

MINISTERIALBLÄTT

FÜR DAS LAND NORDRHEIN-WESTFALEN

Ausgabe A

29. Jahrgang	Ausgegeben zu Düsseldorf am 8. Oktober 1976	Nummer 115
---------------------	--	-------------------

Inhalt

I.

Veröffentlichungen, die in die Sammlung des bereinigten Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen (SMBl. NW.) aufgenommen werden.

Glied.-Nr.	Datum	Titel	Seite
23235	14. 9. 1976	RdErl. d. Innenministers Ergänzende Bestimmungen (Fassung Januar 1976) zu DIN 1072 Ausgabe November 1967; Ergänzende Erläuterungen (Fassung Januar 1976) zu DIN 1072 Beiblatt Ausgabe November 1967	2072
23235	14. 9. 1976	RdErl. d. Innenministers DIN 1073 – Stählerne Straßenbrücken.	2074

23235

I.

**Ergänzende Bestimmungen
(Fassung Januar 1976)**
zu DIN 1072 Ausgabe November 1967

**Ergänzende Erläuterungen
(Fassung Januar 1976)**
zu DIN 1072 Beiblatt Ausgabe November 1967

RdErl. d. Innenministers v. 14. 9. 1976 –
V B 1 – 511.100

1. Mit RdErl. d. Ministers für Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten v. 7. 8. 1969 (MBI. NW. S. 1544/SMBI. NW. 23235) wurde die Norm DIN 1072 – Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen – (Ausgabe November 1967) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt.

Mit RdErl. d. Innenministers v. 21. 5. 1974 (MBI. NW. S. 861/SMBI. NW. 23235) wurden „Ergänzende Bestimmungen zu DIN 1072 Ausgabe November 1967“ bauaufsichtlich eingeführt.

Infolge der Neubearbeitung bzw. Herausgabe

der „Richtlinien für die Bemessung und Ausführung massiver Brücken“ (Fassung August 1973)¹⁾ als vorläufiger Ersatz für DIN 1075 (Ausgabe April 1955)²⁾

der „Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern“ (Ausgabe Juni 1974)³⁾ als vorläufiger Ersatz für DIN 1078 (Ausgabe September 1955)⁴⁾ und DIN 4239 (Ausgabe September 1956)⁵⁾

von DIN 1073 (Ausgabe Juli 1974) – Stählerne Straßenbrücken; Berechnungsgrundlagen –⁶⁾ mit Beiblatt (Ausgabe Juli 1974) – Erläuterungen,

werden die überarbeiteten und in der Anlage abgedruckten

Ergänzenden Bestimmungen (Fassung Januar 1976) zu DIN 1072 (Ausgabe November 1967) – Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen –

nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt.

Auf die

Ergänzenden Erläuterungen (Fassung Januar 1976) zu DIN 1072 Beiblatt (Ausgabe November 1967) wird hingewiesen.

Die „Ergänzenden Bestimmungen“ (Fassung Januar 1976) ersetzen die frühere Fassung, die mit meinem RdErl. v. 21. 5. 1974 (MBI. NW. S. 861) bauaufsichtlich eingeführt worden ist.

2. Der RdErl. v. 21. 5. 1974 (MBI. NW. S. 861/SMBI. NW. 23235), mit dem die Ergänzenden Bestimmungen zu DIN 1072, Ausgabe November 1967, bauaufsichtlich eingeführt wurden, wird hiermit aufgehoben.

3. Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBI. NW. 2323), erhält in Abschnitt 6 bei DIN 1072 in Spalte 7 folgende Fassung:

„Ergänzende Bestimmungen zu DIN 1072, Ausgabe November 1967, RdErl. v. 14. 9. 1976 (MBI. NW. S. 2072/SMBI. NW. 23235).“

Anlage 1

**Ergänzende Bestimmungen
zu DIN 1072 Ausgabe November 1967**

– Fassung Januar 1976 –

- 1 Zu Abschnitt 4 Einteilung der Lasten und zu Abschnitt 7.1 Sonderlasten aus Bauzuständen
Für Montagezustände von Brückentragwerken gelten alle Belastungen aus Eigenlast, Montagegeräten, Gerüsten und Wind [mind. 125 kp/m² (1,25 kN/m²)] als Hauptlasten, wobei auch der Einfluß von Montage-Maßnahmen, wie z. B. das Heben und Senken von Unterstützungen im Sinne von Hauptlasten, zu berücksichtigen ist.

- 2 Zu Abschnitt 5.3.1 Brückenklassen

Die in Tabelle 1 eingeschobene Fußnote wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Querträger und Zwischenquerträger mit einem Abstand bis zu 2,0 m und Längsträger sowie Platten mit einer Stützweite bis zu 7,0 m sind außerdem

- bei der Brückenklasse 30 für eine Achslast von 13 Mp (130 kN)
- bei der Zwischenklasse 24 für eine Achslast von 12 Mp (120 kN)

nach Bild 1 b) zu berechnen (siehe Erläuterungen DIN 1072 Beiblatt und Ergänzende Erläuterungen).

- 3 Zu Abschnitt 5.3.6 Schwingbeiwert

Der letzte Absatz wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Bei durchlaufenden Trägern ohne und mit Gelenken das arithmetische Mittel aller Stützweiten; für Lasten unmittelbar auf Kragarmen oder Lasten in Feldern, deren Stützweite 1 kleiner ist als die 0,7fache Stützweite des größten Feldes, ist jedoch der Schwingbeiwert (unabhängig von der Lage des untersuchten Schnittes) mit 1 φ = Länge des Kragarmes bzw. 1 φ = Stützweite 1 der jeweils kleineren Felder zu berechnen (siehe ergänzende Erläuterungen).

Die Fußnote 4) entfällt.

- 4 Zu Abschnitt 5.4 Wirkungen aus Kriechen und Schwinden des Betons

Die Fußnote 5) entfällt.

- 5 Zu Abschnitt 6.1.2 Wärmewirkung bei Verbundbrücken

Der Abschnitt wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Für die Wärmewirkung sind ausgehend von einer angenommenen Aufstelltemperatur von + 10 C folgende Grenzwerte der Temperaturschwankungen zu untersuchen:

- a) Temperaturanstieg

- an der Oberseite der Betonplatte um 20°C
- an der Unterseite des Stahlträgers um 35°C

- b) Temperaturabfall

- an der Oberseite der Betonplatte um 30°C
- an der Unterseite des Stahlträgers um 35°C

Innerhalb der vorgenannten Temperaturbereiche ist ein Temperaturunterschied von ± 15°C zwischen der Oberseite der Betonplatte und der Unterseite des Stahlträgers zu berücksichtigen.

Der Temperaturverlauf ist jeweils linear anzunehmen. Für Temperaturunterschiede zwischen einzelnen Baugliedern und die Überlagerung der Lastfälle aus Temperaturschwankungen und Temperaturunterschieden gilt Abschn. 6.1.1

- 6 Zu Abschn. 6.1.3 Wärmewirkungen bei massiven Brücken

Der erste Satz wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Für die Wärmewirkung sind Temperaturschwankungen von + 20°C und – 30°C gegenüber einer angenommenen Aufstelltemperatur von + 10°C anzunehmen.

Am Schluß wird angefügt:

Brücken mit einbetonierten Walzträgern sind wie massive Brücken zu behandeln.

- 7 Zu Abschnitt 6.5 Verschiebungswiderstände der Lager

Die Überschrift erhält folgenden Wortlaut:

Verschiebungswiderstände von Lagern und Fahrbahnübergängen

¹⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 14. 6. 1974 (MBI. NW. S. 863/SMBI. NW. 23235)

²⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 22. 1. 1957 (MBI. NW. S. 417)

³⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 8. 6. 1976 (MBI. NW. S. 1210/SMBI. NW. 232342)

⁴⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 22. 1. 1957 (MBI. NW. S. 443)

⁵⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 16. 5. 1958 (MBI. NW. S. 1381)

⁶⁾ Bauaufsichtlich eingeführt und bekanntgemacht durch RdErl. v. 14. 9. 1976 (MBI. NW. S. 2072/SMBI. NW. 23235)

Der letzte Absatz wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Die Reaktionskräfte am festen Lager aus Lagerverschiebungswiderständen und Bremslast sind zu überlagern (siehe Erläuterungen, DIN 1072 Beiblatt)

Am Schluß wird angefügt:

Verformungswiderstände von Fahrbahnübergängen sind zusätzlich zu den übrigen Lastfällen zu berücksichtigen (siehe Ergänzende Erläuterungen).

8 Zu Abschnitt 7.2 Ersatzlasten für den Anprall von Straßenfahrzeugen

Der Abschnitt wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Tragende Stützen, Rahmenstiele, Endstäbe von Fachwerkträgern oder dgl. sind

- in der Regel für Fahrzeuganprall zu bemessen und durch besondere Maßnahmen*) zu sichern.
- in bzw. neben Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften mit Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h und weniger sowie immer neben Gemeindewegen und Hauptwirtschaftswegen für Fahrzeuganprall zu bemessen oder durch besondere Maßnahmen*) zu sichern.
- wenn sie durch ihre Lage gegen die Gefahr des Anpralls geschützt sind weder für Fahrzeuganprall zu bemessen noch durch besondere Maßnahmen zu sichern.

Für Fahrzeuganprall sind neben den ungünstig wirkenden Hauptlasten nach Abschnitt 5 folgende waagerecht und ruhend anzunehmenden Ersatzlasten in 1,2 m Höhe über Fahrbahnoberfläche anzusetzen:

in Fahrtrichtung	$\pm 100 \text{ Mp}$ (1000 kN)
rechtwinklig zur Fahrtrichtung	50 Mp (500 kN)

(siehe Erläuterungen DIN 1072, Beiblatt)

Eine gleichzeitige Wirkung beider Ersatzlasten braucht nicht angenommen zu werden. Der Kraftverlauf muß mindestens für die unmittelbar betroffenen Bauteile einschließlich der an ihren Enden angeordneten Lager oder Anschlüsse verfolgt werden (siehe Erläuterungen DIN 1072 Beiblatt).

9 Zu Abschnitt 7.3 Ersatzlasten für den Seitenstoß auf Schrammborde und Schutzeinrichtungen

Am Schluß wird angefügt:

Bei Anordnung von Distanzschutzplanken sind – unabhängig voneinander und ohne gleichzeitige Berücksichtigung anderer Verkehrslasten – zwei Fälle zu untersuchen:

- a) Seitenstoß auf den Vorbord, 10 cm über Oberkante Fahrbahn wirkend, sonst nach Abschnitt 7.3;
- b) Seitenstoß auf die Schutzeinrichtung. An jedem Pfosten ist eine horizontale, senkrecht zur Distanzschutzplankenebene wirkende Ersatzlast von 2,5 Mp (25 kN) anzusetzen, die in Höhe Mitte Schutzplanke angreift. Bei Betonkappen kann für die Bemessung ein 50 cm breiter Streifen als mitwirkend angenommen werden. Dieser Lastfall ist nur maßgebend für die Bemessung derjenigen Bauteile, in denen die Pfosten verankert sind (z. B. Kappen).

10 Zu Abschnitt 8.2 Sicherheit gegen Umkippen

Die Tabelle für die Beiwerte v_k wird am Schluß wie folgt geändert:

- | | |
|-------------------------------------|-------------|
| g) Wärmewirkungen | $v_k = 1,5$ |
| h) sonstige kippend wirkende Lasten | $v_k = 1,0$ |

11 Zu Abschnitt 8.4 Bewegungen an Lagern und Fahrbahnübergängen

Der Abschnitt wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Beim Ermitteln der Bewegungen an beweglichen Lagern und Fahrbahnübergängen sind folgende Einflüsse ungünstigster Zusammenstellung zu berücksichtigen:

- Wärmewirkung,
- Vorspannen,
- Kriechen und Schwinden mit den 1,3fachen Werten der „Richtlinien für Bemessung und Ausführung von Spannbetonbauteilen“ – Fassung Juni 1973 –,
- Tangentendrehwinkel und
- Verschieben und Verdrehen der Stützungen (z. B. infolge Baugrubbewegungen).

Bei Rollenlagern ist zu diesen Werten zusätzlich ein Sicherheitszuschlag von 2 cm in beiden Richtungen zu machen, der jedoch beim Spannungsnachweis außer Ansatz bleiben kann (siehe Ergänzende Erläuterungen). Bauzustände sind zu beachten.

Bei Elastomerlagern ist der Einfluß aus Wärmewirkung auf die Verschiebung in Lagerebene allein nach Abschnitt 6.1 der Norm einschließlich der Abschnitte 5 und 6 der Ergänzenden Bestimmungen zu ermitteln.

Kriechen und Schwinden dürfen bei Elastomerlagern mit den Werten der „Richtlinien für Bemessung und Ausführung von Spannbetonbauteilen“ (Fassung Juni 1973) ohne den Faktor 1,3 berücksichtigt werden.

In allen übrigen Fällen sind für die Wärmewirkung – abweichend von Abschnitt 6.1 der Norm – Temperaturbereiche nach folgender Tabelle zugrundezulegen:

Brückenart	höchste Temperatur	tiefste Temperatur
Stählerne Brücken und Verbundbrücken	+ 75°C	- 50°C
Massive Brücken	+ 50°C	- 40°C

Wird während des Bauvorganges der Festpunkt geändert, sind die zusätzlichen Unsicherheiten durch Vergrößerung der in der Tabelle angegebenen Temperaturbereiche oben und unten bei stählernen Brücken und Stahlverbundbrücken um je 15°C und bei massiven Brücken um je 10°C bei der Berechnung für den endgültigen Zustand zu berücksichtigen (s. Ergänzende Erläuterungen).

Wenn Lager und Fahrbahnübergänge erst nach Herstellung der Verbindung mit dem endgültigen festen Lager aufgrund von Messungen der mittleren Bauwerkstemperatur genau eingestellt werden, dürfen die in der Tabelle angegebenen Temperaturbereiche um je 15 bzw. 10°C verkleinert werden. Dies gilt auch für die Berechnung aller Bauzustände (s. Ergänzende Erläuterungen).

Für das Einstellen der Lager und Fahrbahnübergänge ist nicht die Aufstelltemperatur von + 10°C nach den Abschnitten 6.1.1 bis 6.1.3 der Norm, sondern die beim Herstellen der endgültigen Verbindung mit dem festen Lager vorhandene mittlere Bauwerkstemperatur zugrunde zu legen (s. Ergänzende Erläuterungen).

Brücken mit einbetonierte Walzträgern sind wie massive Brücken zu behandeln.

Bei statischen Nachweisen sind die Festlegungen dieses Abschnittes nur maßgebend für Lager und Lagerfugen sowie für Fahrbahnübergänge und deren Verankerungen. Für den statischen Nachweis aller anderen Bauteile, auf deren Bemessung die Bewegung einen Einfluß hat, sind die Bewegungen nach den übrigen Abschnitten der Vorschrift zu ermitteln.

12 Zu den „Zusätzlichen Bestimmungen“ der Normblatt-Ausgabe November 1967

Die „Zusätzlichen Bestimmungen“ sind nicht mehr anzuwenden.

Anlage 2

Ergänzende Erläuterungen zu DIN 1072 Beiblatt Ausgabe November 1967 – Fassung Januar 1976 –

1 Zu Abschnitt 5.3.1 Brückenklassen

Das Nachrechnen bestehender Brücken für eine Achslast von 12 Mp (120 kN) bei Einstufung in Zwischenklasse 24 entspricht einer 1955 vom Bundesminister für Verkehr eingeführten Regelung. Diese muß aufgrund der allgemeinen zugelassenen Achslasten beibehalten werden.

*) Als „besondere Maßnahmen“ im Sinne von Abschn. 7.2 gelten abweisende Leiteinrichtungen, die in mindestens 1 m Abstand von den zu schützenden Bauteilen durchzuführen sind, oder Betonsockel unter den zu schützenden Bauteilen, die mindestens 80 cm hoch sein und parallel zur Verkehrsrichtung mindestens 2 m und rechtwinklig dazu mindestens 50 cm über die Außenkanäle dieser Bauteile hinausragen müssen.

2 Zu Abschnitt 5.3.3 Belastung der Brückenfläche

Distanzschutzplanken gelten im Sinne dieses Abschnittes nicht als abweisende Leiteinrichtung. Bei Anordnung von Distanzschutzplanken muß also die einzelne Radlast von 5 bzw. 4 Mp (50 bzw. 40 kN) bis zur Geländerebene ange- setzt werden. Flächen von Randkappen außerhalb der Ge- länderebene bleiben unbelastet.

3 Zu Abschnitt 5.3.6 Schwingbeiwerte

Der letzte Absatz entfällt. Angefügt werden folgende Absätze:

Bei einer orthotropen Platte ist beispielsweise anzusetzen für die Berechnung

- des Anteils aus starrer Stützung der Längsrippen: $l\varphi = l_L$
- der Plattenwirkung in Längsrippen und Querträgern: $l\varphi = l_Q$
- der Hauptträgerwirkung: $l\varphi = l_H$

hierin bedeuten:

l_L = Stützweite der Längsrippen = Querträgerabstand

l_Q = Stützweite der Querträger = Hauptträgerabstand

l_H = maßgebende Stützweite der Hauptträger

Bei durchlaufenden Trägern werden für das Berechnen des „arithmetischen Mittels aller Stützweiten“ auch die Felder mitgerechnet, deren Stützweite kleiner ist als die 0,7fache Stützweite des größten Feldes, desgleichen auch Felder mit Gelenken. Bei Feldern mit Gelenken ist jeweils die Stützweite des Gesamtfeldes maßgebend. Für Lasten in solchen Feldern wird also der Schwingbeiwert im Bereich des Eihängeträgers so berechnet, als wäre kein Gelenk vorhanden; für Lasten im Kragarmbereich ist der Schwingbeiwert aus der Kragarmlänge zu ermit- teln.

4 Zu Abschnitt 6.5 Verschiebungswiderstände von Lagern und Fahrbahnübergängen

Die Verformungswiderstände von Fahrbahnübergängen, insbesondere solchen mit Kunststoff-Dehnprofilen, hängen von der Art der Übergangskonstruktion ab; sie sind auf- grund amtlicher Prüfzeugnisse in Abstimmung mit dem Hersteller einzusetzen. Rückstellkräfte von Elastomerlagern sind im Sinne des Normblattes als Verformungswider- stände zu behandeln.

5 Zu Abschnitt 7.2 Ersatzlasten für den Anprall von Straßen- fahrzeugen

Wenn entsprechend den „Richtlinien für die Bemessung und Ausführung massiver Brücken“, Fassung August 1973, Abschnitt 10.4, bei massiven Bauteilen ihrer Abmessungen wegen keine Bemessung für Anprall verlangt ist, sind auch „Besondere Maßnahmen“ zum Zwecke der Sicherung des Bauwerks nicht erforderlich. Maßnahmen zur Verkehrssi- cherung (z.B. abweisende Schutzeinrichtungen) bleiben jedoch unberührt.

6 Zu Abschnitt 7.3 Ersatzlasten für den Seitenstoß auf Schrammborde und Leitschwellen

Bei der Bemessung der Schrammborde, Leitschwellen und der sie unmittelbar unterstützenden Teile gelten die glei- chen zulässigen Spannungen und Sicherheiten wie bei der Bemessung für Fahrzeuganprall nach Abschnitt 7.2 (siehe auch DIN 1073 – Lastfall HA – und „Richtlinien für die Bemessung und Ausführung massiver Brücken“, Fassung August 1973, Abschnitt 9.2.2, Lastfall HA und Abschnitt 9.2.3.2).

7 Zu Abschnitt 8.4 Bewegungen an Lagern und Fahrbahn- übergängen

Der Abschnitt wird durch folgenden Wortlaut ersetzt:

Der bei Rollenlagern geforderte Zuschlag von ± 2 cm soll eine zusätzliche Sicherheit gegen Ablaufen der Rolle von der Lagerplatte bieten.

Die Temperaturbereiche der Tabelle der Ergänzenden Bestimmungen enthalten für Unsicherheiten bei Bestim- mung der Aufstelltemperatur Zuschläge von $\pm 15^\circ\text{C}$ bei Stahl- und Verbundbrücken, von $\pm 10^\circ\text{C}$ bei Massiv- brücken. Ist beim Einstellen der Lager oder Fahrbahn- übergänge aufgrund des Bauverfahrens von einer vor- läufigen Annahme für die Aufstelltemperatur ausgegan- gen worden und reichen diese Zuschläge im Einzelfall nicht aus, muß die Einstellung berichtigt werden.

Die für den Fall des Festpunktwechsels angegebene Re- chenregel gilt unabhängig davon, wie oft der Festpunkt gewechselt wird; ihre Sicherheit setzt voraus, daß die in den Ergänzenden Bestimmungen für Bauzustände ange- gebenen Temperaturbereiche in jedem Zustand voll ab- gedeckt sind. Wenn die genaue Einstellung der Lager bzw. Fahrbahnübergänge erst nach dem Herstellen der Verbindung mit dem endgültigen festen Lager erfolgt, genügen auch im Falle eines Festpunktwechsels bei der Berechnung des Endzustandes die verkleinerten Tempe- raturbereiche.

Je nach Bauart der Lager muß der Hersteller zur Abdek- kung etwaiger Fertigungsungenauigkeiten weitere Zu- schläge zum Lagerweg machen.

– MBl. NW. 1976 S. 2072.

23235

**DIN 1073 –
Stählerne Straßenbrücken**

RdErl. d. Innenministers v. 14. 9. 1976 –
V B 4 – 481.100

1. Der Fachnormenausschuß Bauwesen im Deutschen Nor- menausschuß hat die Norm DIN 1073 überarbeitet und als Ausgabe Juli 1974 herausgegeben.

Die Norm

DIN 1073 (Ausgabe Juli 1974)

– Stählerne Straßenbrücken; Berechnungs- grundlagen –

wird hiermit nach § 3 Abs. 3 der Landesbauordnung (BauO NW) als Richtlinie bauaufsichtlich eingeführt.

Auf DIN 1073 Beiblatt (Ausgabe Juli 1974) – Stählerne Straßenbrücken; Berechnungsgrundlagen, Erläuterungen – wird hingewiesen.

Die Ausgabe Juli 1974 der Norm DIN 1073 ersetzt die frühere Ausgabe Januar 1941, die mit Erlaß v. 29. 7. 1941 (RABl. S. I 474) bauaufsichtlich eingeführt worden ist.

2. Bei Anwendung der Norm DIN 1073 Ausgabe Juli 1974 ist folgendes zu beachten:

2.1 Zu Abschnitt 2.1.1.

Die Verwendung von Stählen, die hinsichtlich ihrer Ei- genschaften nicht den Stählen St 37 und St 52 nach DIN 17100 zugeordnet werden können, bedarf im Einzelfall der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde, falls ihre Eignung nicht durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen wird.

2.2 Zu Abschnitt 6.6.

Die Verwendung von Lagern, die nicht nach diesem Ab- schnitt beurteilt werden können, bedarf im Einzelfall der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde, falls ihre Eignung nicht durch allgemeine bauaufsichtliche Zulas- sung nachgewiesen wird.

3. Das Verzeichnis der nach § 3 Abs. 3 BauO NW eingeführten technischen Baubestimmungen, Anlage zum RdErl. v. 7. 6. 1963 (SMBL. NW. 2323) erhält in Abschnitt 6 folgende Fassung:

Spalte 1: DIN 1073

2: Juli 1974

3: Stählerne Straßenbrücken; Berechnungs- grundlagen

4: R

5: 14. 9. 1976

6: MBl. NW. S. 2074
SMBL. NW. 23235

4. Weitere Stücke des Normblattes DIN 1073 Ausgabe Juli 1974 können beim Beuth-Vertrieb GmbH, 1000 Berlin 30, Burggrafenstraße 4–7, oder 5000 Köln, Kamekestraße 2–8, bezogen werden.

Anlage 1

Anlage 2

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 $1 \text{ kp/cm}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2$ zu setzen. Diese Angaben sind im Text, in den Tabellen und Zahlengleichungen vorliegender Norm in Klammern hinzugefügt.

Inhalt

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

Aenderung Juli 1974:

Inhalt erweitert und vollständig überarbeitet. Neu aufgenommen sind: Verbindungen mit hochfesten Schrauben, Seile, orthotrope Platte, mitwirkende Breite, Kontaktstöße.

Frühere Ausgaben:

4.28, 9.31, 1.41

Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im Deutschen Normenausschuß (DNA)

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	Vergütungsstäle; Gütevorschriften
DAST-Ri. 007	Richtlinien für die Lieferung, Verarbeitung und Anwendung witterfester 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 witterfester 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 komplett 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 durch eine anerkannte Materialprüfanstalt 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	St 52 WT St 52	3600 (360)	2 100 000 (210 000)	810 000 (81 000)	0,000012
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:

- a) statische Systeme,
- b) Lastannahmen und Schwingbeiwerte,
- c) Werkstoffe,
- d) Querschnitte und Querschnittswerte,
- e) Auflagerbauwerke und Baugrund,
- f) 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
		Zug ¹⁾	$F - \Delta F$
3	Querkraft Torsionsmoment	Schub	F_Q, S, J
		Druck	$W_d = \frac{J}{y_d}$
4	Biegemoment	Zug ¹⁾	$W_z = \frac{J - \Delta J}{y_z}$
5			

1) Gleitfeste Verbindungen, siehe Abschnitt 7.2.2.

Es bedeuten:

F = Fläche des ungelochten Querschnitts

ΔF = Summe der Flächen aller in die ungünstigste Rißlinie fallenden Löcher

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

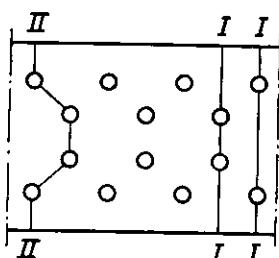


Bild 1. Rißlinien für Lochabzug

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.

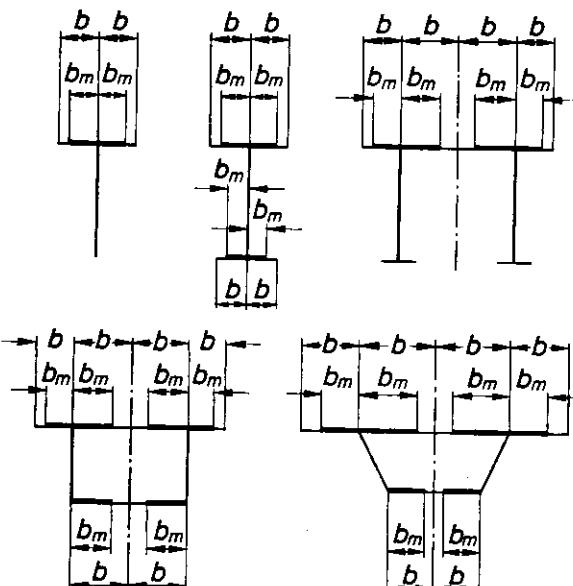


Bild 2. Querschnitte und zugehörige Breiten

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 Verbindungsline der mitwirkenden Breite b_{mA} oder b_m über den benachbarten Auflagerpunkten zu bestimmen.

Die mit Querschnitten mitwirkende 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.

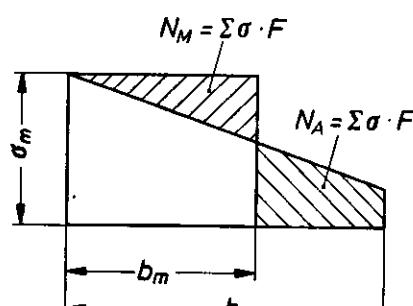
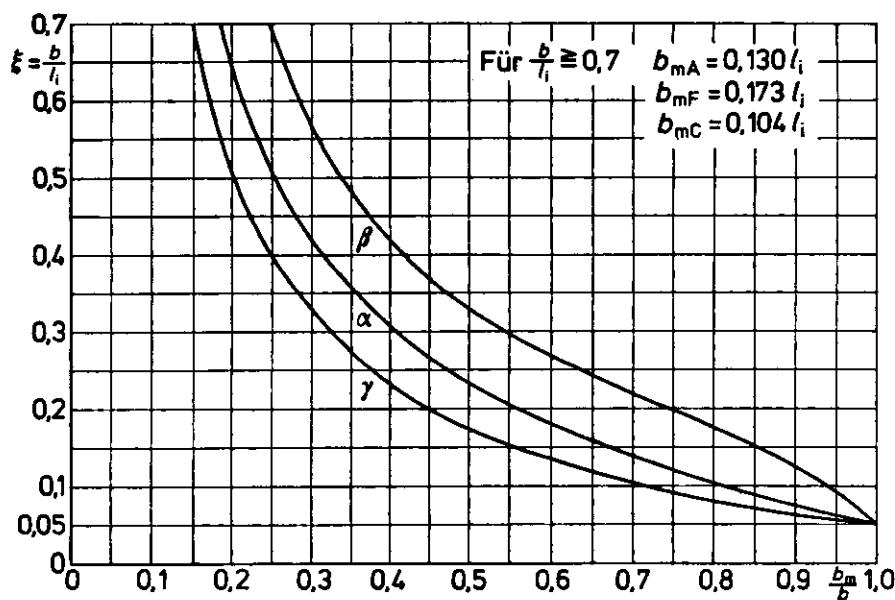


Bild 3. Spannungsverteilung über die volle Breite b

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 6 und 7 zu entnehmen.

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

Zeile	System	Verlauf von $\frac{b_m}{b}$	$\ln \xi = \frac{b}{l_i}$ ist:
1	Einfeldträger		$l_i = l$
2	Endfeld		$l_i = 0,8 l$
3	Durchlaufträger Innenfeld		$l_i = 0,6 l$
4	Kragarm		$l_i = l$ <small>Gilt nur für den Belastungsanteil des Kragarms</small> <small>nach Zeile 1 oder 2</small>
$a = b$, 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

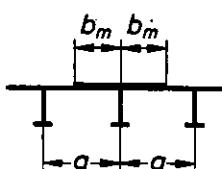
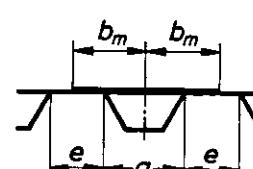
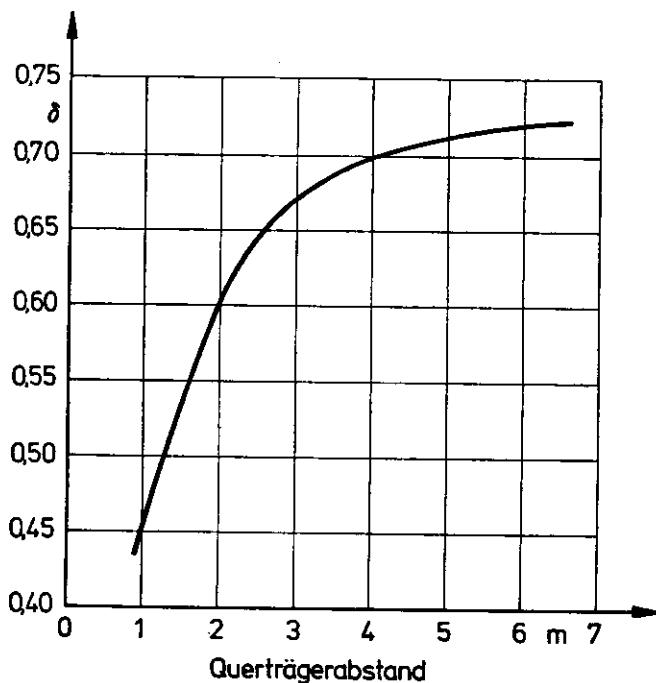
		
Für die Ermittlung der Schnittgrößen	$b_m = 0,5 a$	$b_m = 0,5 (a + e)$
Für den Spannungsnachweis aus Schnittgrößen infolge orthotroper Plattenwirkung und örtlicher Lastwirkung	$b_m = \delta \cdot 30 \frac{a}{21 + 0,3 a}$	$b_m = \delta \cdot 30 \left(\frac{a}{21 + 0,3 a} + \frac{e}{21 + 0,3 e} \right)$
δ nach Bild 7		
a und e sind in cm einzusetzen, b_m ergibt sich in cm.		

Bild 6. Mitwirkende Plattenbreite b_m für Längsrippen von orthotropen PlattenBild 7. Mitwirkende Plattenbreite b_m für Längsrippen von orthotropen Platten, Beiwert δ

4. Lastannahmen

Der Berechnung sind die Lastannahmen von DIN 1072 zugrunde zu legen.

4.1. Lastfälle

Bei den Nachweisen sind folgende Lastfälle zu unterscheiden:

Lastfall H = Summe der Hauptlasten

Lastfall Z = Summe der Zusatzlasten

Lastfall A = Sonderlasten aus Anprall

Lastfall B = Sonderlasten im Bauzustand

Lastfall HZ = Summe der Haupt- und Zusatzlasten

Lastfall HA = Summe der Haupt- und Sonderlasten aus Anprall

Lastfall HB = Summe der Haupt-, Wind- und Sonderlasten im Bauzustand

Lastfall HZB = Summe der Haupt-, Zusatz- und Sonderlasten im Bauzustand

Ist in einem Bauteil die Beanspruchung aus einer Zusatzlast größer als die Beanspruchung aus den Hauptlasten ohne ständige Last und ggf. Vorspannung, dann ist diese Zusatzlast als Hauptlast einzustufen und bildet zusammen mit der ständigen Last und ggf. Vorspannung den Lastfall H. Wird ein Bauteil außer seinem Eigengewicht nur durch Zusatzlasten beansprucht, ist die größte Zusatzlast als Hauptlast einzustufen.

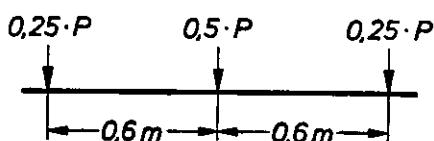
4.2. Verteilung von Radlasten

Einzellasten dürfen nach allen Seiten unter 45° bis zur Oberkante der stählernen Fahrbahnkonstruktion verteilt werden.

Einzellasten auf Betonfahrbahnplatten, die zwischen den unterstützenden Trägern stehen, sind nach der Plattentheorie zu verteilen.

Bei unmittelbarer Lagerung von Schienen auf Längsträgern darf die Radlast auf eine der doppelten Schienenhöhe entsprechende Länge verteilt werden.

Liegen Schienen auf Gleisschwellen oder anderen Schienenumunterstützungen auf, darf die Radlast auf mehrere Stützungen verteilt werden. An Stelle eines genaueren Nachweises darf ohne Rücksicht auf die tatsächlichen Abstände der Schienenumunterstützungen jede Radlast nach Bild 8 aufgeteilt werden.

Bild 8. Aufteilung der Radlast P bei Schienenaflagerung auf Gleisschwellen oder anderen Schienenumunterstützungen

5. Erforderliche Nachweise

5.1. Allgemeines

Die in den Abschnitten 5.2 bis 5.6 aufgezählten Nachweise sind zu führen. Der Bemessung ist der Nachweis zugrunde zu legen, der den jeweils größten Querschnittswert ergibt.

5.2. Allgemeiner Spannungsnachweis

Der allgemeine Spannungsnachweis ist für alle Bauteile und Verbindungsmittel für die Lastfälle H, HZ, HA, HB und HZB zu führen. Die errechneten Spannungen sind den zulässigen Werten des Abschnittes 8 gegenüberzustellen.

5.3. Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis ist nach DIN 4114 zu führen. Für die zulässigen Spannungen gilt ausnahmslos Abschnitt 8, Tabelle 5, Zeile 2.

5.4. Dauerfestigkeitsnachweis

Bauteile, die durch Verkehrslasten nach DIN 1072 belastet werden, sind als nicht vorwiegend ruhend belastet einzustufen; es ist jedoch kein rechnerischer Dauerfestigkeitsnachweis erforderlich. Für Bauteile, die mit Verkehrslasten nach DIN 1072 und gleichzeitig durch Schienenfahrzeuge beansprucht werden, ist für den Lastfall H der Dauerfestigkeitsnachweis wie folgt zu führen:

$$\max(\sigma_g + m \cdot \sigma_p + \sigma_s) \leq \text{zul } \sigma_D$$

$$\max(\tau_g + m \cdot \tau_p + \tau_s) \leq \text{zul } \tau_D$$

Darin bedeuten:

σ_g und τ_g = Spannungen aus ständiger Last

σ_p und τ_p = Spannungen aus Verkehrslasten nach DIN 1072 einschließlich Schwingbeiwert

σ_s und τ_s = Spannungen aus Lasten von Schienenfahrzeugen einschließlich Schwingbeiwert

m = 0,5 bei Brückenklasse 60

m = 0,8 bei Brückenklasse 30 und kleiner

$\text{zul } \sigma_D$ und $\text{zul } \tau_D$ = zulässige Dauerfestigkeit in Abhängigkeit von x nach den Dienstvorschriften der Deutschen Bundesbahn DV 804 (BE) und DV 848

$\text{zul } \sigma_D$ für Seile siehe Abschnitt 6.5.1 und 6.5.2 sowie Abschnitt 8, Tabellen 9 und 10.

5.5. Standsicherheitsnachweis

Die Standsicherheitsnachweise gegen Umkippen und gegen Abheben von den Lagern sind nach DIN 1072 zu führen. Die Sicherheit gegen horizontales Gleiten ist wie folgt nachzuweisen:

$$1,5 \cdot H \leq \mu_{N,D} \cdot N + D \quad \text{oder}$$

$$1,5 \cdot H \leq \mu_N \cdot N$$

Darin bedeuten:

μ = Reibungsbeiwerte:

Stahl auf Stahl: $\mu_{N,D} = \mu_N = 0,10$

Stahl auf Beton: $\mu_{N,D} = 0,30$; $\mu_N = 0,50$

N = Summe aller vertikalen Lasten

H = Summe aller horizontalen Lasten

(N und H gelten für die gleiche maßgebliche Lastkombination)

D = Zulässige übertragbare Kraft von evtl. vorhandenen Dollen, Rippen oder ähnlichen mechanischen Schubsicherungen in der Gleitrichtung

5.6. Formänderungsuntersuchung

Um die Funktionsfähigkeit des Bauwerks beurteilen zu können, sind die Formänderungen getrennt aus folgenden Einflüssen zu ermitteln:

- a) ständige Last
- b) Verkehrslast ohne Schwingbeiwert
- c) Kriechen und Schwinden des Betons
- d) Temperatur und planmäßige Stützenbewegungen
- e) Wind

Hierbei sind die Querschnittswerte ohne Lochabzug einzusetzen. Zulässige Werte für Formänderungen sind rechtzeitig vor dem Aufstellen der technischen Unterlagen mit dem Besteller festzulegen.

6. Besonderheiten für bestimmte Bauformen und Bauteile

6.1. Zusammenwirken einzelner Bauteile

Für das Zusammenwirken einzelner Bauteile ist Abschnitt 3.1 zu beachten.

6.2. Fahrbahnlängsträger

Längsträger, die ungestoßen durchlaufen oder die mindestens mit oben durchschließenden Laschen verbunden sind, müssen als Durchlaufträger auf elastischen Stützen berechnet werden.

6.3. Orthotrope Fahrbahnplatte

Die orthotrope Fahrbahnplatte besteht aus einem ebenen Deckblech und im allgemeinen aus je einer Schar Längs- und Querrippen. Es sind folgende Spannungen in der orthotropen Platte zu ermitteln:

- a) Spannungen aus der Mitwirkung als Gurt des unterstützenden Tragwerks (siehe Abschnitt 3.1)
- b) Spannungen aus der Plattenwirkung der orthotropen Platte in beiden Richtungen
- c) Spannungen aus der Überlagerung der Fälle a) und b)

Für den allgemeinen Spannung- und den Stabilitätsnachweis der orthotropen Fahrbahnplatte gelten im Fall c) auch für den Lastfall H die zulässigen Spannungen und die erforderlichen Sicherheiten des Lastfalles HZ nach Abschnitt 8.

Im Deckblech sind nur die Vergleichsspannungen in der Mittelebene zu berechnen; örtliche Biege- und Schubspannungen im Deckblech brauchen nicht nachgewiesen zu werden.

Die Torsionssteifigkeit der Längsrippen darf vernachlässigt werden. Wird sie nicht vernachlässigt, so ist ihre Abminderung durch die Querschnittsverformung zu berücksichtigen. Für die Berechnung der Schnittgrößen in den Längsrippen sind die Querrippen diskontinuierlich anzusetzen.

Für die Ermittlung der Schnittgrößen in den Querrippen darf die orthotrope Platte als Kontinuum oder als Diskontinuum (z. B. Trägerrost) betrachtet werden.

Die mitwirkenden Breiten b_m für Quer- und Längsrippen sind dem Abschnitt 3.6.2 zu entnehmen.

6.4. Fachwerkträger

Die Stabkräfte von Fachwerken dürfen unter Annahme reibungsfreier Gelenke in den Knotenpunkten berechnet werden.

Biegespannungen infolge Querbelastung von Fachwerkstäben sind zu erfassen. Sie dürfen vernachlässigt werden bei Querbelastung aus unmittelbar wirkender Windlast sowie bei Querbelastung aus Eigengewicht für Stäbe mit $l_H \leq 6 \text{ m}$ (l_H = horizontale Projektion der Stablänge).

Decken sich in einem Fachwerkstab Schwerachse und Systemlinie nicht, so sind die Biegemomente infolge Außermittigkeit der Längskraft zu bestimmen und bei Zugstäben folgende Bedingungen einzuhalten:

$$\sigma_N + Q \leq \text{zul } \sigma$$

$$\sigma_N + Q + \sigma_M \leq 1,1 \cdot \text{zul } \sigma$$

Darin bedeuten:

$\sigma_N + Q$ = Spannung aus Längskraft und Querbelastung

σ_M = Spannung aus Biegemoment infolge Außermittigkeit der Längskraft

Bei Druckstäben gelten die Bestimmungen von DIN 4114 für Stäbe mit Normalkraft und Biegung.

Nicht berücksichtigt zu werden brauchen Außermittigkeiten, die entstehen,

wenn die gemittelte Schwerachse der Gurte mit der Systemlinie zusammenfällt,

wenn die Anschlußebene eines Verbannes nicht in der Höhe der gemittelten Schwerachse der Gurte liegt,

wenn bei Zugstäben von Verbänden, die nur für Eigenlast und Zusatzlasten berechnet werden, die Schwerachsen nicht in die Anschlußebene fallen.

6.5. Seile und Paralleldrahtbündel

6.5.1. Verschlossene Seile

Alle Drähte eines Seiles müssen die gleiche Nennfestigkeit (β_N) haben. Diese darf $16\,000 \text{ kp/cm}^2$ (1600 N/mm^2) nicht überschreiten. Als Sollquerschnitt F ist die Summe aller Einzeldrahtquerschnitte in cm^2 anzusetzen. Das Metergewicht in kg/m beträgt $0,85 \cdot F$.

Für den allgemeinen Spannungsnachweis gilt:

$$\text{zul } \sigma_H = 0,42 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_H = 0,67 \cdot \beta_{0,2}$$

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = 0,46 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_{HZ} = 0,75 \cdot \beta_{0,2}$$

Für $\beta_{0,2}$ ist der Wert des Einzeldrahtes anzusetzen (siehe Erläuterungen).

Wird nach Abschnitt 5.4 ein rechnerischer Dauerfestigkeitsnachweis erforderlich, gilt:

$$\text{zul } \sigma_D = \frac{2000}{1 - 0,896 \cdot x} \text{ für } x < 1,116 - \frac{5315}{\beta_N}$$

$$\left(\text{zul } \sigma_D = \frac{200}{1 - 0,896 \cdot x} \text{ für } x < 1,116 - \frac{531,5}{\beta_N} \right)$$

$$\text{zul } \sigma_D = 0,42 \cdot \beta_N \text{ für } x \geq 1,116 - \frac{5315}{\beta_N}$$

$$\left(\text{zul } \sigma_D = 0,42 \cdot \beta_N \text{ für } x \geq 1,116 - \frac{531,5}{\beta_N} \right)$$

wobei β_N in kp/cm^2 (N/mm^2) einzusetzen ist.

Die Werte $\text{zul } \sigma_D$ können für $12\,000 \text{ kp/cm}^2 \leq \beta_N \leq 16\,000 \text{ kp/cm}^2$

($1200 \text{ N/mm}^2 \leq \beta_N \leq 1600 \text{ N/mm}^2$)

in Abhängigkeit von x , Abschnitt 8, Tabelle 9, entnommen werden.

Die Seile werden im allgemeinen mittels Seilköpfen verankert (siehe DIN 1079, Ausgabe September 1970, Abschnitt 6.2); die geforderte Sicherheit der Verankerung muß auch bei einer Temperatur von $+60^\circ\text{C}$ gewährleistet sein.

Bei der Berechnung von Kabelschellen, Umlenkklagern oder ähnlichen Bauteilen sind, falls nicht durch Versuche anders nachgewiesen, folgende Reibungswerte einzusetzen:

Zwischen Seilen bzw. zwischen Seilen und Stahl: $\mu = 0,10$

Zwischen Einlegeseilen und Stahl: $\mu = 0,12$

Die Sicherheit gegen Gleiten muß

in Schellen $\nu_H = 1,5$ $\nu_{HZ} = 1,33$ und

auf Umlenkklagern $\nu_H = 2,2$ $\nu_{HZ} = 2,00$ betragen.

Werden für Umlenkklager, Schellen, Seilköpfe und Verankerungen Werkstoffe verwendet, für die in Abschnitt 8, Tabelle 8, keine zulässigen Spannungen angegeben sind, so müssen folgende Sicherheiten eingehalten werden:

gegen Bruch $\nu_H = 2,2$ $\nu_{HZ} = 2,0$

gegen die 0,2-Dehngrenze $\nu_H = 1,5$ $\nu_{HZ} = 1,33$

Die Querpressung wird als Linienlast angegeben und darf je Seil für Haupt- und Zusatzkräfte folgende Werte nicht überschreiten:

Seil auf Stahl: 1000 kp/cm (10 kN/cm)

Seil auf Weichmetalleinlage = 1 mm : 2500 kp/cm (25 kN/cm)

Die zulässigen Werte für den Krümmungsradius der Seile nach DIN 1079 sind einzuhalten.

Für Seile mit einer Schlaglänge des 9- bis 12fachen Durchmessers der jeweiligen Lage gelten die Werte für Elastizitäts- und Verformungsmoduli nach Bild 9 als Anhalt, wobei von einer Grundspannung von 400 kp/cm^2 (40 N/mm^2) ausgegangen ist. Die in der Berechnung verwendeten Werte sind durch Versuche zu bestätigen. Bei Kurzversuchen mit Versuchsstücken $\leq 8 \text{ m}$ Länge wird das Kriechen nicht erfaßt. Es empfiehlt sich, die auf Grund solcher Versuche erhaltenen Werte E_A für die Ablängung um 0,1 bis 0,15 mm/m zu vergrößern.

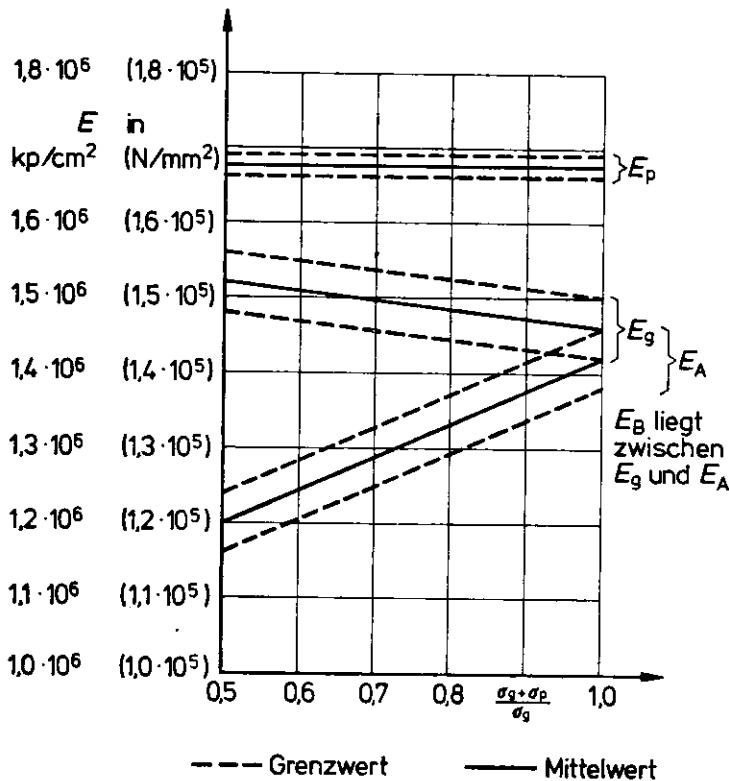


Bild 9. Anhaltswerte für die Elastizitäts- und Verformungsmoduli verschlossener Seile

In Bild 9 bedeuten:

E_g = Verformungsmodul nach erstmaliger Belastung bis σ_g

E_p = E-Modul im Verkehrsbereich

E_A = Verformungsmodul, maßgebend für das Ablängen

E_B = Verformungsmodul während der Bauzustände

σ_g = Spannung aus ständiger Last

σ_p = Spannung aus Verkehrslast

6.5.2. Paralleldrahtbündel

Alle Drähte eines Bündels müssen die gleiche Nennfestigkeit (β_N) haben. Diese darf 1600 kp/cm^2 (1600 N/mm^2) nicht überschreiten.

Für den allgemeinen Spannungsnachweis gilt:

$$\text{zul } \sigma_H = 0,45 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_H = 0,67 \cdot \beta_{0,2}$$

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = 0,50 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_{HZ} = 0,75 \cdot \beta_{0,2}$$

Der jeweils kleinere Wert ist maßgebend.

Für $\beta_{0,2}$ ist der Wert des Einzeldrahtes anzusetzen.

Wird nach Abschnitt 5.4 ein rechnerischer Dauerfestigkeitsnachweis erforderlich, gilt:

$$\text{zul } \sigma_D = \frac{2500}{1 - 0,895 \cdot x} \text{ für } x < 1,118 - \frac{6209}{\beta_N}$$

$$\left(\text{zul } \sigma_D = \frac{250}{1 - 0,895 \cdot x} \text{ für } x < 1,118 - \frac{620,9}{\beta_N} \right)$$

$$\text{zul } \sigma_D = 0,45 \cdot \beta_N \text{ für } x \geq 1,118 - \frac{6209}{\beta_N}$$

$$\left(\text{zul } \sigma_D = 0,45 \cdot \beta_N \text{ für } x \geq 1,118 - \frac{620,9}{\beta_N} \right)$$

wobei β_N in kp/cm^2 (N/mm^2) einzusetzen ist.

Die Werte zul σ_D können für

$$12000 \text{ kp/cm}^2 \leq \beta_N \leq 16000 \text{ kp/cm}^2$$

$$(1200 \text{ N/mm}^2 \leq \beta_N \leq 1600 \text{ N/mm}^2)$$

in Abhängigkeit von x , Abschnitt 8, Tabelle 10, entnommen werden.

Über die Reibungsbeiwerte liegen ausreichende Erfahrungen nicht vor. Diese sind durch Versuche zu bestimmen.

Zulässige Querpressungen und Krümmungsradien sind durch Versuche nachzuweisen. Die im Zerreißversuch im Anschluß an die Dauerfestigkeitsprüfung erreichte Bruchlast darf bei Querpressungen bzw. Krümmungen nicht mehr als 10% gegenüber der entsprechenden Bruchlast am nicht quergepreßten bzw. geraden Bündel absinken.

Der Elastizitätsmodul ist in allen Fällen mit

$$E = 2000000 \text{ kp/cm}^2 (200000 \text{ N/mm}^2)$$

anzunehmen.

6.5.3. Hängeseile

Bei Hängern von Hängebrücken und bei Zuggliedern ähnlicher Funktion sind die Festlegungen der Abschnitte 6.5.1 und 6.5.2 einzuhalten. Außerdem ist nachzuweisen, daß bei Ausfall eines Hängers in den benachbarten Hängern noch folgende Sicherheiten vorhanden sind:

a) gegen die wirkliche Bruchlast $\nu_{HZ} = 1,6$

b) gegen die technische Streckgrenze $\nu_{HZ} = 1,1$

c) gegen Gleiten $\nu_{HZ} = 1,1$

Diese Festlegung gilt sinngemäß auch für die Zubehörteile, die mit den Hängern in Verbindung stehen.

6.6. Lager

Lagerteile und Gelenke sind für alle lotrechten und waagerechten Kräfte zu berechnen. Die dafür zulässigen Spannungen sind dem Abschnitt 8, Tabelle 8, zu entnehmen.

Beim Spannungsnachweis der beweglichen Lager sind die waagerechten Bewegungen gemäß DIN 1072 zu berücksichtigen.

7. Verbindungen der Bauteile

7.1. Grundsätze für die Bemessung der Anschlüsse und Stöße

Die einzelnen Querschnittsteile sind je für sich nach den anteiligen Kräften anzuschließen und zu stoßen. Bei Kontaktstößen ist Abschnitt 7.1 zu beachten.

In den Anschlüssen von Druckstäben sind die Druckkräfte ohne Knickbeiwert ω anzusetzen.

7.1.1. Kontaktstöße

7.1.1.1. Voraussetzungen

Druckstäbe dürfen durch Kontakt gestoßen werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

Die Stoßflächen müssen rechtwinklig zur Stabachse angeordnet sein; Ausführung nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.2.7. An der Stoßstelle auftretende Querkräfte dürfen nicht größer als $1/10$ der gleichzeitig wirkenden Normalkraft sein.

Kontaktstöße müssen durch zugfeste Verbindungsmitte (Schrauben, Schweißnähte) gesichert sein. Die Verbindungsmitte sind entsprechend den Flächen der einzelnen Querschnittsteile über den Stoßquerschnitt anzuordnen.

7.1.1.2. Bemessung der Verbindungsmitte

Falls bei der Berechnung nach Theorie I. Ordnung am Stoßquerschnitt keine Zugspannungen auftreten, dürfen die Verbindungsmitte vereinfacht für die Kraft $n \cdot P$ bemessen werden. Dabei bedeuten:

P = größte Druckkraft im Stab

n = Beiwert nach Tabelle 3 in Abhängigkeit von λ

λ = Schlankheit des Stabes nach DIN 4114

Tabelle 3. Beiwerte n für die Bemessung der Verbindungsmitte in Kontaktstößen

$\lambda \leq 40$	$n = 0,25$
$40 < \lambda < 120$	$n = 0,25 + 1,75 \frac{\lambda - 40}{80}$
$120 \leq \lambda \leq 150$	$n = 2$

Treten bei der Berechnung nach Theorie I. Ordnung am Stoßquerschnitt Zugspannungen auf oder sollen die Verbindungsmitte abweichend von der im 1. Absatz vereinfachten Berechnung genauer bemessen werden, ist wie folgt zu verfahren:

Die Berechnung ist nach Theorie II. Ordnung durchzuführen. Unter ν -fachen Lasten ($\nu_H = 1,71$; $\nu_{HZ} = 1,5$) darf der 1,5fache Wert der im Lastfall HZ zulässigen Spannungen in den im Zugbereich liegenden Verbindungsmitte nicht überschritten werden.

Bei diesem Nachweis sind nicht nur die elastischen Verformungen des Systems zu berücksichtigen, sondern ggf. auch die an den Stößen durch den Schlupf von Verbindungsmitte (Nieten, Schrauben) auftretenden Knicke.

Die Verbindungsmitte sind für mindestens ein Viertel der im Stoßquerschnitt wirkenden größten Druckkraft zu bemessen.

7.1.2. Beiwinkel

Bei genieteten und bei geschraubten Anschlüssen sind Beiwinkel entweder in einem Schenkel mit dem 1,5fachen oder in beiden Schenkeln mit dem 1,25fachen der anteiligen Schnittgrößen anzuschließen, ausgenommen bei glittfesten Verbindungen.

7.1.3. Durchbindelaschen

Bei Anschlüssen mit Durchbindelaschen sind die Zugkräfte aus den Biegemomenten durch die Laschen allein aufzunehmen. Als Hebelarm ist anzusetzen:

- a) bei oberer und unterer Lasche der Abstand ihrer Schwerpunkte,
- b) bei nur einer gezogenen Lasche der Abstand ihres Schwerpunktes vom Druckrand. Hierbei muß eine einwandfreie Kontaktübertragung der Druckkraft sichergestellt sein.

7.1.4. Anschlüsse von Gurtplatten

Gurtplatten von Vollwandträgern gelten erst an der Stelle als voll wirksam, an der ihre anteilige Kraft angeschlossen ist. Bei genieteten, geschraubten und gleitfesten Anschlägen ist mindestens eine Reihe der Verbindungsmittel vor dem rechnerischen Anschlußpunkt anzutragen; für geschweißte Anschlüsse siehe DIN 4101, Ausgabe Juli 1974, Abschnitt 6.2.3.

7.1.5. Knotenbleche

Knotenbleche dürfen zur Stoßdeckung herangezogen werden, wenn der rechnerische Nachweis für die Tragfähigkeit erbracht wird.

7.1.6. Stäbe ohne Nachweis

Bei Stäben, denen nur geringe oder gar keine Kräfte zugewiesen sind, ist jeweils mindestens deren halbe Querschnittsfläche anzuschließen und zu stoßen.

7.2. Verbindungsmittel

7.2.1. Niete und Schrauben

in Scher/Lochleibungsverbindungen

Für die Berechnung der übertragbaren Kräfte senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse wird ausschließlich die Beanspruchung auf Abscheren in der Schraube bzw. dem Niet (τ_a) sowie auf Lochleibungsdruck auf die Schraube bzw. den Niet und das zu verbindende Bauteil (σ_l) herangezogen. Abscherspannung τ_a und Lochleibungsdruck σ_l sind ungeachtet der wirklichen Spannungsverhältnisse wie folgt zu berechnen:

$$\tau_a = \frac{S}{m \cdot A} \quad (1)$$

$$\sigma_l = \frac{S}{\min \sum t \cdot d} \quad (2)$$

Darin bedeuten:

S = zu übertragende Scherkraft je Schraube bzw. Niet

A = $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$

m = Anzahl der Scherfugen (Schnittigkeit)

$\min \sum t$ = kleinste Summe der Blechdicken mit in gleicher Richtung wirkendem Lochleibungsdruck

d = Schaftdurchmesser von Schraube bzw. Niet

Bei zugbeanspruchten Schrauben und Nieten ist

$$\sigma_Z = \frac{N}{A_S} \quad (3)$$

Darin bedeuten:

N = zu übertragende Normalkraft

A_S = Spannungsquerschnitt

für Niete: $A_S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ mit d = Durchmesser des geschlagenen Nieten

für Paßschrauben und rohe Schrauben: $A_S = \frac{1}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

siehe DIN 267 Blatt 3, Ausgabe Oktober 1967, Tabelle 5, mit d_2 = Nenn-Flankendurchmesser

d_3 = Nenn-Kerndurchmesser

Hochfeste Schrauben (Güte 10.9) sind bei Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse stets mit P_V nach Tabelle 7, Spalte 2, vorzuspannen. Die

aus der äußeren Belastung auf eine einzelne Schraube entfallende rechnerische Zugkraft Z darf im Lastfall H 60 % und im Lastfall HZ 70 % von P_V nicht überschreiten (siehe auch Abschnitt 7.2.2).

Die zulässigen Spannungen und maßgebenden Querschnittswerte der Verbindungsmittel sind Abschnitt 8, Tabelle 6, zu entnehmen. Die Werkstoffe der Niete sind auf den Werkstoff der zu verbindenden Bauteile nach dieser Tabelle abzustimmen.

7.2.2. Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen

In gleitfesten Verbindungen sind die Schrauben planmäßig nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.2, vorzuspannen. Damit lassen sich in den besonders vorbehandelten Berührungsflächen der zu verbindenden Bauteile (siehe Tabelle 4) Kräfte senkrecht zur Schraubenachse durch Reibung übertragen (GV-Verbindungen). Bei Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben wird gleichzeitig die Kraftübertragung durch Abscheren und Lochleibung herangezogen (GVP-Verbindungen).

Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung der Verbindung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse entfällt auf die vorgespannte Schraube selbst nur ein geringer Anteil aus der sich rechnerisch ergebenden Zugkraft, so lange eine Restpressung zwischen den Berührungsflächen als zusätzliche Klemmwirkung erhalten bleibt, was durch die Begrenzung der rechnerisch zusätzlich zulässigen Zugkraft nach Abschnitt 7.2.2.1 sichergestellt ist.

7.2.2.1. GV-Verbindungen

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Schrauben, Lochspiel 1,0 mm, beträgt die zulässige übertragbare Kraft zul N_{GV} einer Schraube je Reibfläche senkrecht zur Schraubenachse

$$\text{zul } N_{GV} = \frac{\mu}{\nu} P_V \quad (4)$$

Darin bedeuten:

P_V = Vorspannkraft in der Schraube

μ = Reibbeiwert der Berührungsflächen nach Tabelle 4

ν = Sicherheitsbeiwert gegen Gleiten: $\nu_H = 1,40$
 $\nu_{HZ} = 1,25$

Tabelle 4. Reibbeiwerte der Berührungsflächen

	1	2	3
	Reibflächenvorbereitung ¹⁾	Stahlsorte	
	St 37	St 52	
1	Stahlgußkiesstrahlen		
2	2 × Flammstrahlen	0,50	0,55
3	Sandstrahlen		
4	gleitfeste Anstriche nach TL Nr 918 385		0,50

¹⁾ Vorbereitung siehe DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.1

Die Werte zul N_{GV} und P_V sind in Tabelle 7, Spalte 2 bis 6, zusammengestellt.

Der Lochleibungsdruck σ_l im Bauteil ist rechnerisch nach Formel (2), Abschnitt 7.2.1, nachzuweisen. Dabei ist der Einfluß von Reibungskräften unberücksichtigt zu lassen. Die Werte für zul σ_l sind Tabelle 5, Zeile 6, zu entnehmen. Ein Nachweis der Scherspannung τ_a in der Schraube ist nicht erforderlich.

Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung der Verbindung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse darf die hieraus auf eine einzelne Schraube entfallende rechnerische

Zugkraft Z im Lastfall H 60 % und im Lastfall HZ 70 % der in Tabelle 7, Spalte 2, angegebenen Vorspannkräfte P_V nicht überschreiten. Die abgeminderte zulässige übertragbare Reibungskraft beträgt bei Ausnutzung dieser Werte

$$\text{zul } \bar{N}_{GV} = 0,2 \cdot \text{zul } N_{GV} \quad (5)$$

Für $\text{zul } N_{GV}$ sind die Werte nach Tabelle 7, Zeile 3 bis 6, einzusetzen. Bei geringerer Zugbeanspruchung kann zwischen den Werten 0,2 und 1,0 geradlinig interpoliert werden.

Für Bauteile mit Zugbeanspruchung darf beim allgemeinen Spannungsnachweis und beim Dauerfestigkeitsnachweis angenommen werden, daß 40 % von $\text{zul } N_{GV}$ derjenigen hochfesten Schrauben, die im betrachteten Nettoquerschnitt (Querschnitt mit Lochabzug) liegen, vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschlüß angeschlossen sind, jedoch nicht mehr als 20 % der anzuschließenden Gesamtkraft. Außerdem ist der Vollquerschnitt mit der Gesamtkraft nachzuweisen.

Bei Druckbeanspruchung ist ein Nachweis für den Nettoquerschnitt nicht erforderlich.

Für den Dauerfestigkeitsnachweis der Bauteile sind die zulässigen Spannungen nach DV 804, Ausgabe 1965, Übersicht 40.1 b zu verwenden. Ein Dauerfestigkeitsnachweis für die Schraube ist nicht erforderlich.

7.2.2.2. GVP-Verbindungen

In gleitfesten Verbindungen mit hochfesten Paßschrauben, Lochspiel $\leq 0,3$ mm, beträgt die zulässige übertragbare Kraft $\text{zul } N_{GVP}$ einer Schraube je Reib- bzw. Scherfläche senkrecht zur Schraubenachse:

$$\text{zul } N_{GVP} = \frac{1}{2} \text{zul } N_{SLP} + \text{zul } N_{GV} \quad (6)$$

Darin bedeuten:

$\text{zul } N_{SLP}$ = zulässige übertragbare Kraft infolge Scher/Lochreibungswirkung

$\text{zul } N_{GV}$ = zulässige übertragbare Kraft nach Tabelle 7, Spalte 3 bis 6

Die Werte $\text{zul } N_{GVP}$ sind in Tabelle 7, Spalte 7 bis 10, zusammengestellt.

Im übrigen gilt Abschnitt 7.2.2.1 mit folgenden Abweichungen. Für Bauteile mit Zugbeanspruchung ist anzunehmen, daß nur 10 % der anzuschließenden Gesamtkraft vor Beginn der Lochschwächung durch Reibungsschlüß angeschlossen sind.

Bei zusätzlicher Zugbeanspruchung aus äußerer Belastung in Richtung der Schraubenachse braucht nur die zulässige übertragbare Reibungskraft $\text{zul } N_{GV}$ gemäß Formel (5) abgemindert werden, nicht jedoch der zusätzliche Anteil $\frac{1}{2} \text{zul } N_{SLP}$ aus Scherbeanspruchung.

Werden GVP-Verbindungen durch Schnittkräfte mit wechselnden Vorzeichen beansprucht, so ist die Übertragung der Kraft mit dem größeren Absolutbetrag mit den Werten $\text{zul } N_{GVP}$ der Tabelle 7, Spalte 7 bis 10, und die Übertragung der Kraft mit dem kleineren Absolutbetrag mit den Werten $\text{zul } N_{GV}$ der Tabelle 7, Spalte 3 bis 6, nachzuweisen.

7.2.2.3. GV- und GVP-Verbindungen mit gleitfesten Anstrichen

Wird auf die nach DIN 1000, Ausgabe Dezember 1973, Abschnitt 4.3.3.1, vorbehandelten Reibflächen ein gleitfester Konservierungsanstrich aufgebracht, so sind bei Bauteilen aus St 37 und St 52 für hochfeste Schrauben bzw. hochfeste Paßschrauben die Werte nach Tabelle 7, Spalte 3 bis 4 bzw. 7 bis 8, in Rechnung zu stellen.

Gleitfeste Konservierungsanstriche müssen den Technischen Lieferbedingungen (TL) Nr 918 385 der Deutschen Bundesbahn entsprechen und die darin unter Abschnitt 2.1 geforderten Reibbeiwerte durch Zeugnis einer anerkannten Materialprüfanstalt²⁾ belegt sein. Diese Prüfung ist mindestens im Abstand von 2 Jahren zu wiederholen.

7.2.3. Schweißverbindungen

Schweißverbindungen sind nach DIN 4101 zu berechnen.

7.2.4. Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel

Bei Verwendung verschiedener Verbindungsmittel ist auf die Verträglichkeit der Formänderungen in der Verbindung zu achten. Gemeinsame Kraftübertragung darf z. B. angenommen werden bei Verbindungen

- a) mit Nieten und Paßschrauben,
- b) mit GV- bzw. GVP-Verbindungen und Stumpfnähten,
- c) bei vorwiegend auf Biegung beanspruchten Montagestößen, wenn ein Gurt einwandfrei verschweißt und alle anderen Teile einheitlich durch Niete, Paßschrauben oder gleitfest verbunden sind.

Schrauben nach DIN 7990 dürfen mit Nieten, hochfesten Schrauben und Schweißnähten in der gleichen Verbindung nicht zur gemeinsamen Kraftübertragung herangezogen werden.

7.2.5. Verbindungsmittel unter direkter Belastung

Bei Berechnung der Verbindungsmittel in zusammengesetzten Querschnitten (z. B. Halsniete in Gurtwinkel zur schubfesten Verbindung von Gurt und Steg) sind neben den Schubkräften aus Querkraft und Torsion auch unmittelbar einzuleitende Lasten zu erfassen.

Über die Verteilung der Radlasten auf Gleisschwellen siehe Abschnitt 4.2.

8. Zulässige Spannungen

Die zulässigen Spannungen bzw. übertragbaren Kräfte für Bauteile, Verbindungsmittel, Lager, Gelenke und Seile sind den Tabellen 5 bis 10 zu entnehmen.

Für den Lastfall HA (siehe Abschnitt 4.1) dürfen die vorhandenen Spannungen $1,5 \cdot \text{zul } \sigma, \tau$, Lastfall H, nicht überschreiten. Die Beulsicherheit muß mindestens $\nu_{HA} = 1,1$ betragen.

Für den Lastfall HB (siehe Abschnitt 4.1) sind die zulässigen Spannungen des Lastfalls H, für den Lastfall HZB die zulässigen Spannungen des Lastfalls HZ einzuhalten.

²⁾ Hierfür anerkannte Materialprüfanstalten sind die Forschungs- und Materialprüfanstalt für das Bauwesen an der Technischen Hochschule Stuttgart (Otto-Graf-Institut) und die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine an der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Tabelle 5. Zulässige Spannungen für Bauteile in kp/cm² (N/mm²)

Spannungsart	1	2	3	4	5
	Werkstoff des Bauteils				
	St 37, WT St 37		St 52, WT St 52		
	H	Hz	H	Hz	
1	Zug und Biegezug; Biegedruck, wenn Stabilitätsnachweis nicht erforderlich	1600 (160)	1800 (180)	2400 (240)	2700 (270)
2	Druck und Biegedruck, wenn Stabilitätsnachweis erforderlich	1400 (140)	1600 (160)	2100 (210)	2400 (240)
3	Schub	920 (92)	1040 (104)	1390 (139)	1560 (156)
4	Rohe Schrauben (DIN 7990)	2400 (240)	2700 (270)	3600 (360)	4100 (410)
5	Niete (DIN 124) Paßschrauben (DIN 7968)	3200 (320)	3600 (360)	4800 (480)	5400 (540)
6	Lochleibungsdruck bei Verbindung durch hochfeste Schrauben, hochfeste Paßschrauben, Vorspannung: $1,0 \cdot P_v$, nach Tabelle 7, Spalte 2	4800 (480)	5400 (540)	7200 (720)	8100 (810)
7	Vergleichsspannung	1800 (180)	1920 (192)	2700 (270)	2880 (288)
<p>Wird ein Bauteil durch Biegemomente in beiden Hauptachsen (M_x und M_y) mit oder ohne Längskraft (N) beansprucht und sind je für sich $\max(\sigma_N + \sigma_{Mx}) \leq 0,8 \cdot \text{zul } \sigma$ und $\max(\sigma_N + \sigma_{My}) \leq 0,8 \cdot \text{zul } \sigma$</p> <p>so darf im Allgemeinen Spannungsnachweis die größte Randspannung wegen ihres örtlichen Auftretens an einer Ecke $1,1 \cdot \text{zul } \sigma$ erreichen.</p> <p>Vergleichsspannungen sind wie folgt zu berechnen: $\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + 3\tau^2} \leq \text{zul } \sigma_v$</p>					

Tabelle 6. Zulässige Spannungen für Niete, Schrauben und Bolzen in kp/cm² (N/mm²)

Spannungsart	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Niete nach DIN 124					Paßschrauben nach DIN 7968					Schrauben nach DIN 7990					hochfeste Paßschrauben				
	St 36 für Bauteile aus St 37	St 44 für Bauteile aus St 52	4.6	5.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
Lastfall																				
1 Abscheren ¹⁾	1400 (140)	1600 (160)	2100 (210)	2400 (240)	1400 (140)	1600 (160)	2100 (210)	2400 (240)	1120 (112)	1260 (126)	2800 (280)	3200 (320)						Loch	Loch	Schaft
2 Lochleibungsdruck	Es sind hier die zulässigen Spannungen nach Tabelle 5, Zeile 4 bis 6, einzuhalten.																			Loch
3 Zug ¹⁾	480 (48)	540 (54)	720 (72)	810 (81)	1000 (100)	1000 (100)	1500 (150)	1500 (150)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1000 (100)	1500 (150)	1500 (150)	Schaft	Spannungsquerschnitt

¹⁾ Bei gleichzeitiger Beanspruchung der Schrauben auf Abscheren und Zug dürfen die zulässigen Werte für die einzelnen Beanspruchungsarten nach Zeile 1 und 3 ohne Nachweis einer Vergleichsspannung voll ausgenutzt werden. Dabei sind für den zulässigen Lochleibungsdruck für hochfeste Paßschrauben nur die Mittelwerte der Tabelle 5, Zeile 5 und 6, in Rechnung zu stellen.

²⁾ Siehe Abschnitt 7.2.1, vorletzter Absatz.

Tabelle 7. Vorspannkraft und zulässige Übertragbare Kraft je hochfeste Schraube (zul N_{GV}) bzw. je hochfeste Paßschraube (zul N_{GVP}) und je Reibfläche in gleiffesten Verbindungen in Mp (kN)

Schrauben-durch-messer	Vorspann-kraft P_V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		GV-Verbindungen (Abschnitt 7.2.1) zul N_{GV}						GVP-Verbindungen (Abschnitt 7.2.2) zul N_{GVP}				
		Werkstoff der zu verbindenden Bauteile										
		WT St 37, WT St 52 St 37, St 52 ¹⁾			St 52 ²⁾		WT St 37, WT St 52 St 37, St 52 ¹⁾			St 52 ²⁾		
		Lastfall				Lastfall						
		H	Hz	H	Hz	H	Hz	H	Hz	H	Hz	
1	M 12	5,0 (50,0)	1,80 (18,0)	2,00 (20,0)	1,95 (19,5)	2,20 (22,0)	3,65 (36,5)	4,10 (41,00)	3,80 (38,0)	4,30 (43,0)		
2	M 16	10,0 (100,0)	3,55 (35,5)	4,00 (40,0)	3,95 (39,5)	4,40 (44,0)	6,75 (67,5)	7,65 (76,5)	7,15 (71,5)	8,05 (80,5)		
3	M 20	16,0 (160,0)	5,70 (57,0)	6,40 (64,0)	6,30 (63,0)	7,05 (70,5)	10,55 (105,5)	11,95 (119,5)	11,15 (111,5)	12,60 (126,0)		
4	M 22	19,0 (190,0)	6,80 (68,0)	7,60 (76,0)	7,45 (74,5)	8,35 (83,5)	12,60 (126,0)	14,25 (142,5)	13,25 (132,5)	15,00 (150,0)		
5	M 24	22,0 (220,0)	7,85 (78,5)	8,80 (88,0)	8,65 (86,5)	9,70 (97,0)	14,70 (147,0)	16,65 (166,5)	15,50 (155,0)	17,55 (175,5)		
6	M 27	29,0 (290,0)	10,35 (103,5)	11,60 (116,0)	11,40 (114,0)	12,75 (127,5)	18,95 (189,5)	21,45 (214,5)	20,00 (200,0)	22,60 (226,0)		
7	M 30	35,0 (350,0)	12,50 (125,0)	14,00 (140,0)	13,75 (137,5)	15,40 (154,0)	23,05 (230,5)	26,10 (261,0)	24,30 (243,0)	27,50 (275,0)		

1) Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 4, Zeile 4.
2) Für Reibflächenvorbereitung nach Tabelle 4, Zeile 1 bis 3.

Tabelle 8. Zulässige Spannungen für Lagerteile und Gelenke¹⁾ in kp/cm² (N/mm²)

Spannungsart	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Werkstoff										
	GG-14		St 37		St 52		GS-52		C 35 N		
	H	Hz	H	Hz	H	Hz	H	Hz	H	Hz	
1	Druck	1000 (100)	1100 (110)	1600 (160)	1800 (180)	2400 (240)	2700 (270)	1800 (180)	2000 (200)	2000 (200)	2200 (220)
2	Biegezug	450 (45)	500 (50)								
3	Biegendruck	900 (90)	1000 (100)								
4	Berührungsdruck nach Hertz ²⁾	5000 (500)	6000 (600)	6500 (650)	8000 (800)	8500 (850)	11000 (1100)	8500 (850)	11000 (1100)	9500 (950)	12000 (1200)
5	Lochleibungsdruck bei Gelenkbolzen	³⁾		2100 (210)	2400 (240)	3100 (310)	3500 (350)	2400 (240)	2600 (260)	2600 (260)	2900 (290)

1) Für andere Stähle und Baustoffe (z. B. bei Kunststofflagern) sind die jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen maßgebend.
2) Bei beweglichen Lagern mit mehr als 2 Walzen sind diese Werte um 1000 kp/cm² (100 N/mm²) zu ermäßigen.
3) Als Gelenkbolzen nicht verwendbar.

Tabelle 9. Zulässige Spannungen für verschlossene Seile

α	12 000 (1200)	13 000 (1300)	14 000 (1400)	15 000 (1500)	16 000 (1600)
0,0			2000 (200)		
0,1			2197 (219,7)		
0,2			2437 (243,7)		
0,3			2735 (273,5)		
0,4			3117 (311,7)		
0,5			3630 (363,0)		
0,6	5040 (504)		4325 (432,5)		
0,673	5040 (504)	5460 (546)	5040 (504)		
0,7	5040 (504)	5460 (546)	5365 (536,5)		
0,707	5040 (504)	5460 (546)	5460 (546,0)		
0,737	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	5880 (588)	
0,762	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	6300 (630)	6300 (630)
0,783	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	6300 (630)	6720 (672)
0,8	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	6300 (630)	6720 (672)
0,9	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	6300 (630)	6720 (672)
1,0	5040 (504)	5460 (546)	5880 (588)	6300 (630)	6720 (672)

Tabelle 10. Zulässige Spannungen für Paralleldrahtbündel

α	12 000 (1200)	13 000 (1300)	14 000 (1400)	15 000 (1500)	16 000 (1600)
0,0				2500 (250)	
0,1				2746 (274,6)	
0,2				3045 (304,5)	
0,3				3417 (341,7)	
0,4				3893 (389,3)	
0,5				4524 (452,4)	
0,6				5397 (539,7)	
0,601	5400 (540)			5400 (540)	
0,640	5400 (540)	5850 (585)		5850 (585)	
0,675	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)		6300 (630)
0,700	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6690 (669,0)	
0,704	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6750 (675)	6750 (675)
0,730	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6750 (675)	7200 (720)
0,8	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6750 (675)	7200 (720)
0,9	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6750 (675)	7200 (720)
1,0	5400 (540)	5850 (585)	6300 (630)	6750 (675)	7200 (720)

Anhang**Zu Abschnitt 6.5**

Bis zum Erscheinen von DIN-Normen für Lieferbedingungen und Prüfungen von Brückenseilen bzw. Parallel drahtbündeln sind folgende Forderungen zu erfüllen:

Brückenseile bzw. Parallel drahtbündel und deren unmittelbare Verankerungen müssen 2 Millionen Lastspiele unter den in Tabelle 11 aufgeführten Bedingungen ertragen.

Zwei Fälle sind zu unterscheiden:

Fall 1: Ein rechnerischer Dauerfestigkeitsnachweis ist nach Abschnitt 5.4 nicht zu führen.

Fall 2: Ein rechnerischer Dauerfestigkeitsnachweis ist nach Abschnitt 5.4 zu führen.

Tabelle 11. Werte in kp/cm² (N/mm²)

Fall	Verschlossene Seile		Parallel drahtbündel	
	σ_o	$\Delta\sigma$	σ_o	$\Delta\sigma$
1	zul σ	1500 (150)	zul σ	1500 (150)
2				2000 (200)

Die Versuche sind auch nach Querschnittsschwächung durch Drahtbrüche mit den auf den unverschwächten Querschnitt bezogenen Kräften $S_o = \sigma_o \cdot F$ und

$$\Delta S = \Delta\sigma \cdot F \text{ durchzuführen.}$$

Darin bedeuten:

$$\sigma_o = \text{Oberspannung in kp/cm}^2 (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_u = \text{Unterspannung in kp/cm}^2 (\text{N/mm}^2)$$

$$\Delta\sigma = \sigma_o - \sigma_u = \text{Schwingbreite}$$

$$F = \text{Seilquerschnitt in cm}^2.$$

Der anschließende Zerreißversuch muß folgenden Mindestwert für die Bruchkraft ergeben:

$$\text{Verschlossene Seile: } S_B \geq 0,75 \cdot \beta_N \cdot F$$

$$\text{Parallel drahtbündel: } S_B \geq 0,80 \cdot \beta_N \cdot F$$

Stählerne Straßenbrücken
Berechnungsgrundlagen
Erläuterungen

DIN
1073
 Beiblatt

Steel road bridges; design bases, explanations

Zu Abschnitt 6.5 Seile und Paralleldrahtbündel

Die in Abschnitt 6.5.1 und 6.5.2 sowie in den Tabellen 9 und 10 angegebenen Werte für zul σ_D basieren auf den o. a. Schwingbreiten, die als Gütenachweis garantiert werden müssen. Da DIN-Normen für Lieferbedingungen und Prüfungen von Brückenseilen und Paralleldrahtbündeln noch nicht vorhanden sind, müssen die Forderungen bezüglich der Dauerfestigkeit im Zusammenhang mit der DIN 1073 gestellt werden. Dabei genügt es, Versuche mit $2 \cdot 10^6$ Schwingspielen zu verlangen und dabei die Schwingbreiten, die bei der Oberspannung von zul σ_H erforderlich sind, zugrunde zu legen. Nach den vorliegenden Erfahrungen sind, wenn diese Versuche erfolgreich verlaufen, auch die um 500 kp/cm^2 (50 N/mm^2) höheren Schwingbreiten im Ursprungsbereich gewährleistet.

Nach den harten Versuchen, bei denen die geforderten Schwingbreiten mit $2 \cdot 10^6$ Schwingspielen in kürzester Zeit gefahren werden, genügt es, wenn die Restbruchkraft noch eine Sicherheit von 1,8 gewährleistet. Daraus ergeben sich die Forderungen für:

Verschlossene Seile: $S_B \geq 1,8 \cdot 0,42 \cdot \beta_N \cdot F \approx 0,75 \cdot \beta_N \cdot F$

Paralleldrahtbündel: $S_B \geq 1,8 \cdot 0,45 \cdot \beta_N \cdot F \approx 0,80 \cdot \beta_N \cdot F$

Zu Abschnitt 6.5.1 Verschlossene Seile

Die Seile sollen die gleiche Sicherheit gegen Bruch aufweisen wie die Baustähle.

β_N = Nennfestigkeit des Materials kp/cm^2 (N/mm^2)

zul σ = zulässige Spannung kp/cm^2 (N/mm^2)

Für die Baustähle gilt:

Hauptlasten

$$\text{St 37: } \frac{\text{zul } \sigma_H}{\beta_N} = \frac{1600}{3700} = \left(\frac{160}{370} \right) = 0,432 \quad \text{Mittelwert } 0,447$$

$$\text{St 52: } \frac{\text{zul } \sigma_H}{\beta_N} = \frac{2400}{5200} = \left(\frac{240}{520} \right) = 0,462$$

Haupt- und Zusatzlasten

$$\text{St 37: } \frac{\text{zul } \sigma_{HZ}}{\beta_N} = \frac{1800}{3700} = \left(\frac{180}{370} \right) = 0,487 \quad \text{Mittelwert } 0,502$$

$$\text{St 52: } \frac{\text{zul } \sigma_{HZ}}{\beta_N} = \frac{2700}{5200} = \left(\frac{270}{520} \right) = 0,518$$

Bei der Festlegung der zulässigen Spannungen für verschlossene Seile ist zu berücksichtigen, daß die effektive Bruchkraft gegenüber der rechnerischen um 5 bis 8 % kleiner sein kann.

Für verschlossene Seile ist daher anzusetzen:

$$\text{zul } \sigma_H = \frac{0,447}{1,08} \cdot \beta_N = 0,42 \cdot \beta_N$$

Auch die Sicherheit gegen die Streckgrenze (0,2-Dehngrenze) soll der Sicherheit gegen die Fließgrenze bei Baustählen entsprechen.

Für Baustähle gilt:

$$\frac{\text{zul } \sigma_H}{\beta_S} = \frac{1600}{2400} = \left(\frac{160}{240} \right) = \frac{2400}{3600} = \left(\frac{240}{360} \right) = 0,67$$

$$\frac{\text{zul } \sigma_{HZ}}{\beta_S} = \frac{1800}{2400} = \left(\frac{180}{240} \right) = \frac{2700}{3600} = \left(\frac{270}{360} \right) = 0,75$$

Daraus die zweite Forderung für zul σ

$$\text{zul } \sigma_H = 0,67 \cdot \beta_{0,2}$$

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = 0,75 \cdot \beta_{0,2}$$

Dieser Nachweis ist nicht maßgebend, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$0,67 \cdot \beta_{0,2} \geq 0,42 \cdot \beta_N$$

$$\beta_{0,2} \geq 0,63 \cdot \beta_N$$

Versuche haben erwiesen, daß für $\beta_N \leq 16000 \text{ kp/cm}^2$ (1600 N/mm^2) diese Bedingung für verschlossene Seile immer erfüllt ist, solange sie auch von den Einzeldrähten erfüllt wird. In die Ausdrücke für zul σ kann daher für verschlossene Seile $\beta_{0,2}$ der Einzeldrähte eingesetzt werden.

Es ergeben sich folgende Sicherheiten:

- a) gegen effektive Bruchkraft $\nu_{B, H} \approx 2,2$; $\nu_{B, HZ} \approx 2,0$
- b) gegen die Streckgrenze (0,2-Dehngrenze)

$$\nu_{S, H} = 1,5; \nu_{S, HZ} = 1,33$$

Das Spannungs-Dehnungs-Diagramm für verschlossene Seile ist in seiner charakteristischen Form in Bild 1 dargestellt. Ausgegangen wird hierbei von einer Grundspannung 400 kp/cm^2 (40 N/mm^2), da sich erfahrungsgemäß erst von dieser Spannung aufwärts die Seile etwa gleichmäßig verhalten.

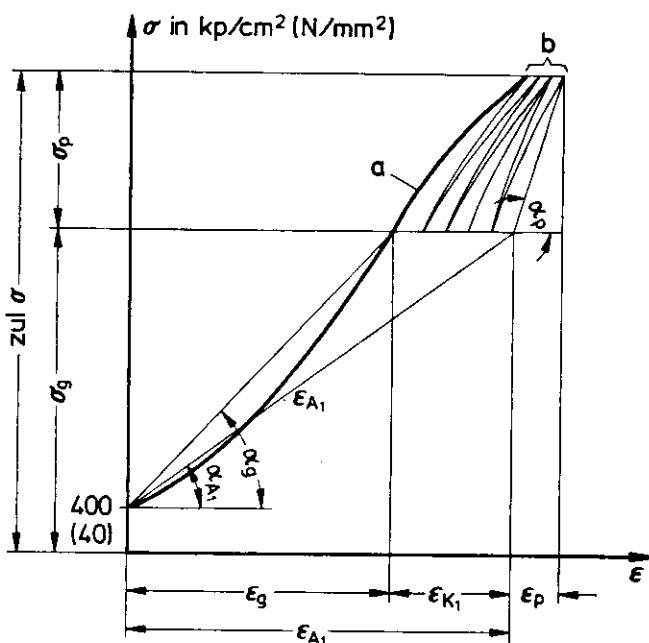


Bild 1.

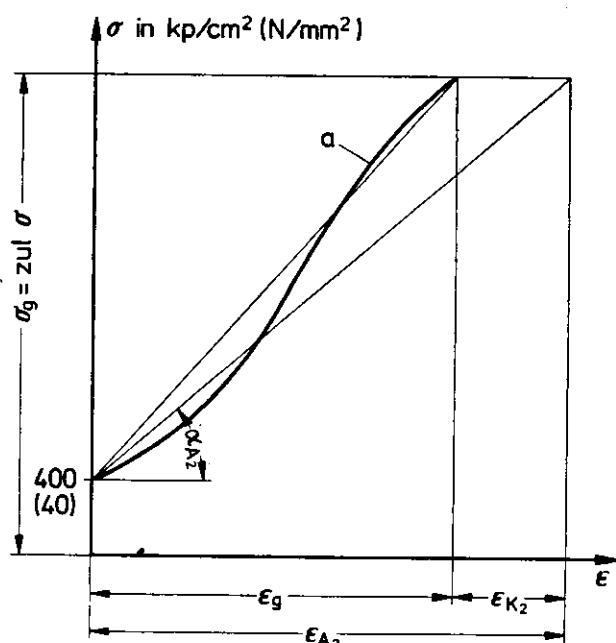


Bild 2.

Erstmalige Beanspruchung liefert die Linie a. Wird das Seil im Spannungsbereich σ_p wiederholt beansprucht und entspannt, ergeben sich die Linien b. Für das unter der Spannung infolge ständiger Beanspruchung stehende Seil stellt sich nach dieser Beanspruchung die Dehnung ε_{A_1} ein. ε_{A_1} setzt sich im wesentlichen aus drei Anteilen zusammen:

Elastische Dehnung der Drähte,
elastische Dehnung infolge Veränderung des Seilgefuges,
bleibende Dehnung (ε_{K_1}) infolge Veränderung des Seilgefuges.

Wesentlich von der Zeit abhängig ist nur der letzte Anteil; er enthält das Kriechen des Seiles.

Für das Ablängen der Seile ist die Dehnung ε_{A_1} maßgebend. Der Wert

$$E_{A_1} = \frac{\sigma_g - 400}{\varepsilon_{A_1}} = \left(\frac{\sigma_g - 40}{\varepsilon_g} \right)$$

wird als Verformungsmodul bezeichnet.

Er resultiert aus elastischen und bleibenden Verformungen.

Verformungsmoduln im gleichen Sinne sind

$$E_g = \frac{\sigma_g - 400}{\varepsilon_g} = \left(\frac{\sigma_g - 40}{\varepsilon_g} \right)$$

nach erstmaliger Beanspruchung bis σ_g und die während der Bauzustände anzusetzenden Verformungsmoduln E_B , die zwischen E_g und E_{A_1} liegen.

Das Seil verhält sich nach etwa 10 bis 12 Schwingspielen im Bereich σ_p praktisch elastisch. Der E-Modul im Verkehrsbereich ergibt sich zu

$$E_p = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p}$$

Bild 2 charakterisiert den Fall, wenn das Seil aus der Verkehrsbeanspruchung keinen wesentlichen Anteil erhält. Bei erstmaliger Beanspruchung ergibt sich die Linie a und die Dehnung ε_g . Infolge des Kriechens (ε_{K_2}) stellt sich letzten

Endes $\varepsilon_{A_2} = \varepsilon_g + \varepsilon_{K_2}$ ein. σ_{A_2} ist sinngemäß, wie oben angegeben, zu verwenden.

Auf Grund von Dauerschwingversuchen an verschlossenen Seilen können mit Sicherheit folgende Schwingbreiten zugelassen werden:

für $\sigma_o = 2000 \text{ kp/cm}^2 (200 \text{ N/mm}^2)$; $\Delta\sigma = 2000 \text{ kp/cm}^2 (200 \text{ N/mm}^2)$

für $\sigma_o = \text{zul } \sigma_H = 0,42 \cdot \beta_N$; $\Delta\sigma = 1500 \text{ kp/cm}^2 (150 \text{ N/mm}^2)$.

Zwischen diesen beiden Grenzwerten verläuft $\Delta\sigma$ in Abhängigkeit von σ_o geradlinig. Daraus lässt sich für die zulässige Oberspannung unter Einschaltung von $x = \frac{\sigma_u}{\sigma_o} = \frac{S_u}{S_o}$ folgender Ausdruck ableiten:

$$\text{zul } \sigma_o = \frac{2000}{1 - \frac{\beta_N - 4762}{\beta_N - 3572} \cdot x} = \left(\frac{200}{1 - \frac{\beta_N - 476,2}{\beta_N - 357,2} \cdot x} \right)$$

Für Nennzugfestigkeit im Bereich $12\,000 \text{ kp/cm}^2 (1200 \text{ N/mm}^2) \leq \beta_N \leq 16\,000 \text{ kp/cm}^2 (1600 \text{ N/mm}^2)$ ergibt sich dann $\text{zul } \sigma_o$ nach Tabelle 1.

Tabelle 1. $\text{zul } \sigma_o$ in Abhängigkeit von β_N

β_N $\text{kp/cm}^2 (\text{N/mm}^2)$	$\text{zul } \sigma_o$ $\text{kp/cm}^2 (\text{N/mm}^2)$
12 000 (1200)	$\frac{2000}{1 - 0,859 \cdot x} \left(\frac{200}{1 - 0,859 \cdot x} \right)$
13 000 (1300)	$\frac{2000}{1 - 0,873 \cdot x} \left(\frac{200}{1 - 0,873 \cdot x} \right)$
14 000 (1400)	$\frac{2000}{1 - 0,884 \cdot x} \left(\frac{200}{1 - 0,884 \cdot x} \right)$
15 000 (1500)	$\frac{2000}{1 - 0,896 \cdot x} \left(\frac{200}{1 - 0,896 \cdot x} \right)$
16 000 (1600)	$\frac{2000}{1 - 0,904 \cdot x} \left(\frac{200}{1 - 0,904 \cdot x} \right)$

Zur Vereinfachung wird für alle β_N mit dem Wert für $\beta_N = 15\,000 \text{ kp/cm}^2 (1500 \text{ N/mm}^2)$ gerechnet. Damit werden die zulässigen Schwingbreiten für den oberen Grenzwert $\sigma_o = \text{zul } \sigma_H = 0,42 \cdot \beta_N$ unterschiedlich (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2. max. $\Delta\sigma$ in Abhängigkeit von β_N

β_N kp/cm ² (N/mm ²)	max. $\Delta\sigma$ kp/cm ² (N/mm ²)
12 000 (1200)	1647 (164,7)
13 000 (1300)	1598 (159,8)
14 000 (1400)	1549 (154,9)
15 000 (1500)	1500 (150,0)
16 000 (1600)	1445 (144,5)

Das aber kommt den Materialeigenschaften entgegen, da mit abnehmenden β_N die zulässige Schwingbreite größer wird.

Zu Abschnitt 6.5.2 Paralleldrahtbündel

Da bei Paralleldrahtbündeln die Abminderung der wirklichen Bruchlast gegenüber der ermittelten Bruchlast im Mittel unter 3 % liegt, wird diese bei der Festlegung der zulässigen Spannungen nicht berücksichtigt. In Anlehnung an die Erläuterungen zu Abschnitt 6.5.1 sind daher folgende zulässige

Spannungen für den allgemeinen Spannungsnachweis festzulegen:

$$\text{zul } \sigma_H = 0,45 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_H = 0,67 \cdot \beta_{0,2}$$

$$\text{zul } \sigma_{HZ} = 0,50 \cdot \beta_N \text{ bzw. zul } \sigma_{HZ} = 0,75 \cdot \beta_{0,2}$$

Für $\beta_{0,2}$ sind die Werte der Einzeldrähte einzusetzen.

Die zulässige Dauerfestigkeit ergibt sich für Paralleldrahtbündel auf Grund der Bedingungen:

$$\sigma_o = 2500 \text{ kp/cm}^2 (250 \text{ N/mm}^2)$$

$$\Delta\sigma = 2500 \text{ kp/cm}^2 (250 \text{ N/mm}^2)$$

$$\sigma_o = \text{zul } \sigma_H = 0,45 \cdot \beta_N$$

$$\Delta\sigma = 2000 \text{ kp/cm}^2 (200 \text{ N/mm}^2)$$

Mit diesen Grundwerten wird

$$\text{zul } \sigma_o = \frac{2500}{1 - \frac{\beta_N - 5555}{\beta_N - 4444} \cdot \kappa} = \left(\frac{250}{1 - \frac{\beta_N - 555,5}{\beta_N - 444,4} \cdot \kappa} \right)$$

und mit

$$\beta_N = 15\,000 \text{ kp/cm}^2 (1500 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{zul } \sigma_o = \frac{2500}{1 - 0,895 \cdot \kappa} = \left(\frac{250}{1 - 0,895 \cdot \kappa} \right)$$

Einzelpreis dieser Nummer 4,20 DM

Einzelleferungen nur durch den August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, Tel. 6888293/94, gegen Voreinsendung des vorgenannten Betrages zuzügl. 0,50 DM Versandkosten auf das Postscheckkonto Köln 8516-507. (Der Verlag bittet, keine Postwertzeichen einzusenden.) Es wird dringend empfohlen, Nachbestellungen des Ministerialblattes für das Land Nordrhein-Westfalen möglichst innerhalb eines Vierteljahres nach Erscheinen der jeweiligen Nummer bei dem August Bagel Verlag, 4 Düsseldorf, Grafenberger Allee 100, vorzunehmen, um späteren Lieferschwierigkeiten vorzubeugen. Wenn nicht innerhalb von vier Wochen eine Lieferung erfolgt, gilt die Nummer als vergriffen. Eine besondere Benachrichtigung ergeht nicht.

Herausgegeben von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Elisabethstraße 5. Druck: A. Bagel, Düsseldorf; Vertrieb: August Bagel Verlag, Düsseldorf. Bezug der Ausgabe A (zweiseitiger Druck) und B (einseitiger Druck) durch die Post. Ministerialblätter, in denen nur ein Sachgebiet behandelt wird, werden auch in der Ausgabe B zweiseitig bedruckt geliefert. Bezugspreis vierteljährlich Ausgabe A 25,80 DM, Ausgabe B 27,- DM.

Die genannten Preise enthalten 5,5% Mehrwertsteuer.