



*Dr. Heinrich Kreuzinger  
Univ.-Prof. Ing.  
TU München  
München, Deutschland*

## **Straßenbrücken- Anforderungen und Detaillösungen**

**Road bridges – general requirements  
and details**

**Ponti stradali – Esigenze e soluzioni di  
dettaglio**

**Dokument in Deutsch**



# Straßenbrücken-Anforderungen und Detaillösungen

## 1 Einleitung

Für die Berechnung und Konstruktion von Holzbrücken werden neben den Vorschriften für die Einwirkungen durch Verkehrslasten, die Bemessungsnorm für den Holzbau, die DIN 1052 /1/ und die zugehörige Norm für Holzbrücken, die DIN 1074 /2/ verwendet. Die spezielle Brückennorm DIN 1074 gilt nur in Verbindung mit DIN 1052, der allgemeinen Norm für Holzkonstruktionen.

Durch die DIN 1052:2004 wurde das Bemessungskonzept mit „zulässigen Spannungen“ durch das Bemessungskonzept mit „Teilsicherheitsbeiwerten“ abgelöst. Auch deshalb wurde es notwendig, die Brückennorm DIN 1074 umzustellen. Der Eurocode 5 behandelt die Brücken im Teil 2 /3/ der Norm Eurocode 5 – Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauteilen. Dieser Teil 2 entspricht der neuen DIN 1074.

Die Anforderungen, was die Sicherheit und Dauerhaftigkeit betrifft, sind in den einschlägigen Holzbaunormen geregelt, die Einwirkungen auf Brücken sind im DIN- Fachbericht 101 /4/ angegeben.

## 2 Anforderungen

### 2.1 Allgemeines

Die Anforderung an eine Straßenbrücke sind die sichere Aufnahme der Verkehrslasten sowie die Dauerhaftigkeit. Die Verkehrslasten sind für Straßenbrücken geregelt im DIN- Fachbericht 101, Einwirkungen auf Brücken /4/. Die Verkehrslasten werden einheitlich für alle Straßenbrücken festgelegt. Unterschiedliche Brückenklassen werden nicht mehr genannt.

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit können durch die Beachtung der Angaben in der DIN 1074 erfüllt werden. Diese haben auch Einfluss auf die Wartung und Unterhaltskosten. Angaben zu Unterhaltskosten finden sich in den Ablöserichtlinien (dazu /8/), die Überprüfung von Straßenbrücken wird durch die DIN 1076 /5/ geregelt.

### 2.2 Einwirkungen

#### 2.2.1 Lotrechte Einwirkungen

Die Brückenfläche wird in 3 m breite Fahrstreifen eingeteilt. Auf die Fahrstreifen wirken die in Abbildung 1 dargestellten lotrechten Lasten des Lastmodells 1. Dieses gilt für globale Nachweise. Für lokale Nachweise gilt das in Abbildung 2 angegebene Lastmodell 2. Es trifft für Bauteile mit kurzen Stützweiten, z.B. Querträgern zu. Die Achslast des Lastmodells 2 ist so auf der Fahrbahn anzuordnen, dass ungünstigste Beanspruchungen entstehen.

In den angegebenen Werten sind dynamische Erhöhungsfaktoren enthalten.

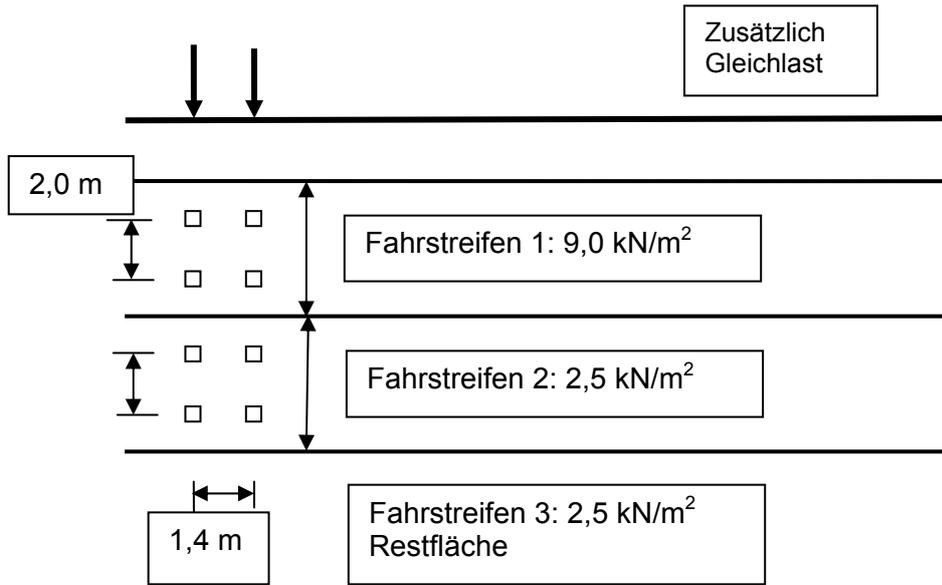


Abbildung 1: Lastmodell 1 nach FB-101

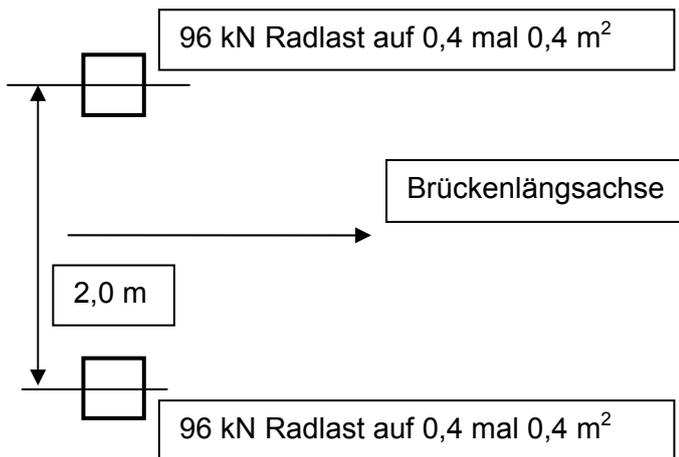


Abbildung 2: Lastmodell 2 nach FB-101

## 2.2.2 Horizontale Einwirkungen

### Last auf Geländer

Nach dem FB-101, 4.8 ist eine horizontale Linienlast von  $0,8 \text{ kN/m}$  auf Oberkante Geländer nach außen oder innen wirkend anzusetzen. Bild 3 zeigt die Last auf das Geländer und den Schrammbord.

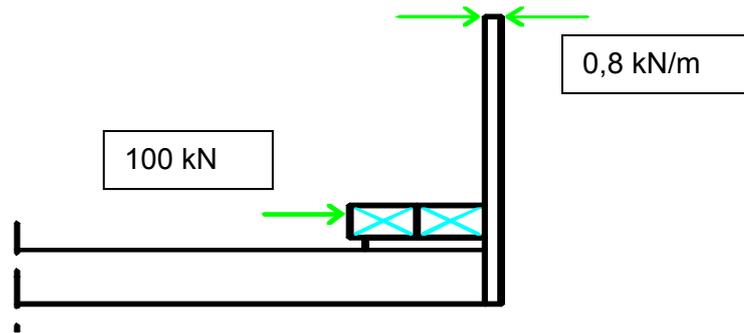


Abbildung 3: Horizontale Linienlast auf Oberkante Geländer, Last auf Schrammbord

### Bremsen und Anfahren

In Brückenlängsrichtung wirken Kräfte aus Bremsen und Anfahren (FB-101, 4.4)

$$Q_{\ell,k} = 0,6 \cdot 2 \cdot 240 + 0,1 \cdot 9,0 \cdot 3,0 \cdot L = 288 \text{ kN} + 2,7 \text{ kN/m} \cdot L$$

L ist die Länge des Überbaues in m.

### 2.2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

#### Allgemeines

Für außergewöhnliche Einwirkungen, wie Anpralllasten und Lasten auf Schrammborde, gelten die folgenden Sicherheitsbeiwerte und der Modifikationsbeiwert:

Einwirkung  $\gamma_A = 1,0$

Material  $\gamma_M = 1,0$  (Holz und Holzwerkstoffe)

KLED sehr kurz,  $k_{mod}$  nach Tabelle F.1 DIN 1052

#### Anprall

In Fahrtrichtung sind 1000 kN und quer zur Fahrtrichtung 500 kN (FB-101 4.7.2) anzusetzen. Dies gilt Pfeiler und stützende Bauteile wie auch für vertikale Endbauteile über der Fahrbahn.

#### Lasten auf Schrammborde und Schutzeinrichtungen

5 cm unter der Oberkante des Schrammbordes oder der Schutzeinrichtung sind 100 kN rechtwinklig zur Fahrbahnrichtung aufzunehmen (FB-101, 4.7.3.2 und 3). Die Last ist in Bild 3 eingetragen.

Die Aufnahme und Weiterleitung dieser Last in die Fahrbahnplatte erfordert oft viel Aufwand. Schrammborde aus Betonfertigteilen eignen sich dafür, aber auch hier ist auf die Verankerung zu achten.

### 2.3 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit einer Brückenkonstruktion wird durch holzerstörende Pilze und Insekten, sowie durch Festigkeitsverlust infolge Materialermüdung beeinträchtigt. Ersteres wird durch den konstruktiven Holzschutz und wenn notwendig auch durch chemischen Holzschutz verhindert. Angaben dazu sind in DIN 1074 und /9/ zu finden. Materialermüdung durch wiederholte Beanspruchung soll durch den Ermüdungsnachweis vermieden werden.

### 3 Nachweise

#### 3.1 Allgemeines

In den Unterlagen für eine Brücke sind alle Nachweise für die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit und auch die Dauerhaftigkeit niederzulegen. Im Folgenden werden einige Besonderheiten bei Holzbrücken angegeben.

#### 3.2 Einzellasten, Radlasten

Die Radlasten mit ihrer Aufstandsfläche sind für Holzkonstruktionen eine Herausforderung. Von der Radaufstandsfläche ausgehend darf die Last für die Plattenberechnung auf die Mittelfläche der Holzplatte verteilt werden. Die Ausbreitungswinkel nach DIN 1074, Abschnitt 8.1, zeigt Abbildung 4.

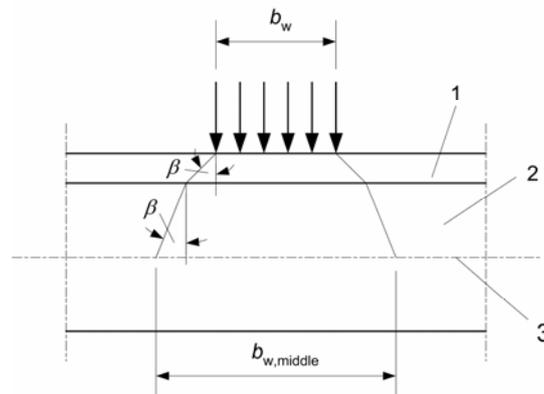


Abbildung 4: Verteilung von Einzellasten

Dabei ist  $b_w$  die Aufstandsweite der Radlast 0,4 m und  $\beta$  der Lastausbreitungswinkel:

$\beta = 15$  Grad für Ausbreitung rechtwinklig zu den Fasern von Lamellen

$\beta = 45$  Grad für alle anderen Fälle

Angewendet wurde dies bei der Fahrbahnplatte der Straßenbrücke Ruderting (Abbildung 5).

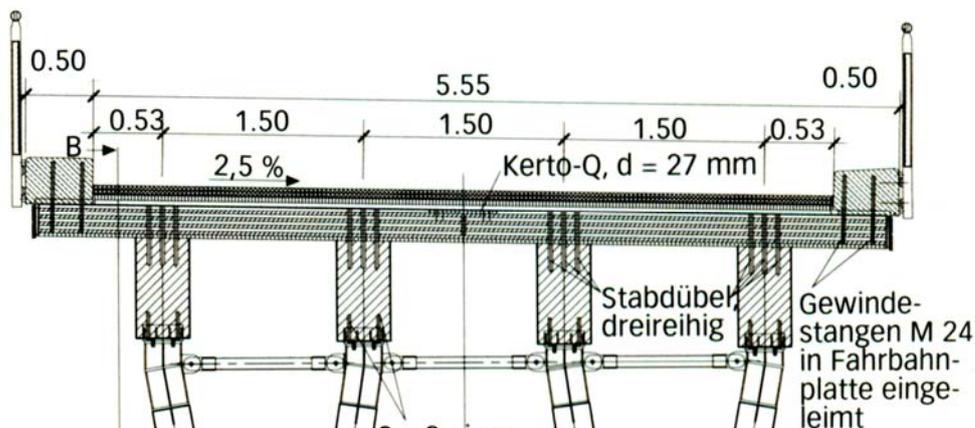


Abbildung 5: Brücke Ruderting

### 3.3 Ermüdungsnachweis

Für Straßenbrücken muss nach DIN 1074, Abschnitt 10 (2) ein Ermüdungsnachweis geführt werden. Im FB-101, 4.6.4, ist dazu das Lastmodell 3 angegeben. Vier Achslasten zu je 120 kN im Abstand von 1,20 m, 6,0 m und wieder 1,2 m. Die maximalen und minimalen Spannungen infolge dieses Lastmodells und die Spannungen aus Eigenlast sind für den Ermüdungsnachweis nach DIN 1074, Anhang C, maßgebend.

$$\sigma_{d,max} \leq f_{fat,d}$$

Die Bemessungsspannung der Einwirkungsseite  $\sigma_{d,max}$  ist die betragsmäßig größte Spannung, die sich aus der ermüdungswirksamen Einwirkung ergibt.

Der Bemessungswert  $f_{fat,d}$  ergibt sich aus:

$$f_{fat,d} = k_{fat} \cdot \frac{f_k}{\gamma_{M,fat}}$$

$k_{fat}$  entspricht der Festigkeitsabminderung infolge ermüdungswirksamer Einwirkung.

$$k_{fat} = 1 - \frac{1-R}{a \cdot (b-R)} \cdot \log(\beta \cdot N_{obs} \cdot t_L)$$

mit:

- R: Spannungsverhältnis aus  $\sigma_{min}$  zu  $\sigma_{max}$  mit  $-1 < R < 1$
- $N_{obs}$ : Anzahl der konstanten Spannungsspiele pro Jahr;
- $t_L$ : Lebensdauer, auf die das Tragwerk bemessen wird; siehe EN1990: 2002;
- $\beta$ : Beiwert für Schadensfolge; würde ein Schaden keine beträchtlichen Folgen nach sich ziehen, so soll  $\beta = 1$  angenommen werden; bei beträchtlichen Konsequenzen im Schadensfall gilt:  $\beta = 3$ ;
- a, b: Ermüdungsbeiwerte nach folgender Tabelle 1:

Tabelle 1:

Holzbauteile beansprucht auf	a	b
Druck parallel oder senkrecht zur Faser	2,0	9,0
Biegung und Zug	9,5	1,1
Schub	6,7	1,3
Verbindungen mit		
Dübeln	6,0	2,0
Nägeln	6,9	1,2

Ermüdungsbeiwerte a und b nach DIN 1074

Die Anzahl der Spannungsspiele pro Jahr sind im FB-101, Tabelle 4.5 angegeben.

Der Beiwert  $k_{fat}$  entspricht der Wöhlerlinie für Spannungsverhältnisse R.

Beispiele für R zeigt Bild 6 /10/ und für Wöhlerlinien zeigt Abbildung 7.

Genauere Ermüdungsnachweise mit wechselnden Spannungsamplituden und Spannungsverhältnissen können auf der Grundlage der kumulativen linearen Schadenstheorie mit der Palmgren-Miner-Regel erfolgen.

Tabelle 2: Verkehrskategorien

Verkehrskategorien		N <sub>obs</sub> je Jahr und je LKW-Fahstreifen
1	Straßen und Autobahnen mit je zwei oder mehr Fahrstreifen je Fahrtrichtung mit hohem LKW-Anteil	2,0 · 10 <sup>6</sup>
2	Straßen und Autobahnen mit mittlerem LKW-Anteil	0,5 · 10 <sup>6</sup>
3	Hauptstraßen mit geringem LKW-Anteil	0,125 · 10 <sup>6</sup>
4	Örtliche Straßen mit geringem LKW-Anteil	0,05 · 10 <sup>6</sup>

Jährliche Spannungsspiele N<sub>obs</sub>

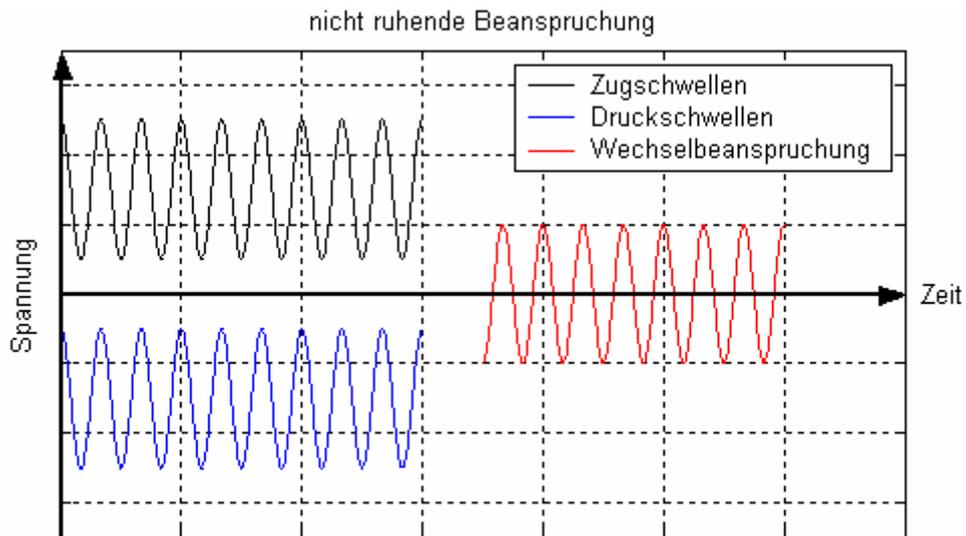


Abbildung 6: Spannungsverhältnisse R

### Schwellbeanspruchung R=0

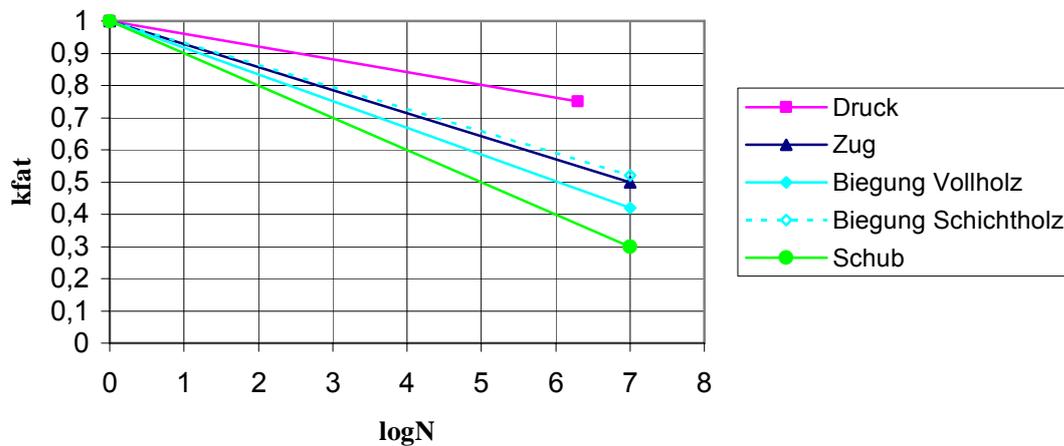


Abbildung 7: Wöhlerlinien für R = 0

### 3.4 Dynamik

Für lotrechte Straßenverkehrslasten ist der dynamische Erhöhungsfaktor bereits in den Lasten nach FB-101 enthalten.

Besonders bei leichten und weitgespannten Fuß- und Radwegbrücken können die Nutzer selber durch Gehen bzw. Laufen die Brücke zu Schwingungen anregen. Diese können störend werden. Für einfache Systeme, wie z. B. Einfeldträger, ist in DIN 1074 ein Nachweis angegeben. Danach kann erkannt werden, ob störende Schwingungen zu erwarten sind. Angaben dazu sind auch in /6/ und /7/. Dämpfer können Schwingungsamplituden verringern.

## 4 Detaillösungen

Die Richtzeichnungen für Holzbrücken geben viele Detaillösungen besonders für Fahrbahnabdichtungen, Auflager, Geländerbefestigungen und Schrammbordausbildungen an.

## 5 Zusammenfassung

Die Anforderungen an Straßenbrücken aus Holz unterscheiden sich in nichts von den Anforderungen an Straßenbrücken aus anderen Baustoffen. Die wichtigsten Anforderungen sind

Tragsicherheit

Gebrauchstauglichkeit

und Dauerhaftigkeit.

Holz kann diese Anforderungen erfüllen. Dazu helfen die Normen und auch die hoffentlich bald erscheinenden Richtzeichnungen.

## 6 Literatur

- [1] DIN 1052:August 2004 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
- [2] DIN 1074:September 2006, Holzbrücken
- [3] prEN 1995-2 Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten, Teil 2 Brücken, Schlussentwurf, Deutsche Übersetzung Juni 2004
- [4] DIN-Fachbericht 101, März 2003, Einwirkungen auf Brücken, Beuth Verlag
- [5] DIN 1076: November 1999, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen, Überwachung und Prüfung
- [6] Footbridge 2002, Design and dynamic behaviour of footbridge, Proceedings, Paris 2002, Footbridge 2005, Proceedings, Venedig 2005
- [7] Kreuzinger, H.: Gebrauchstauglichkeit von Holzbrücken. Internationales Holzbauforum, Dezember 2003, HSB, 9. IHF Garmisch-Partenkirchen
- [8] Gerold, M.: Unterhaltungskosten und Lebensdauer geschützter Brücken, Internationales Holzbauforum, Dezember 2005, HSB, 11. IHF Garmisch-Partenkirchen
- [9] Schwaner, K.: Schutz und Dauerhaftigkeit von Holzbrücken, Internationales Holzbauforum, Dezember 2004, HSB, 10. IHF Garmisch-Partenkirchen
- [10] Mestek, P.: Ermüdungsnachweise von Holzkonstruktionen, Diplomarbeit Nr.:182, Fachgebiet Holzbau, Technische Universität München, 2005