

Stählerne Straßenbrücken

Berechnungsgrundlagen

DIN
1073

Steel road bridges, design bases

Nach der „Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen“ vom 26. Juni 1970 dürfen die bisher üblichen Krafteinheiten Kilopond (kp) und Megapond (Mp) nur noch bis zum 31. Dezember 1977 benutzt werden. Bei der Umstellung auf die gesetzliche Krafteinheit Newton (N) ($1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}$) ist im Rahmen des Anwendungsbereiches dieser Norm $1 \text{ kp} = 0,01 \text{ kN}$ oder $1 \text{ Mp} = 10 \text{ kN}$ und für $1 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ Nmm}^2$ zu setzen. Diese Angaben sind im Text, in den Tabellen und Zahlengleichungen vorliegender Norm in Klammern hinzugefügt.

Inhalt

	Seite		Seite
1. Allgemeine Angaben	2	6. Besonderheiten für bestimmte Bauformen und Bauteile	7
1.1. Anwendungsbereich	2	6.1. Zusammenwirken einzelner Bauteile	7
1.2. Hinweise auf weitere Normen, Vorschriften und Richtlinien	2	6.2. Fahrbahnlängsträger	7
2. Werkstoffe	2	6.3. Orthotrope Fahrbahnplatte	7
2.1. Bauteile	2	6.4. Fachwerkträger	7
2.2. Schrauben, Niete	2	6.5. Seile und Paralleldrahtbündel	8
3. Grundsätze für die Berechnung	3	6.5.1. Verschlossene Seile	8
3.1. Allgemeines	3	6.5.2. Paralleldrahtbündel	9
3.2. Inhalt der Berechnung	3	6.5.3. Hängeseile	9
3.3. Genauigkeitsgrad	3	6.6. Lager	9
3.4. Berechnungsverfahren	3	7. Verbindungen der Bauteile	9
3.5. Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen	3	7.1. Grundsätze für die Bemessung der Anschlüsse und Stöße	9
3.6. Mitwirkende Plattenbreite	4	7.1.1. Kontaktstöße	9
3.6.1. Träger	4	7.1.2. Beiwinkel	9
3.6.2. Orthotrope Platten	4	7.1.3. Durchbindelaschen	9
4. Lastannahmen	6	7.1.4. Anschlüsse von Gurtplatten	10
4.1. Lastfälle	6	7.1.5. Knotenbleche	10
4.2. Verteilung von Radlasten	6	7.1.6. Stäbe ohne Nachweis	10
5. Erforderliche Nachweise	7	7.2. Verbindungsmittel	10
5.1. Allgemeines	7	7.2.1. Niete und Schrauben in Scher/Lochleibungsverbindungen	10
5.2. Allgemeiner Spannungsnachweis	7	7.2.2. Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen	10
5.3. Stabilitätsnachweis	7	7.2.3. Schweißverbindungen	11
5.4. Dauerfestigkeitsnachweis	7	7.2.4. Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	11
5.5. Standsicherheitsnachweis	7	7.2.5. Verbindungsmittel unter direkter Belastung	11
5.6. Formänderungsuntersuchung	7	8. Zulässige Spannungen	11

Fortsetzung Seite 2 bis 16

1. Allgemeine Angaben

Die Berechnung von stählernen Straßenbrücken erfordert gründliche Fachkenntnisse. Daher dürfen damit nur solche Ingenieure und Betriebe beauftragt werden, die diese Kenntnisse haben und Gewähr für eine sorgfältige Durchführung bieten.

Von den Bestimmungen dieser Norm darf in Ausnahmefällen abgewichen werden, wenn dies durch entsprechende Untersuchungen begründet und von der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle anerkannt ist.

1.1. Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden für alle tragenden Bauteile aus Stahl bei Straßen- und Wegbrücken, und zwar auch dann, wenn zusätzlich zum Straßenverkehr schienengebundener Verkehr überführt wird.

1.2. Hinweise auf weitere Normen, Vorschriften und Richtlinien

1.2.1. Die für Straßen- und Wegbrücken wichtigsten Normen, Vorschriften und Richtlinien sind nachstehend aufgeführt; sie sind in der jeweils gültigen Fassung anzuwenden. Weitere Normen, Vorschriften und Richtlinien sind je nach Anwendungsgebiet zu berücksichtigen.

DIN 1000	Stahlbauten, Ausführung
DIN 1055	Blatt 1 Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile
DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen
DIN 1075	Massive Brücken; Berechnungsgrundlagen
DIN 1078	Blatt 1 Verbundträger-Straßenbrücken; Richtlinien für die Berechnung und Ausbildung Blatt 2 —; Begründungen und Erklärungen
DIN 1079	Stählerne Straßenbrücken; Grundsätze für die bauliche Durchbildung
DIN 4101	Geschweißte stählerne Straßenbrücken; Berechnung und bauliche Durchbildung
DIN 4114	Blatt 1 Stahlbau, Stabilitätsfälle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen, Vorschriften Blatt 2 —; —, —, Richtlinien

Folgende Dienstvorschriften der Deutschen Bundesbahn sind nur im Rahmen des Dauerfestigkeitsnachweises nach DIN 1073, Abschnitt 5.4, zu beachten:

DV 804	Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE)
DV 848	Vorschriften für geschweißte Eisenbahnbrücken

1.2.2. Auf folgende weitere Normen und Richtlinien wird im Text hingewiesen:

DIN 124	Blatt 1 Halbrundniete für den Stahlbau von 10 bis 36 mm Durchmesser
DIN 267	Blatt 3 Schrauben, Muttern und ähnliche Gewinde- und Formteile; technische Lieferbedingungen, Festigkeitsklassen und Prüfverfahren für Schrauben aus unlegierten oder niedriglegierten Stählen
DIN 302	Blatt 1 Senkniete von 10 bis 36 mm Durchmesser
DIN 1681	Stahlguß für allgemeine Verwendungszwecke; Gütevorschriften
DIN 1691	Gußeisen mit Lamellengraphit (Grauguß)
DIN 6914	Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6915	Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen

DIN 6916	Scheiben, rund, für HV-Verbindungen in Stahlkonstruktionen
DIN 6917	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an I-Trägern in Stahlkonstruktionen
DIN 6918	Scheiben, vierkant, für HV-Verbindungen an U-Trägern in Stahlkonstruktionen
DIN 7968	Sechskant-Paßschrauben ohne Mutter, mit Sechskantmutter für Stahlkonstruktionen
DIN 7990	Sechskantschrauben mit Sechskantmuttern, für Stahlkonstruktionen
DIN 17 100	Allgemeine Baustähle; Gütevorschriften
DIN 17 111	Kohlenstoffarme unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete; Gütevorschriften
DIN 17 200	Vergütungsstähle; Gütevorschriften
DAST-Ri. 007	Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle
TL 918 385	Technische Lieferbedingungen der Deutschen Bundesbahn für Anstrichstoffe auf Alkali-Silikat-Grundlage mit Zinkstaub für Reibflächen von HV-Verbindungen (Stahlbau)

2. Werkstoffe

2.1. Bauteile

2.1.1. Als Werkstoffe dürfen im allgemeinen nur die Stähle St 37 und St 52 nach DIN 17 100 sowie WT St 37 und WT St 52 nach DAST-Ri. 007 „Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle“ verwendet werden.

Die verwendeten Stahlsorten müssen durch Bescheinigungen nach DIN 50 049, mindestens durch Werkbescheinigungen, belegt sein.

Andere Stahlsorten dürfen nur nach eingehender Prüfung der technologischen Eigenschaften und Zulassung durch die für die Bauaufsicht zuständige Stelle verwendet werden. Dabei sind die entsprechenden Lieferbedingungen und Berechnungsgrundlagen zu beachten.

2.1.2. Werkstoffe für Lagerteile und Gelenke siehe Tabelle 8.

2.1.3. In Tabelle 1 sind die Werkstoffkennwerte angegeben, die zur Ermittlung von Formänderungen und Schnittgrößen in die Berechnung einzusetzen sind.

2.2. Schrauben, Niete

Rohe Schrauben (siehe DIN 7990) dürfen in der Festigkeitsklasse 4.6, Paßschrauben (siehe DIN 7968) in den Festigkeitsklassen 4.6 und 5.6, hochfeste Schrauben (siehe DIN 6914) und hochfeste Paßschrauben in der Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN 267 Blatt 3, und Niete (siehe DIN 124 und DIN 302) in den Stahlsorten U St 36-1 und R St 44-2 nach DIN 17 111 verwendet werden.

Für hochfeste Schrauben 10.9 sind Muttern nach DIN 6915 in der Festigkeitsklasse 10 nach DIN 267 Blatt 4, und gehärtete Unterlegscheiben nach DIN 6916 bis DIN 6918 zu verwenden.

Feuerverzinkte, hochfeste Schrauben, Muttern und Scheiben dürfen verwendet werden. Die Feuerverzinkung darf nur vom Schraubenhersteller im Eigenbetrieb bzw. im Fremdbetrieb unter seiner Verantwortung vorgenommen werden. Es sind nur komplette Garnituren (Schraube, Mutter und Unterlegscheiben) von ein und demselben Hersteller zu verwenden.

Bei Verwendung hochfester Schrauben als Paßschrauben müssen Schaft und Gewinde DIN 7968 entsprechen.

Das Herstellerwerk hat laufend durch geeignete Prüfungen nachzuweisen, daß die zu garantierenden Abmessungen, Festigkeitseigenschaften und Oberflächenbeschaffenheit erfüllt sind. Hierüber wird eine Bescheinigung ausgestellt. 

Tabelle 1. Werkstoffkennwerte

	1	2	3	4	5
	Werkstoff	Fließgrenze kp/cm ² (N/mm ²)	Elastizitätsmodul E kp/cm ² (N/mm ²)	Schubmodul G kp/cm ² (N/mm ²)	Längen- ausdehnungs- Koeffizient
1	St 37 WT St 37	2400 (240)	2 100 000 (210 000)	810 000 (81 000)	0,000012
2	St 52 WT St 52	3600 (360)			
3	Stahlguß GS-52 nach DIN 1681	2500 (250)			
4	Vergütungsstahl C 35 N nach DIN 17 200	2800 (280)			
5	Gußeisen (Grauguß) GG-15 nach DIN 1691	—	1 000 000 (100 000)	380 000 (38 000)	0,000010

3. Grundsätze für die Berechnung

3.1. Allgemeines

Für die Berechnung ist das Bauwerk durch ein statisches System, ggf. durch mehrere statische Systeme zu erfassen. Die gegenseitige Beeinflussung der Systeme muß bei allen Bauteilen berücksichtigt werden; z. B. das Zusammenwirken der Verbände und Fahrbahnkonstruktionen mit den Hauptträgern.

3.2. Inhalt der Berechnung

Die Berechnung muß ausreichende Angaben enthalten über:

- statische Systeme,
- Lastannahmen und Schwingbeiwerte,
- Werkstoffe,
- Querschnitte und Querschnittswerte,
- Auflagerbauwerke und Baugrund,
- Bauzustände.

Die nach Abschnitt 5 für alle tragenden Bauteile und Verbindungen geforderten Nachweise sind vollständig, übersichtlich und prüfbar zu führen. Die Berechnung muß eindeutige Angaben für die Ausführungszeichnungen enthalten. Sie muß in sich geschlossen sein. Aus Berechnungen anderer Bauwerke dürfen ohne Ableitung keine Werte übernommen werden.

3.3. Genauigkeitsgrad

Der Genauigkeitsgrad ist dem Berechnungsverfahren und der Eigenart des Tragsystems anzupassen.

Die für die Bemessung maßgebenden Schnittgrößen und Querschnittswerte dürfen auf 3 Zahlenstellen gerundet werden.

3.4. Berechnungsverfahren

Das Berechnungsverfahren ist freigestellt.

Werden neue Berechnungsverfahren angewendet, müssen sich Aufsteller und Prüfer vor Aufstellen der Berechnung abstimmen. Für außergewöhnliche Formeln und Berechnungsverfahren ist die Quelle anzugeben, sofern sie veröffentlicht ist; im anderen Fall sind die Ableitungen so weit zu entwickeln, daß ihre Richtigkeit nachgeprüft werden kann.

Werden Berechnungen mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen durchgeführt, so sind Bezeichnung und Herkunft der Programme sowie der Typ der Rechenanlage anzugeben.

Sollen Berechnungen durch Modellversuche ergänzt oder ersetzt werden, haben Aufsteller und Prüfer vorher das Versuchsprogramm untereinander abzustimmen.

3.5. Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen

In Tabelle 2 sind die maßgebenden Querschnittswerte für den allgemeinen Spannungsnachweis und den Dauerfestigkeitsnachweis angegeben.

Tabelle 2. Querschnittswerte bei gelochten Bauteilen

	1	2	3
	Schnittgröße	Spannungsart	Maßgebender Querschnittswert
1	Längskraft	Druck	F
2		Zug ¹⁾	$F - \Delta F$
3	Querkraft Torsionsmoment	Schub	F_Q, S, J
4	Biegemoment	Druck	$W_d = \frac{J}{y_d}$
5		Zug ¹⁾	$W_z = \frac{J - \Delta J}{y_z}$
1) Gleitfeste Verbindungen, siehe Abschnitt 7.2.2.			

Es bedeuten:

F = Fläche des ungelochten Querschnitts

ΔF = Summe der Flächen aller in die Querschnitte fallenden Löcher

Nach Bild 1 ist z. B. die Rißlinie II die ungünstigste, sofern sie eine kleinere Nutzfläche als die Rißlinie I ergibt.

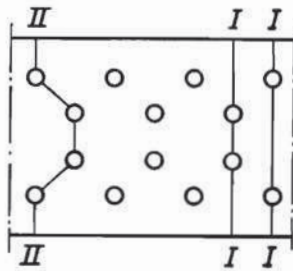


Bild 1. Rißlinien für Lochabzug

F_Q = Summe der Querschnittsflächen, die auf Grund ihrer Lage vorzugsweise imstande sind, Schub zu übertragen; z. B. bei I-, U- und ähnlichen Querschnitten üblicherweise nur deren Stege. Gurtwinkelschenkel bei zusammengesetzten Querschnitten bleiben unberücksichtigt.

S = Statisches Moment der angeschlossenen Querschnittsfläche ohne Berücksichtigung des Lochabzuges.

J = Trägheitsmoment des ungelochten Querschnitts.

ΔJ = Summe der Trägheitsmomente aller in die ungünstigste Rißlinie fallenden Löcher der Zuggurfläche, bezogen auf die Schwerachse des ungeschwächten Querschnitts. Zu den Gurtflächen gehören nur die abstehenden Querschnittsteile, wie Gurtplatten, Schenkel von Gurtwinkeln oder die Flansche von Walzträgern. Dabei ist die Rißlinie mit der kleineren Nutzfläche (siehe Bild 1) anzusetzen.

y_d = Abstand der Randfaser am Druckrand von der Schwerachse des ungeschwächten Querschnitts.

y_z = Abstand der Randfaser am Zugrand von der Schwerachse des ungeschwächten Querschnitts.

W_d = Maßgebendes Widerstandsmoment für die Druckrandspannung bei Biegung sowie Biegung mit Längskraft.

W_z = Maßgebendes Widerstandsmoment für die Zugrandspannung bei Biegung sowie Biegung mit Längskraft.

3.6. Mitwirkende Plattenbreite

3.6.1. Träger

Wird für Träger mit Querschnitten nach Bild 2, die durch Biegemomente mit Querkraft beansprucht werden, die mitwirkende Breite b_m nicht durch ein genaueres Verfahren berechnet, kann diese zur Ermittlung von Formänderungen und Spannungen näherungsweise wie folgt bestimmt werden:

Über einem gelenkigen Endauflager und im Bereich auskragender Träger: $b_{mA} = \alpha \cdot b$

Im Feldbereich von Trägern: $b_{mF} = \beta \cdot b$

Über einem inneren Auflager durchlaufender Träger: $b_{mC} = \gamma \cdot b$

b ist die volle Breite nach Bild 2. Ist b über die Trägerlänge nicht konstant, so kann für jede Breite b sinngemäß die mitwirkende Breite b_m bestimmt werden.

α, β, γ sind Beiwerte; sie sind aus Bild 4 zu entnehmen.

Die maßgebende Länge l_i für den Wert $\xi = \frac{b}{l_i}$ ist in Bild 5 angegeben.

Zur Bestimmung des Beiwertes γ ist die größere der an das Auflager anschließenden Stützweiten maßgebend.

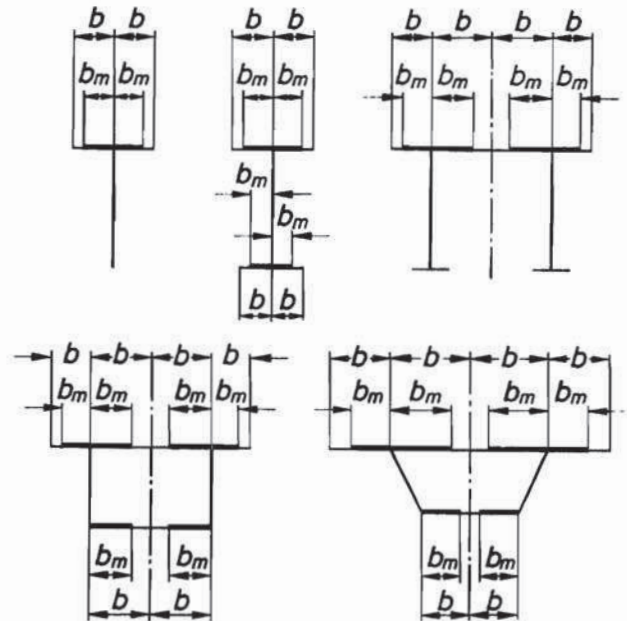
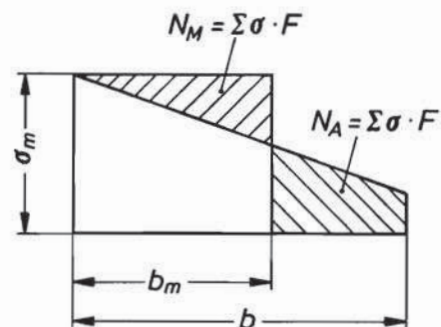


Bild 2. Querschnitte und zugehörige Breiten

Der Verlauf der mitwirkenden Breite über die Trägerlänge ist auf Bild 5 dargestellt. Ist in einem Feldbereich $b_{mF} < b_{mA}$ oder $b_{mF} < b_{mC}$, so ist der Verlauf der mitwirkenden Breite innerhalb des gesamten Feldes nach der Verbindungslinie der mitwirkenden Breite b_{mA} oder b_{mC} über den benachbarten Auflagerpunkten zu bestimmen.

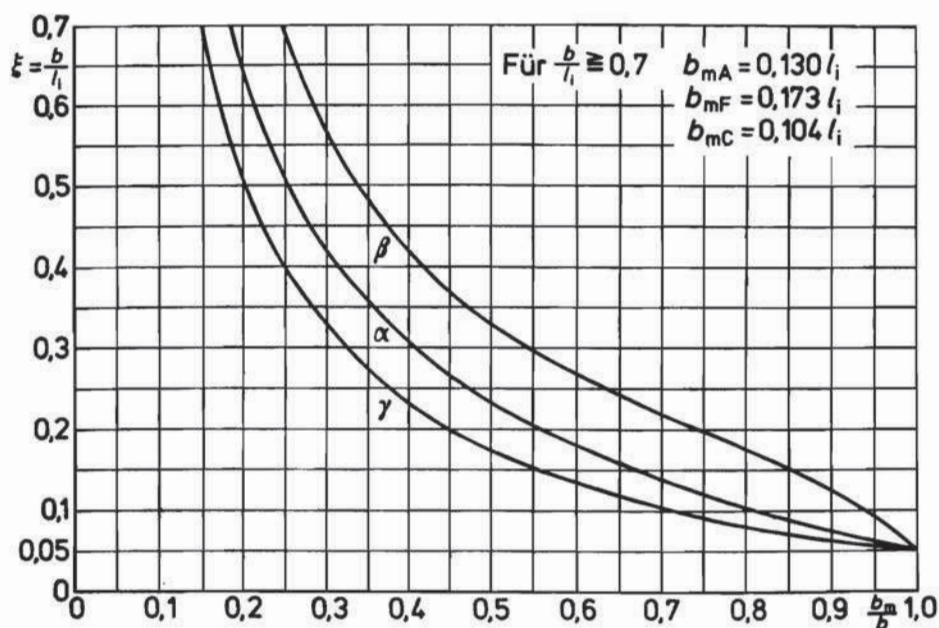
Die mit Querschnitten mitwirkender Breite ermittelten Spannungen σ_m sind Maximalwerte über den Stegen. Der Spannungsabfall in Querrichtung über die volle Breite b kann näherungsweise nach Bild 3 geradlinig angenommen werden. Die Neigung der Spannungslinie ist aus der Bedingung für die Kräftegleichheit $N_M = N_A$ zu bestimmen.

Bild 3. Spannungsverteilung über die volle Breite b

3.6.2. Orthotrope Platten

In orthotropen Platten kann bei der Ermittlung der Schnittgrößen die mitwirkende Breite der Querrippen konstant mit $\beta \cdot b$ in den Feldbereichen und mit $\alpha \cdot b$ in den Kragarmbereichen angenommen werden. Für den Spannungsnachweis sind die Einschnürungen der mitwirkenden Breiten auf $\gamma \cdot b$ oder $\alpha \cdot b$ zu berücksichtigen.

Für Längsrippen von orthotropen Platten sind die mitwirkenden Breiten b_m aus den Bildern 2 und 3 zu entnehmen.

Bild 4. Mitwirkende Breite b_m ; Beiwerte α, β, γ

Zeile	System	Verlauf von $\frac{b_m}{b}$	In $\xi = \frac{b}{l_i}$ ist:
1	Einfeldträger		$l_i = l$
2	Durchlaufträger	Endfeld 	$l_i = 0,8 l$
3		Innenfeld 	$l_i = 0,6 l$
4	Kragarm		$l_i = l$
$\alpha = b$, jedoch nicht größer als $0,25 l$; $c = 0,1 l$			

Bild 5. Mitwirkende Breite b_m : Verlauf über die Trägerlänge. Maßgebende Länge l_i