 550 | C55  E55 | 5,50 | 2,979 | Min(102·a;59,5)  51 | **Min(90·a; 52,5)**  **45** |

Dabei sind

max L=maximale Auszugslänge

L=vorhandene Auszugslänge

a=max L/L²

Bemessungswert:Die Einwirkung muss mit γ=1,5 multipliziert werden.

gewählt:**6 Richtstützen Eurex 30 top 300Klasse C40**

L=2,3m

Anzahl N=6

FRd= Max(90·a;52,5)= 90·3/2,32= 51kN

Nachweis

HJoch=89,4kN

α=20

V= HJoch· tan(α)= 89,4·0,363= 32kN

= = 0,54< 1

Nachweis erfüllt