

**DIN EN 1991-2**

ICS 91.010.30; 93.040

Ersatz für  
DIN EN 1991-2:2004-05**Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke –  
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken;  
Deutsche Fassung EN 1991-2:2003 + AC:2010**

Eurocode 1: Actions on structures –  
Part 2: Traffic loads on bridges;  
German version EN 1991-2:2003 + AC:2010

Eurocode 1: Actions sur les structures –  
Partie 2: Actions sur les ponts, dues au trafic;  
Version allemande EN 1991-2:2003 + AC:2010

Gesamtumfang 165 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN



## **Nationales Vorwort**

Diese Europäische Norm (EN 1991-2:2003 + AC:2010) ist in der Verantwortung von CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) entstanden.

Die Arbeiten wurden auf nationaler Ebene vom NABau Arbeitsausschuss NA 005-57-03 AA „Lastannahmen für Brücken“ begleitet.

Die Norm EN 1991-2:2003 wurde am 28. November 2002 angenommen.

Die Norm ist Bestandteil einer Reihe von Einwirkungs- und Bemessungsnormen, deren Anwendung nur im Paket sinnvoll ist. Dieser Tatsache wird durch das Leitpapier L der Kommission der Europäischen Gemeinschaft für die Anwendung der Eurocodes Rechnung getragen, indem Übergangsfristen für die verbindliche Umsetzung der Eurocodes in den Mitgliedsstaaten vorgesehen sind. Die Übergangsfristen sind im Vorwort dieser Norm angegeben.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen   angezeigt.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN V ENV 1991-3:1996-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Vornorm-Charakter wurde aufgehoben;
- b) Anpassung an den Stand der Technik;
- c) Listung von nationalen Abweichungsmöglichkeiten;
- d) vollständige redaktionelle Überarbeitung.

Gegenüber DIN EN 1991-2:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Vorgänger-Norm mit der europäischen Berichtigung EN 1991-2/AC:2010 konsolidiert;
- b) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

## **Frühere Ausgaben**

DIN V ENV 1991-3: 1996-08  
DIN EN 1991-2: 2004-05

**Deutsche Fassung**

**Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke —  
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken**

Eurocode 1: Actions on structures —  
Part 2: Traffic loads on bridges

Eurocode 1: Actions sur les structures —  
Partie 2: Actions sur les ponts, dues au trafic

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. November 2002 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 17. Februar 2010 in Kraft und wurde in EN 1991-2:2003 eingearbeitet.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

# Inhalt

Seite

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Vorwort .....                                                                                                            | 5         |
| Hintergrund des Eurocode-Programms .....                                                                                 | 5         |
| Status und Gültigkeit der Eurocodes .....                                                                                | 6         |
| Nationale Fassungen der Eurocodes .....                                                                                  | 7         |
| Beziehung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs) ..... | 8         |
| Zusätzliche Informationen besonders für EN 1991-2 .....                                                                  | 8         |
| Nationaler Anhang für EN 1991-2 .....                                                                                    | 9         |
| <b>1 Allgemeines .....</b>                                                                                               | <b>14</b> |
| 1.1 Anwendungsbereich .....                                                                                              | 14        |
| 1.2 Normative Verweise .....                                                                                             | 15        |
| 1.3 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln .....                                                        | 15        |
| 1.4 Begriffe .....                                                                                                       | 16        |
| 1.4.1 Harmonisierte Begriffsbestimmungen und allgemeine Begriffe .....                                                   | 16        |
| 1.4.2 Begriffsbestimmungen speziell für Straßenbrücken .....                                                             | 17        |
| 1.4.3 Begriffsbestimmungen speziell für Eisenbahnbrücken .....                                                           | 18        |
| 1.5 Symbole und Formelzeichen .....                                                                                      | 19        |
| 1.5.1 Allgemeine Symbole .....                                                                                           | 19        |
| 1.5.2 Symbole speziell für Abschnitt 4 und 5 .....                                                                       | 19        |
| 1.5.3 Symbole speziell für Abschnitt 6 .....                                                                             | 21        |
| <b>2 Einteilung der Einwirkungen .....</b>                                                                               | <b>26</b> |
| 2.1 Allgemeines .....                                                                                                    | 26        |
| 2.2 Veränderliche Einwirkungen .....                                                                                     | 26        |
| 2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen .....                                                                                  | 28        |
| <b>3 Bemessungssituationen .....</b>                                                                                     | <b>28</b> |
| <b>4 Straßenverkehr und andere für Straßenbrücken besondere Einwirkungen .....</b>                                       | <b>29</b> |
| 4.1 Anwendungsgebiet .....                                                                                               | 29        |
| 4.2 Darstellung der Einwirkungen .....                                                                                   | 29        |
| 4.2.1 Modelle zur Darstellung von Straßenverkehrslasten .....                                                            | 29        |
| 4.2.2 Lastklassen .....                                                                                                  | 30        |
| 4.2.3 Unterteilung der Fahrhahn in rechnerische Fahrstreifen .....                                                       | 30        |
| 4.2.4 Lage und Numerierung der rechnerischen Fahrstreifen für Entwurf, Berechnung und Bemessung .....                    | 31        |
| 4.2.5 Anordnung der Lastmodelle in den einzelnen rechnerischen Fahrstreifen .....                                        | 32        |
| 4.3 Vertikallasten — charakteristische Werte .....                                                                       | 32        |
| 4.3.1 Allgemeines und zugehörige Bemessungssituationen .....                                                             | 32        |
| 4.3.2 Lastmodell 1 .....                                                                                                 | 33        |
| 4.3.3 Lastmodell 2 .....                                                                                                 | 36        |
| 4.3.4 Lastmodell 3 (Sonderfahrzeuge) .....                                                                               | 37        |
| 4.3.5 Lastmodell 4 (Menschenansammlungen) .....                                                                          | 37        |
| 4.3.6 Verteilung von Einzellasten .....                                                                                  | 38        |
| 4.4 Horizontale Belastungen — charakteristische Werte .....                                                              | 39        |
| 4.4.1 Lasten aus Bremsen und Anfahren .....                                                                              | 39        |
| 4.4.2 Fliehkraft und andere Querlasten .....                                                                             | 39        |
| 4.5 Gruppen von Verkehrslasten auf Straßenbrücken .....                                                                  | 40        |
| 4.5.1 Charakteristische Werte der mehrkomponentigen Einwirkungen .....                                                   | 40        |
| 4.5.2 Andere repräsentative Werte von mehrkomponentigen Einwirkungen .....                                               | 42        |
| 4.5.3 Lastgruppen bei vorübergehenden Bemessungssituationen .....                                                        | 42        |
| 4.6 Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen .....                                                                          | 43        |
| 4.6.1 Allgemeines .....                                                                                                  | 43        |
| 4.6.2 Lastmodell 1 für Ermüdung (entspricht annähernd LM1) .....                                                         | 46        |
| 4.6.3 Lastmodell 2 für Ermüdungsberechnungen (Gruppe von „häufigen“ Lastkraftwagen) .....                                | 46        |
| 4.6.4 Lastmodell 3 für Ermüdungsberechnungen (Einzelfahrzeugmodell) .....                                                | 47        |

|       |                                                                                                |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6.5 | Lastmodell 4 für Ermüdungsberechnungen (Gruppe von „Standardlastkraftwagen“)                   | 48  |
| 4.6.6 | Ermüdungslastmodell 5 (basierend auf Verkehrszählungen)                                        | 51  |
| 4.7   | Außergewöhnliche Einwirkungen                                                                  | 51  |
| 4.7.1 | Allgemeines                                                                                    | 51  |
| 4.7.2 | Anpralllasten aus Fahrzeugen unter der Brücke                                                  | 51  |
| 4.7.3 | Einwirkungen aus Fahrzeugen auf der Brücke                                                     | 52  |
| 4.8   | Einwirkungen auf Geländer                                                                      | 54  |
| 4.9   | Lastmodell für Hinterfüllungen und Widerlager                                                  | 55  |
| 4.9.1 | Vertikale Lasten                                                                               | 55  |
| 4.9.2 | Horizontalkraft                                                                                | 55  |
| 5     | Einwirkungen für Fußgängerwege, Radwege und Fußgängerbrücken                                   | 56  |
| 5.1   | Anwendungsbereich                                                                              | 56  |
| 5.2   | Darstellung der Einwirkungen                                                                   | 57  |
| 5.2.1 | Lastmodelle                                                                                    | 57  |
| 5.2.2 | Lastklassen                                                                                    | 57  |
| 5.2.3 | Anwendung der Lastmodelle                                                                      | 57  |
| 5.3   | Statisches Modell für Vertikallasten — charakteristische Werte                                 | 57  |
| 5.3.1 | Allgemeines                                                                                    | 57  |
| 5.3.2 | Lastmodell                                                                                     | 58  |
| 5.4   | Statische Modelle für Horizontallasten — charakteristische Werte                               | 59  |
| 5.5   | Gruppen von Verkehrslasten für Fußgängerbrücken                                                | 59  |
| 5.6   | Außergewöhnliche Einwirkungen für Fußgängerbrücken                                             | 60  |
| 5.6.1 | Allgemeines                                                                                    | 60  |
| 5.6.2 | Anpralllasten aus Straßenfahrzeugen unter der Brücke                                           | 60  |
| 5.6.3 | Unplanmäßige Anwesenheit von Fahrzeugen auf der Brücke                                         | 61  |
| 5.7   | Dynamisches Modell für Fußgängerbrücken                                                        | 62  |
| 5.8   | Einwirkung auf Geländer                                                                        | 62  |
| 5.9   | Lastmodell für Hinterfüllungen und Wände angrenzend an die Brücke                              | 62  |
| 6     | Einwirkungen aus Eisenbahnverkehr und andere für Eisenbahnbrücken typische Einwirkungen        | 63  |
| 6.1   | Anwendungsbereich                                                                              | 63  |
| 6.2   | Darstellung der Einwirkungen — Arten der Eisenbahnlasten                                       | 64  |
| 6.3   | Vertikallasten — charakteristische Werte (statische Anteile), Exzentrizität und Lastverteilung | 64  |
| 6.3.1 | Allgemeines                                                                                    | 64  |
| 6.3.2 | Lastmodell 71                                                                                  | 64  |
| 6.3.3 | Lastmodelle SW/0 und SW/2                                                                      | 65  |
| 6.3.4 | Lastmodell „unbeladener Zug“                                                                   | 66  |
| 6.3.5 | Exzentrizität der Vertikallasten (Lastmodelle 71 und SW/0)                                     | 66  |
| 6.3.6 | Lastverteilung der Achslasten durch Schienen, Schwellen und Schotter                           | 67  |
| 6.3.7 | Einwirkungen für Dienstwege                                                                    | 71  |
| 6.4   | Dynamische Einwirkungen (einschließlich Resonanz)                                              | 71  |
| 6.4.1 | Einleitung                                                                                     | 71  |
| 6.4.2 | Faktoren, die das dynamische Verhalten beeinflussen                                            | 71  |
| 6.4.3 | Allgemeine Bemessungsregeln                                                                    | 72  |
| 6.4.4 | Anforderungen für eine statische oder dynamische Berechnung                                    | 72  |
| 6.4.5 | Dynamischer Beiwert $\Phi$ ( $\Phi_2$ , $\Phi_3$ )                                             | 75  |
| 6.4.6 | Grundlagen der dynamischen Berechnung                                                          | 80  |
| 6.5   | Horizontallasten — charakteristische Werte                                                     | 89  |
| 6.5.1 | Fliehkräfte                                                                                    | 89  |
| 6.5.2 | Seitenstoß (Schlingerkraft)                                                                    | 94  |
| 6.5.3 | Einwirkungen aus Anfahren und Bremsen                                                          | 94  |
| 6.5.4 | Gemeinsame Antwort von Tragwerk und Gleis auf veränderliche Einwirkungen                       | 95  |
| 6.6   | Aerodynamische Einwirkungen aus Zugbetrieb                                                     | 106 |
| 6.6.1 | Allgemeines                                                                                    | 106 |
| 6.6.2 | Einfache vertikale Oberflächen parallel zum Gleis (z.B. Schallschutzwände)                     | 106 |
| 6.6.3 | Einfache horizontale Flächen über dem Gleis (z.B. Berührungsschutz)                            | 108 |

|                                                                                                                                                                                                           | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6.6.4 Einfache horizontale Flächen in Gleisnähe (z.B. Bahnsteigdächer ohne vertikale Wände) .....                                                                                                         | 109   |
| 6.6.5 Vielflächige Bauwerke längs des Gleises mit vertikalen und horizontalen oder geneigten Flächen (z.B. abgeknickte Schallschutzwände, Bahnsteigdächer mit vertikalen Schürzen usw.) .....             | 110   |
| 6.6.6 Flächen, die das Lichtraumprofil über eine begrenzte Länge umschließen (bis zu 20 m) (horizontale Flächen über den Gleisen und mindestens eine vertikale Wand, z.B. Gerüste, Baubehelfe usw.) ..... | 110   |
| 6.7 Entgleisung und andere Einwirkungen für Eisenbahnbrücken .....                                                                                                                                        | 111   |
| 6.7.1 Entgleisungseinwirkungen aus Zugverkehr auf einer Eisenbahnbrücke .....                                                                                                                             | 111   |
| 6.7.2 Entgleisung unter oder nahe einem Bauwerk und andere Einwirkungen für außergewöhnliche Bemessungssituationen .....                                                                                  | 113   |
| 6.7.3 Andere Einwirkungen .....                                                                                                                                                                           | 113   |
| 6.8 Anwendung der Verkehrslasten auf Eisenbahnbrücken .....                                                                                                                                               | 113   |
| 6.8.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                                                   | 113   |
| 6.8.2 Lastgruppen — charakteristische Werte für mehrteilige Einwirkungen .....                                                                                                                            | 115   |
| 6.8.3 Lastgruppen — andere repräsentative Werte der mehrteiligen Einwirkungen .....                                                                                                                       | 117   |
| 6.8.4 Verkehrslasten für vorübergehende Bemessungssituationen .....                                                                                                                                       | 117   |
| 6.9 Verkehrslasten für Ermüdung .....                                                                                                                                                                     | 117   |
| Anhang A (informativ) Modelle von Sonderfahrzeugen für Straßenbrücken .....                                                                                                                               | 119   |
| A.1 Geltungs- und Anwendungsbereich .....                                                                                                                                                                 | 119   |
| A.2 Basismodelle für Sonderfahrzeuge .....                                                                                                                                                                | 119   |
| A.3 Anwendung der Lastmodelle für Spezialfahrzeuge auf der Fahrbahn .....                                                                                                                                 | 122   |
| Anhang B (informativ) Nachweis der Ermüdungslebensdauer für Straßenbrücken — Berechnungsmethode basierend auf aufgenommenen Verkehrsdaten .....                                                           | 125   |
| Anhang C (normativ) Dynamische Beiwerte $1 + \varphi$ für Betriebszüge .....                                                                                                                              | 129   |
| Anhang D (normativ) Grundlagen für die Ermüdungsberechnung von Eisenbahnbrücken .....                                                                                                                     | 131   |
| D.1 Annahmen für Ermüdungseinwirkungen .....                                                                                                                                                              | 131   |
| D.2 Allgemeines Bemessungsverfahren .....                                                                                                                                                                 | 132   |
| D.3 Zugtypen für Ermüdungsberechnung .....                                                                                                                                                                | 132   |
| Anhang E (informativ) Gültigkeitsgrenzen des Lastmodells HSLM und Auswahl des kritischen Modellzugs des HSLM-A .....                                                                                      | 138   |
| E.1 Gültigkeitsgrenzen des Lastmodells HSLM .....                                                                                                                                                         | 138   |
| E.2 Auswahl eines kritischen Modellzugs aus HSLM-A .....                                                                                                                                                  | 140   |
| Anhang F (informativ) Kriterien, die bei Verzicht auf eine dynamische Berechnung zu erfüllen sind .....                                                                                                   | 147   |
| Anhang G (informativ) Verfahren zur Bestimmung der gemeinsamen Antwort von Bauwerk und Gleis auf veränderliche Einwirkungen .....                                                                         | 153   |
| G.1 Einleitung .....                                                                                                                                                                                      | 153   |
| G.2 Gültigkeitsgrenzen des Berechnungsverfahrens .....                                                                                                                                                    | 153   |
| G.3 Bauwerke bestehend aus einem Überbau .....                                                                                                                                                            | 154   |
| G.4 Bauwerke mit einer Folge von Überbauten .....                                                                                                                                                         | 161   |
| Anhang H (informativ) Lastmodelle für Eisenbahnverkehrslasten für vorübergehende Bemessungssituationen .....                                                                                              | 163   |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN 1991-2:2003 + AC:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens März 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis **AC** März 2010 **AC** zurückgezogen werden.

Diese europäische Norm ersetzt die europäische Norm ENV 1991-3:1995.

Das Technische Komitee CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

**AC** Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern. **AC**

## Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Normen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und diese schließlich ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerungskomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Eurocode-Generation in den 80er-Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes über eine Reihe von Mandaten dem CEN zu übertragen, damit diese den Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Grundlage war eine Vereinbarung<sup>1)</sup> zwischen der Kommission und CEN. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

---

1) Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken.

Das Eurocode-Programm umfaßt die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

|         |             |                                                                 |
|---------|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| EN 1990 | Eurocode:   | Grundlagen der Tragwerksplanung                                 |
| EN 1991 | Eurocode 1: | Einwirkungen auf Tragwerke                                      |
| EN 1992 | Eurocode 2: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten          |
| EN 1993 | Eurocode 3: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten               |
| EN 1994 | Eurocode 4: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten |
| EN 1995 | Eurocode 5: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten                |
| EN 1996 | Eurocode 6: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten          |
| EN 1997 | Eurocode 7: | Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik             |
| EN 1998 | Eurocode 8: | Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben                          |
| EN 1999 | Eurocode 9: | Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen   |

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortlichkeit der Bauaufsichtsorgane in den Mitgliedsländern und haben deren Recht zur nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte berücksichtigt, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich bleiben können.

### **Status und Gültigkeit der Eurocodes**

Die Mitgliedsländer der EU und von EFTA betrachten die Eurocodes als Bezugsdokumente für folgende Zwecke:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung der Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr 1: Mechanischer Widerstand und Stabilität und der wesentlichen Anforderung Nr 2: Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter, technischer Spezifikationen für Bauprodukte (EN's und ETA's).

Die Eurocodes haben, soweit sie sich auf Bauwerke beziehen, eine direkte Beziehung zu den Grundlagendokumenten<sup>2)</sup>, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art sind als die harmonisierten Produktnormen<sup>3)</sup>.

Daher sind die technischen Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees vom CEN und den Arbeitsgruppen von EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese Produktnormen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern Regelungen für den Entwurf, die Berechnung und Bemessung von kompletten Tragwerken und Baukomponenten, die sich für die tägliche Anwendung eignen. Sie gehen auf traditionelle Bauweisen und Aspekte innovativer Anwendungen ein, liefern aber keine vollständigen Regelungen für ungewöhnliche Baulösungen und Entwurfsbedingungen, wofür Spezialistenbeiträge erforderlich sein können.

### **Nationale Fassungen der Eurocodes**

Die Nationale Fassung eines Eurocodes enthält den vollständigen Text des Eurocodes (einschließlich aller Anhänge), so wie vom CEN veröffentlicht, mit möglicherweise einer nationalen Titelseite und einem nationalen Vorwort sowie einem Nationalen Anhang.

Der Nationale Anhang darf nur Hinweise zu den Parametern geben, die im Eurocode für nationale Entscheidungen offengelassen wurden. Diese national festzulegenden Parameter (NDP) gelten für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauten in dem Land, indem sie erstellt werden. Sie umfassen:

- Zahlenwerte und/oder Klassen, wo die Eurocodes Alternativen eröffnen,
- Zahlenwerte, wo die Eurocodes nur Symbole angeben,
- landesspezifische, geographische und klimatische Daten, die nur für ein Mitgliedsland gelten, z.B. Schneekarten,
- Vorgehensweise, wenn die Eurocodes mehrere Vorgehensweisen zur Wahl anbieten.

Des weiteren dürfen enthalten sein:

- Entscheidungen über die Anwendung der informativen Anhänge,
- Verweise zu ergänzenden, nicht sich widersprechenden Informationen, die dem Anwender bei der Benutzung des Eurocodes helfen.

---

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Angaben in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter Europäischer Normen und Richtlinien für die Europäische Zulassungen selbst zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument

- a) die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, indem die Begriffe und soweit erforderlich die technische Grundlagen für Klassen und Anforderungshöhen vereinheitlicht werden,
- b) Methoden zur Verbindung dieser Klasse oder Anforderungshöhen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Testverfahren, Entwurfsregeln,
- c) als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen.

Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr .2.

## Beziehung zwischen den Eurocodes und den harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs)

Es besteht die Notwendigkeit, daß die harmonisierten Technischen Spezifikationen für Bauprodukte und die technischen Regelungen für die Tragwerksplanung<sup>4)</sup> konsistent sind. Weiterhin sollten die Hinweise, die mit den CE-Zeichen an den Bauprodukten verbunden sind, die die Eurocodes in Bezug nehmen, klar erkennen lassen, welche national festzulegenden Parameter (NDP) zugrunde liegen.

### Zusätzliche Informationen besonders für EN 1991-2

Der Teil 2 der EN 1991 definiert Verkehrslastmodelle für Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken. Für die Bemessung neuer Brückentragwerke sollte die EN 1991-2 zusammen mit den Eurocodes EN 1990 bis EN 1999 angewendet werden.

Die Grundlagen für die Kombination von Verkehrslasten mit nicht aus dem Verkehr resultierenden Lasten sind im Anhang A2 der EN 1990 angegeben.

Ergänzende Regelungen dürfen für Einzelprojekte festgelegt werden:

- wenn Verkehrslasten zu berücksichtigen sind, die nicht in diesem Teil des Eurocodes 1 definiert sind (z. B. Baustellenlasten, Militärlasten, Straßenbahnlasten);
- für Brücken mit gleichzeitigem Straßen- und Eisenbahnverkehr ;
- wenn außergewöhnliche Einwirkungen bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion zu berücksichtigen sind;
- für Bogenbrücken aus Mauerwerk.

Für Straßenbrücken wurden die in 4.3.2 und 4.3.3 definierten Lastmodelle 1 und 2 aufgestellt, die, mit den Anpassungsfaktoren  $\alpha = 1$  und  $\beta = 1$ , den auf den Hauptstrecken der europäischen Länder vorhandenen oder zu erwartenden schweren Verkehr berücksichtigen. Sonderfahrzeuge benötigen eine Erlaubnis um auf den Hauptstrecken der europäischen Länder zu fahren. Der Verkehr auf anderen Strecken in diesen und gewissen anderen Ländern kann beträchtlich geringer sein oder er kann besser kontrolliert werden. Jedoch sollte berücksichtigt werden, daß eine große Anzahl vorhandener Brücken die Anforderungen dieser Norm und der zugehörigen Normen für Entwurf, Berechnung und Bemessung EN 1992 bis EN 1999 nicht erfüllen.

Den Nationalen Behörden wird daher empfohlen, die Werte für die Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$  bei Entwurf, Bemessung und Konstruktion entsprechend den verschiedenen Straßenklassen festzulegen. Die Klassifizierung sollte so gering und einfach wie möglich sein und auf den nationalen Verkehrsvorschriften sowie deren zugehörigen Kontrollen basieren.

Für Eisenbahnbrücken stellt das in 6.3.2 definierte Lastmodell 71 (zusammen mit dem Lastmodell SW/0 für Durchlaufträger) den statischen Anteil des normalen Eisenbahnverkehrs über Gleise mit Normal- oder Breitspur des europäischen Hauptstreckennetzes dar. Das Lastmodell SW/2, festgelegt in 6.3.3, stellt den statischen Anteil des schweren Eisenbahnverkehrs dar. Im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt sind die Strecken oder Streckenbereiche festzulegen, für die diese Lasten zu berücksichtigen sind.

Vorkehrungen zur Variation der festgelegten Belastungen wurden sowohl im Hinblick auf Art, Volumen und Maximalgewicht des Verkehrs auf unterschiedlichen Bahnen als auch hinsichtlich der unterschiedlichen Qualität der Gleise getroffen. Die charakteristischen Werte für die Lastmodelle 71 und SW/0 dürfen für Strecken mit Verkehr, der schwerer oder leichter als in der Norm festgelegt ist, mit einem Faktor  $\alpha$ , der im Nationalen Anhang festzulegen ist, multipliziert werden.

---

4) Siehe Art. 3.3 und Art. 12 der Bauproduktenrichtlinie, ebenso wie die Abschnitte 4.2, 4.3.1, 4.3.2, und 5.2 des Grundlagendokumentes Nr 1.

Zusätzlich sind zwei weitere Lastmodelle für Eisenbahnbrücken angegeben:

- Lastmodell „unbelasteter Zug“ zur Prüfung der seitlichen Stabilität von eingleisigen Brücken und
- Hochgeschwindigkeitslastmodell HSLM für Personenzügen, die eine Geschwindigkeit von 200 km/h überschreiten.

Es werden auch Hinweise für an Bahnstrecken angrenzende Bauwerke gegeben, die durch aerodynamische Einwirkungen beansprucht werden, die aus dem Vorbeifahren des Zugs resultieren, sowie für andere Einwirkungen, die sich aus den Betriebseinrichtungen der Eisenbahn ergeben.

Brücken sind im wesentlichen Bauwerke der öffentlichen Hand, für die:

- die Baukoordinierungsrichtlinie 89/440/EWG maßgebend ist und
- die öffentliche Hand als Eigentümer verantwortlich ist.

Zusätzlich tragen die Behörden die Verantwortung für die Herausgabe von Regelwerken für den zugelassenen Verkehr (insbesondere bezüglich der Fahrzeuggewichte) sowie für die Ausstellung und Überprüfung von Ausnahmegenehmigungen, z. B. für Sonderfahrzeuge.

EN 1991-2 ist für folgende Nutzungen gedacht:

- Gremien, die Normen für die Tragwerksplanung und damit verbundene Produktnormen, Prüfnormen und Ausführungsnormen bearbeiten,
- Bauherren (die z. B. besondere Anforderungen an die Zuverlässigkeit oder Dauerhaftigkeit spezifizieren wollen),
- Planer oder Vertragsparteien,
- die Bauaufsicht und öffentliche Auftraggeber.

Wenn eine Tabelle oder eine Zeichnung Bestandteil einer Anmerkung ist, werden diese mit einer zusätzlichen Bezeichnung (n) versehen (z. B. Tabelle 4.5 (n)).

## **Nationaler Anhang für EN 1991-2**

Diese Norm enthält alternative Methoden und Werte sowie Empfehlungen für Klassen mit Hinweisen, an welchen Stellen nationale Festlegungen getroffen werden. Dazu sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1991-2 einen nationalen Anhang mit den national festgelegten Parametern erhalten, mit dem die Tragwerksplanung von Brücken, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, möglich ist.

Nationale Festlegungen und projektbezogene Festlegungen sind in den folgenden Regelungen der EN 1991-2 festgelegt:

| <b>1 Allgemeines</b> |                                                                          |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1.1 (3)              | Ergänzende Regelungen für Stützwände, unterirdische Tragwerke und Tunnel |

| <b>2 Einteilung der Einwirkungen</b> |                                                                   |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 2.2 (2)<br>ANMERKUNG 2               | Anwendung von nicht häufigen Werten für Lasten von Straßenbrücken |
| 2.3 (1)                              | Definition von geeigneten Schutzmaßnahmen gegen Anprall           |
| 2.3 (4)                              | Regelungen für Anpralllasten mit verschiedenen Ursachen           |

| 3 Bemessungssituationen |                                                                                                 |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (5)                     | Regelungen für Brücken, die gleichzeitig durch Eisenbahn- und Straßenverkehr beansprucht werden |

| 4 Straßenverkehr und andere Einwirkungen, besonders für Straßenbrücken |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 4.1 (1)<br>ANMERKUNG 2                                                 | Einwirkungen aus Straßenverkehr für Belastungslängen größer als 200m  |
| 4.1 (2)<br>ANMERKUNG 1                                                 | Spezielle Lastmodelle für Brücken mit Begrenzung der Fahrzeuggewichte |
| 4.2.1 (1)<br>ANMERKUNG 2                                               | Definition von ergänzenden Lastmodellen                               |
| 4.2.1 (2)                                                              | Definition von Modellen für Sonderfahrzeuge                           |
| 4.2.3 (1)                                                              | Übliche Höhe von Schrammborden                                        |
| 4.3.1 (2)<br>ANMERKUNG 2                                               | Benutzung von LM2                                                     |
| 4.3.2 (3)<br>ANMERKUNG 1<br>und<br>ANMERKUNG 2                         | Werte für $\alpha$ Faktoren                                           |
| 4.3.2 (6)                                                              | Benutzen von vereinfachten alternativen Lastmodellen                  |
| 4.3.3 (2)                                                              | Werte für $\beta$ Faktoren                                            |
| 4.3.3 (4)<br>ANMERKUNG 2                                               | Auswahl der Reifenkontaktfläche für LM2                               |
| 4.3.4 (1)                                                              | Definition des Lastmodells 3 (Sonderfahrzeuge)                        |
| 4.4.1 (2)<br>ANMERKUNG 2                                               | Obere Grenze für Bremskräfte auf Straßenbrücken                       |
| <b>AC</b> gestrichener Text <b>AC</b>                                  |                                                                       |
| 4.4.1 (3)                                                              | Horizontalkräfte in Verbindung mit LM3                                |
| 4.4.1 (6)                                                              | Bremskräfte übertragen durch Fahrbahnübergänge                        |
| 4.4.2 (4)                                                              | Seitenkräfte auf Überbauten von Straßenbrücken                        |
| 4.5.1 –<br>Tabelle 4.4a<br>ANMERKUNGEN<br>a) u. b)                     | Berücksichtigung von Horizontalkräften in gr1a                        |
| <b>AC</b> 4.5.2 (1) <b>AC</b><br>ANMERKUNG 3                           | Benutzung von nicht häufigen Werten für veränderliche Einwirkungen    |
| 4.6.1 (2)<br>ANMERKUNG 2<br><b>AC</b> und<br>ANMERKUNG 4 <b>AC</b>     | Zur Benutzung der Ermüdungslastmodelle                                |
| 4.6.1 (3)<br>ANMERKUNG 1                                               | Definition der Verkehrskategorien                                     |
| 4.6.1 (6)                                                              | Definition von zusätzlichen Vergrößerungsfaktoren (Ermüdung)          |

|                            |                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 4.6.4 (3)                  | Anpassen des Ermüdungslastmodells 3                                              |
| 4.6.5 (1)<br>ANMERKUNG 2   | Eigenschaften des Straßenverkehrs für die Benutzung des Ermüdungslastmodells 4   |
| 4.6.6 (1)                  | Benutzung des Ermüdungslastmodells 5                                             |
| 4.7.2.1 (1)                | Definition der Anprallkraft und Angriffshöhe der Anprallkraft                    |
| 4.7.2.2 (1)                | Definition der Anprallkraft am Überbau                                           |
| 4.7.3.3 (1)<br>ANMERKUNG 1 | Definition der Anprallkräfte bei Fahrzeugrückhaltesystemen                       |
| 4.7.3.3 (1)<br>ANMERKUNG 3 | Definition der Vertikalkräfte, die gleichzeitig mit den Horizontalkräften wirken |
| 4.7.3.3 (2)                | Bemessungslast für die das Fahrzeugrückhaltesystem tragende Konstruktion         |
| 4.7.3.4 (1)                | Definition der Anprallkräfte von ungeschützten vertikalen Tragwerksteilen        |
| 4.8 (1)<br>ANMERKUNG 2     | Definition der Einwirkungen auf Geländer                                         |
| 4.8 (3)                    | Definition der Bemessungslasten für die das Geländer tragende Konstruktion       |
| 4.9.1 (1)<br>ANMERKUNG 1   | Definition des Lastmodells für Hinterfüllungen                                   |

| <b>5 Einwirkungen auf Fußgängerwege Radwege und Fußgängerbrücken</b> |                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.2.3 (2)                                                            | Definition des Lastmodells für Dienstwege                                                                 |
| 5.3.2.1 (1)                                                          | Definition der charakteristischen Werte der gleichmäßig verteilten Last                                   |
| 5.3.2.2 (1)                                                          | Definition der charakteristischen Werte für die konzentrierte Last auf Fußgängerbrücken                   |
| 5.3.2.3 (1)P<br>ANMERKUNG 1                                          | Definition der Dienstfahrzeuge auf Fußgängerbrücken                                                       |
| 5.4 (2)                                                              | Charakteristischer Wert der Horizontalkraft auf Fußgängerbrücken                                          |
| 5.6.1 (1)                                                            | Definition von speziellen Anpralllasten                                                                   |
| 5.6.2.1 (1)                                                          | Anpralllasten auf Pfeilern                                                                                |
| 5.6.2.2 (1)                                                          | Anpralllasten auf Überbauten                                                                              |
| 5.6.3 (2)<br>ANMERKUNG 2                                             | Definition des Lastmodells für das außergewöhnliche Vorhandensein eines Fahrzeugs auf der Fußgängerbrücke |
| 5.7 (3)                                                              | Definition von dynamischen Modellen für Fußgängerbrücken                                                  |

| <b>6 Einwirkungen aus Eisenbahnverkehr und andere für Eisenbahnbrücken typische Einwirkungen</b> |                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 6.1 (2)                                                                                          | Verkehr außerhalb des Gültigkeitsbereichs von EN1991-2, Alternative Lastmodelle |
| 6.1 (3)P                                                                                         | Andere Eisenbahntypen                                                           |
| 6.1 (7)                                                                                          | Hilfsbrücken                                                                    |

|                                             |                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2 (3)P                                  | Werte der $\alpha$ -Faktoren                                                              |
| 6.3.3 (4)P                                  | Wahl der Strecken für schweren Eisenbahnverkehr                                           |
| 6.4.4                                       | Alternative Anforderungen für eine dynamische Berechnung                                  |
| 6.4.5.2 (3)P                                | Wahl der dynamischen Beiwerte                                                             |
| 6.4.5.3 (1)                                 | Alternative Werte für maßgebende Länge                                                    |
| 6.4.5.3<br>Tabelle 6.2                      | Maßgebende Länge von Trägern                                                              |
| 6.4.6.1.1 (6)                               | Zusätzliche Anforderungen für die Anwendung von HSLM                                      |
| 6.4.6.1.1 (7)                               | Belastung und Methode für dynamische Berechnungen                                         |
| 6.4.6.1.2 (3)<br>Tabelle 6.5                | Zusätzliche Lastfälle in Abhängigkeit der Anzahl der Gleise                               |
| 6.4.6.3.1 (3)<br>Tabelle 6.6                | Dämpfungswerte                                                                            |
| 6.4.6.3.2 (3)                               | Alternative Werte für die Dichte von Materialien                                          |
| 6.4.6.3.3 (3)<br>ANMERKUNG 1<br>ANMERKUNG 2 | Verbesserter E-Modul,<br>andere Materialeigenschaften                                     |
| 6.4.6.4 (4)                                 | Verkleinerung der Spitzenwerte im Resonanzfall und zusätzliche alternative Dämpfungswerte |
| 6.4.6.4 (5)                                 | Erlaubnis für Gleisfehler und Fahrzeugunregelmäßigkeiten                                  |
| 6.5.1 (2)                                   | Vergrößern der vertikalen Schwerpunktlage für Fliehkräfte                                 |
| 6.5.3 (5)                                   | Einwirkungen durch Bremsen für Belastungslängen größer als 300m                           |
| 6.5.3 (9)P                                  | Alternative Anforderungen für die Verwendung der Anfahr- und Bremskräfte                  |
| 6.5.4.1 (5)                                 | Kombinierte Antwort von Tragwerk und Gleise, Anforderungen für Feste Fahrbahn             |
| 6.5.4.3 (2)<br>ANMERKUNG 1<br>ANMERKUNG 2   | Alternative Anforderungen für die Anwendung von Temperatur-differenzen                    |
| 6.5.4.4 (2)<br>ANMERKUNG 1                  | Längsverschiebewiderstand zwischen den Gleisen und dem Brückenüberbau                     |
| 6.5.4.5                                     | Alternative Bemessungskriterien                                                           |
| 6.5.4.5.1 (2)                               | Kleinster Wert des Gleisradius                                                            |
| 6.5.4.5.1 (2)                               | Grenzwert für Schienenspannung                                                            |
| 6.5.4.6                                     | Alternative Berechnungsverfahren                                                          |
| 6.5.4.6.1 (1)                               | Alternative Eigenschaften für vereinfachte Berechnungsverfahren                           |
| 6.5.4.6.1 (4)                               | Längsverschiebewiderstand zwischen Gleis und Brückenüberbau                               |
| 6.6.1 (3)                                   | Aerodynamische Einwirkungen, alternative Werte                                            |
| 6.7.1 (2)P                                  | Entgleisung des Schienenverkehrs, zusätzliche Anforderungen                               |

|                             |                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.7.1 (8)P                  | Entgleisung des Schienenverkehrs, Maßnahmen für tragende Elemente, die oberhalb der Schienen angeordnet sind und Anforderungen zum Zurückhalten des Zugs auf dem Tragwerk |
| 6.7.3 (1)P                  | Andere Einwirkungen                                                                                                                                                       |
| 6.8.1 (11)P<br>Tabelle 6.10 | Anzahl der belasteten Gleise, bei Prüfung von Entwässerungsanlagen und Lichtraumprofil                                                                                    |
| 6.8.2 (2)<br>Tabelle 6.11   | Untersuchung der Lastgruppen                                                                                                                                              |
| 6.8.3.1 (1)                 | Häufige Werte von mehrkomponentigen Einwirkungen                                                                                                                          |
| 6.8.3.2 (1)                 | Ständige Werte von mehrkomponentigen Einwirkungen                                                                                                                         |
| 6.9 (6)                     | Ermüdungsmodelle, Lebensdauer des Tragwerks                                                                                                                               |
| 6.9 (7)                     | Ermüdungsmodelle, Sonderverkehr                                                                                                                                           |
| Anhang C (3)P               | Dynamische Beiwerte                                                                                                                                                       |
| Anhang C (3)P               | Dynamische Berechnungsverfahren                                                                                                                                           |
| Anhang D2 (2)               | Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungslasten                                                                                                                                |

## 1 Allgemeines

### 1.1 Anwendungsbereich

(1) EN 1991-2 definiert Nutzlasten (Modelle und repräsentative Werte) in Verbindung mit Straßenverkehr, Einwirkungen durch Fußgänger und Schienenverkehr. Diese Nutzlasten beinhalten, falls notwendig, dynamische Einflüsse und Fliehkräfte, Einwirkungen resultierend aus Bremsen und Anfahren sowie Einwirkungen für außergewöhnliche Bemessungssituationen.

(2) Die in der EN 1991-2 definierten Nutzlasten sollten bei der Bemessung neuer Brücken, einschließlich Pfeiler, Widerlager, Flügelwände, usw. und ihrer Gründungen angewendet werden.

(3) Die in der EN 1991-2 angegebenen Lastmodelle und Werte sollten bei der Bemessung von an Straßen- und Eisenbahnstrecken angrenzenden Stützwänden angewendet werden.

ANMERKUNG Nur für einige Modelle werden in der EN 1991-2 Anwendungsbedingungen definiert. Für die Bemessung von unterirdischen Tragwerken, Stützmauern und Tunnels können andere als in EN 1990 bis EN 1999 angegebene Vorschriften notwendig sein. Ergänzende Bedingungen dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

(4) Es ist beabsichtigt, daß EN 1991-2 zusammen mit der EN 1990 (besonders Anhang A2) und den Normen EN 1991 bis EN 1999 angewendet wird.

(5) Abschnitt 1 enthält Definitionen und Symbole.

(6) In Abschnitt 2 sind Grundsätze für die Belastung von Straßenbrücken, Fußgängerbrücke (oder Radwegbrücken) sowie für Eisenbahnbrücken angegeben.

(7) Abschnitt 3 behandelt Bemessungssituationen und gibt Hinweise bezüglich der gleichzeitigen Berücksichtigung von Verkehrslastmodellen sowie zu der Kombination mit nicht aus Verkehr resultierenden Lasten.

(8) In Abschnitt 4 sind festgelegt:

- Nutzlasten (Modelle und repräsentative Werte) infolge der Verkehrseinwirkungen auf Straßenbrücken, einschließlich der Bedingungen zu ihrer gegenseitigen Berücksichtigung sowie zur Kombination mit Fußgänger- und Radfahrverkehr (siehe Abschnitt 5),
- weitere besondere Einwirkungen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Straßenbrücken.

(9) In Abschnitt 5 sind festgelegt :

- Nutzlasten (Modelle und repräsentative Werte) auf Fußgänger- und Radwegen sowie für Fußgängerbrücken,
- weitere besondere Einwirkungen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Fußgängerbrücken.

(10) Abschnitt 4 und 5 definiert auch die Lasten, die durch Fahrzeugrückhaltesysteme und Geländern in das Tragwerk eingeleitet werden.

(11) Abschnitt 6 definiert :

- Einwirkungen auf Eisenbahnbrücken aus dem Zugverkehr,
- weitere besondere Einwirkungen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Eisenbahnbrücken und an die Eisenbahn angrenzende Bauwerke.

## 1.2 Normative Verweise

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1317-1, *Rückhaltesysteme an Straßen — Teil 1: Terminologie und allgemeine Kriterien für Prüfverfahren*

EN 1317-2, *Rückhaltesysteme an Straßen — Teil 2: Schutzeinrichtungen; Leistungsklassen, Abnahmekriterien für Anprallprüfungen und Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen*

EN 1317-6, *Rückhaltesysteme an Straßen — Teil 6: Fußgängerrückhaltesysteme, Brückengeländer*

ANMERKUNG Die Eurocodes wurden als europäische Vornorm veröffentlicht. Die folgenden bereits veröffentlichten oder in Bearbeitung befindlichen Vornormen werden in den normativen Abschnitten oder in Anmerkungen zu den normativen Abschnitten zitiert.

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen — Wichten, Eigenlasten, Nutzlasten für Gebäude*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

prEN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

prEN 1991-1-5, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen — Thermische Einwirkungen*

prEN 1991-1-6, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen — Einwirkungen während der Bauausführung*

prEN 1991-1-7, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen — Außergewöhnliche Einwirkungen*

EN 1992, *Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten*

EN 1993, *Eurocode 3: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten*

EN 1994, *Eurocode 4: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten*

EN 1995, *Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten*

EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 1999, *Eurocode 9: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminium-konstruktionen*

## 1.3 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln

(1) Abhängig vom Charakter der einzelnen Absätze wird in EN 1991-2 nach Prinzipien und Anwendungsregeln unterschieden.

(2) Die Prinzipien enthalten:

- allgemeine Bestimmungen und Begriffsbestimmungen, die immer gelten ;
- Anforderungen und Rechenmodelle, die immer gültig sind, soweit auf die Möglichkeit von Alternativen nicht ausdrücklich hingewiesen wird.

(3) Die Prinzipien werden durch den Buchstaben P nach der Absatznummer gekennzeichnet.

(4) Die Anwendungsregeln sind allgemein anerkannte Regeln, die den Prinzipien folgen und deren Anforderungen erfüllen.

(5) Von der EN 1991-2 abweichende Anwendungsregeln sind zulässig, wenn vom Aufsteller nachgewiesen werden kann, daß sie mit den maßgebenden Prinzipien übereinstimmen und im Hinblick auf die Bemessungsergebnisse bezüglich der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, die bei Anwendung der Eurocodes erwartet werden, mindestens gleichwertig sind.

ANMERKUNG Wird bei dem Entwurf eine abweichende Anwendungsregel verwendet, kann keine vollständige Übereinstimmung mit EN 1991-2 erklärt werden, auch wenn die abweichende Anwendungsregel den Prinzipien in EN 1990 entspricht. Wird EN 1991-2 für eine Eigenschaft in Anhang Z einer Produktnorm oder einer ETAG<sup>5)</sup> verwendet, so kann die Anwendung einer abweichenden Anwendungsregel möglicherweise das CE-Zeichen ausschließen.

(6) In EN 1991-2 werden die Anwendungsregeln durch Absatznummern in Klammern, z. B. wie für diesen Absatz, gekennzeichnet

## **1.4 Begriffe**

ANMERKUNG 1 Zur Anwendung dieser europäischen Norm werden die allgemeinen Definitionen in EN 1990 bereitgestellt. Zusätzliche Definitionen, die speziell für diesen Teil gültig sind, werden nachfolgend aufgeführt.

ANMERKUNG 2 Begriffe für Rückhaltesysteme an Straßen werden aus der EN 1317-1 abgeleitet.

### **1.4.1 Harmonisierte Begriffsbestimmungen und allgemeine Begriffe**

#### **1.4.1.1**

##### **Überbau**

durch Verkehrslasten beanspruchter Teil einer Brücke oberhalb von Pfeilern, Widerlagern und anderen Wänden; Pylone nicht eingeschlossen

#### **1.4.1.2**

##### **Rückhaltesysteme an Straßen**

allgemeine Bezeichnung für ein Fahrzeug- und Fußgängerrückhaltesystem an Straßen

ANMERKUNG Rückhaltesysteme an Straßen können, entsprechend der Anwendung, sein:

- dauernd (befestigt) oder temporär (demontierbar, d. h. sie sind abbaubar und werden bei zeitlich begrenzten Straßenbauarbeiten, Unfällen oder ähnlichen Gegebenheiten eingesetzt),
- verformbar oder starr,
- einseitig begrenzend (sie können Anprall nur von einer Seite her aufnehmen) oder beidseitig begrenzend (sie können beidseitig Anprall aufnehmen).

#### **1.4.1.3**

##### **Schutteinrichtung**

ein Fahrzeug-Rückhaltesystem, das längsseits einer Straße oder im Mittelstreifen errichtet wird

---

5) ETAG : European Technical Approval Guideline

#### 1.4.1.4

##### **Schutzeinrichtung für Fahrzeuge**

eine Schutzeinrichtung, die am Rand einer Brücke oder an einer Stützmauer oder einer vergleichbaren Konstruktion errichtet wird, an der sich ein plötzlicher Geländeabfall befindet, und die zusätzliche Schutz- und Rückhaltesysteme für Fußgänger oder andere Straßenbenutzer beinhalten kann

#### 1.4.1.5

##### **Fußgänger-Rückhaltesystem**

ein System, das errichtet wird, um Fußgänger zurückzuhalten und zu leiten

#### 1.4.1.6

##### **Brüstung für Fußgänger**

ein für Fußgänger oder für andere Straßenbenutzer errichtetes Rückhaltesystem entlang einer Brücke oder auf einer Stützmauer oder ähnlichen Konstruktionen, das nicht als Fahrzeug-Rückhaltesystem dient

#### 1.4.1.7

##### **Gehweggeländer**

ein Rückhaltesystem für Fußgänger oder „andere Straßenbenutzer“ längsseits des Randes eines Fußwegs oder -pfads, das Fußgänger oder andere Straßenbenutzer davon abhalten soll, eine Fahrbahn oder andere, möglicherweise gefährliche Flächen zu betreten oder zu überqueren

ANMERKUNG „Andere Straßenbenutzer“ darf Vorkehrungen für Reiter, Radfahrer und freilaufendes Vieh einschließen.

#### 1.4.1.8

##### **Lärmschutzwand**

eine Lärmschutzwand ist eine Abschirmung zur Verminderung der Geräuschausbreitung

#### 1.4.1.9

##### **Besichtigungssteg**

ein Besichtigungssteg ist ein dauerhafter Zugang für die Inspektion, der nicht für den öffentlichen Verkehr freigegeben ist

#### 1.4.1.10

##### **Besichtigungswagen**

von der Brücke getrennter Teil einer Besichtigungseinrichtung, der der Prüfung und Überwachung dient

#### 1.4.1.11

##### **Fußgängerbrücke**

eine Fußgängerbrücke ist eine hauptsächlich dem Fußgänger- und/oder Radfahrverkehr dienende Brücke, auf der weder normaler Kraftfahrzeugverkehr noch Eisenbahnverkehr zulässig ist

### 1.4.2 Begriffsbestimmungen speziell für Straßenbrücken

#### 1.4.2.1

##### **Fahrbahn**

die Fahrbahn ist (im Hinblick auf die Anwendung von Abschnitt 4 und 5) definiert als Teil der auf einem Einzelbauwerk (Überbau, Pfeiler usw.) befindlichen Straßenfläche, der alle physikalisch vorhandenen Fahrstreifen (d. h. sie können auf der Straßenoberfläche markiert sein), Standstreifen, Bankette und Markierungsstreifen umfasst, siehe 4.2.3 (1)

#### 1.4.2.2

##### **Standstreifen**

ein Standstreifen ist ein Streifen, der an den äußersten Fahrstreifen angrenzt und nur in Notfällen oder bei Behinderung als Fahrstreifen benutzt wird

#### 1.4.2.3

##### **Bankett**

ein Bankett ist ein Streifen zwischen Fahrstreifen und Schutzeinrichtungen mit einer Breite von weniger oder gleich 2 m

#### 1.4.2.4

##### **Mittelstreifen**

Fläche zur Abtrennung der beiden Richtungsfahrbahnen. In der Regel umfaßt er einen mittleren Streifen und seitliche Bankette, die von dem mittleren Streifen durch Schutzeinrichtungen getrennt sind

#### 1.4.2.5

##### **rechnerischer Fahrstreifen**

ein rechnerischer Fahrstreifen ist ein Streifen der Fahrbahn, parallel zu einer Fahrbahnseite, der nach Abschnitt 4 ein Verkehrsband aufnimmt

#### 1.4.2.6

##### **Restfläche**

falls vorhanden, ist die Restfläche die Differenz zwischen der Gesamtfläche der Fahrbahn und der Summe der Fläche der rechnerischen Fahrstreifen (siehe Bild. 4.1)

#### 1.4.2.7

##### **Doppelachslast**

eine Doppelachslast ist eine Anordnung von zwei hintereinander liegenden Achsen, die als gleichzeitig belastet angesehen werden

#### 1.4.2.8

##### **Sondertransportlasten**

Fahrzeuglasten, die nicht ohne behördliche Erlaubnis auf einer Strecke verkehren dürfen

### 1.4.3 Begriffsbestimmungen speziell für Eisenbahnbrücken

#### 1.4.3.1

##### **Gleise**

die Gleise umfassen Schienen und Schwellen. Sie liegen auf einem Schotterbett oder sind direkt mit dem Brückenüberbau verbunden. Die Gleise können mit Schienenausläufen an einer oder beiden Seiten des Überbaus versehen sein. Die Lage der Gleise und die Dicke des Schotterbettes darf zur Instandhaltung der Gleise während der Nutzungszeit der Brücke verändert werden

#### 1.4.3.2

##### **Dienstgehwege**

Dienstgehwege sind die zwischen Gleisen und Geländern liegenden Streifen entlang der Gleise

#### 1.4.3.3

##### **Resonanzgeschwindigkeit**

Verkehrsgeschwindigkeit bei der die Frequenz der Belastung (oder ein vielfaches davon) mit der Eigenfrequenz des Bauwerks (oder ein Vielfaches davon) übereinstimmt

#### 1.4.3.4

##### **häufig auftretende Betriebsgeschwindigkeit**

am häufigsten vor Ort auftretende Geschwindigkeit eines Betriebszugs für ein Einzelprojekt (wird für Ermüdungsuntersuchungen benutzt)

#### 1.4.3.5

##### **örtlich zulässige Geschwindigkeit**

Maximale vor Ort für ein Einzelprojekt festgelegte zulässige Geschwindigkeit des Verkehrs, (allgemein begrenzt durch die Eigenschaften der Infrastruktur oder die Anforderungen an die Betriebssicherheit der Eisenbahn)

#### 1.4.3.6

##### **zulässige Fahrzeughöchstgeschwindigkeit**

zulässige Höchstgeschwindigkeit eines Betriebszugs, die durch die Eigenschaften der Fahrzeuge bestimmt ist und die allgemein unabhängig von der Infrastruktur ist

#### 1.4.3.7

##### **Streckenhöchstgeschwindigkeit**

allgemein die höchste vor Ort vorhandene Streckengeschwindigkeit. Für ein Einzelprojekt darf eine reduzierte Geschwindigkeit festgelegt werden, um die maximal zugelassene Geschwindigkeit von einzelnen Betriebszügen überprüfen zu können

#### 1.4.3.8

##### **Maximale Entwurfgeschwindigkeit**

allgemein  $1,2 \times$  Streckengeschwindigkeit

#### 1.4.3.9

##### **Abnahme Geschwindigkeit**

maximale Geschwindigkeit, die bei einem Versuch für einen neuen Zug benutzt wird, bevor der Zug in den operativen Betrieb genommen wird, sowie für spezielle Tests usw. Im Allgemeinen überschreitet die Geschwindigkeit die zulässige Fahrzeughöchstgeschwindigkeit. Die zugehörigen Anforderungen sind für das Einzelprojekt festzulegen

## 1.5 Symbole und Formelzeichen

Im Sinne dieser europäischen Norm gelten die folgenden Symbole und Formelzeichen:

### 1.5.1 Allgemeine Symbole

ANMERKUNG Symbole die nur an einer Stelle verwendet werden, sind hier nicht nochmals systematisch aufgelistet.

#### *Lateinische Großbuchstaben*

$L$  im allgemeinen die Belastungslänge

#### *Lateinische Kleinbuchstaben*

$g_{ri}$  Gruppe von Lasten,  $i$  ist eine Zahl von 1 bis  $n$

$r$  horizontaler Radius der Gradiente von Fahrbahn oder Gleisen, Abstand zwischen Radlasten, siehe Bild 6.3

### 1.5.2 Symbole speziell für Abschnitt 4 und 5

#### *Lateinische Großbuchstaben*

$Q_{ak}$  charakteristischer Wert einer Einzelachslast (Lastmodell 2) für Straßenbrücken (siehe 4.3.3)

$Q_{flk}$  charakteristische Horizontallast für Fußgängerbrücken

$Q_{fwk}$  charakteristischer Wert einer horizontalen Einzellast (Radlast) für Fußgängerbrücken (siehe 5.3.2.2)

$Q_{ik}$  Größe der charakteristischen Achslast (Lastmodell I) für den rechnerischen Fahrstreifen Nummer  $i$  ( $i = 1, 2 \dots$ ) von Straßenbrücken

$Q_{lk}$  Größe der charakteristischen Längskraft (Brems- und Anfahrkräfte) für Straßenbrücken

$Q_{serv}$  Lastmodell für ein Wartungsfahrzeug bei Fußgängerbrücken

$Q_{tk}$  Größe der charakteristischen Fliehkraft bei Straßenbrücken

|                  |                                             |
|------------------|---------------------------------------------|
| $Q_{\text{trk}}$ | Bremslasten bei Straßenbrücken              |
| $TS$             | Doppelachse bei Lastmodell 1                |
| $UDL$            | gleichmäßig verteilte Last bei Lastmodell 1 |

#### *Lateinische Kleinbuchstaben*

|                 |                                                                                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_h$           | horizontale Eigenfrequenz der Brücke                                                                                                                  |
| $f_v$           | vertikale Eigenfrequenz der Brücke                                                                                                                    |
| $n_1$           | Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen bei Straßenbrücken                                                                                              |
| $q_{\text{eq}}$ | gleichmäßig verteilte Ersatzlast auf Hinterfüllungen (siehe 4.9.1)                                                                                    |
| $q_{\text{fk}}$ | charakteristisch gleichmäßig verteilte Vertikallast auf Gehwegen oder Fußgängerbrücken                                                                |
| $q_{\text{ik}}$ | Höhe der gleichmäßig verteilten vertikalen Belastung (Lastmodell 1) auf rechnerischen Fahrstreifen Nummer $i$ ( $i = 1, 2 \dots$ ) von Straßenbrücken |
| $q_{\text{rk}}$ | Höhe der gleichmäßig verteilten vertikalen Belastung auf der Restfläche der Fahrbahn (Lastmodell 1)                                                   |
| $w$             | Breite der Fahrbahn von Straßenbrücken, einschließlich Standstreifen, Bankette und Markierungen (siehe 4.2.3 (1))                                     |
| $w_1$           | Breite eines rechnerischen Fahrstreifens von Straßenbrücken                                                                                           |

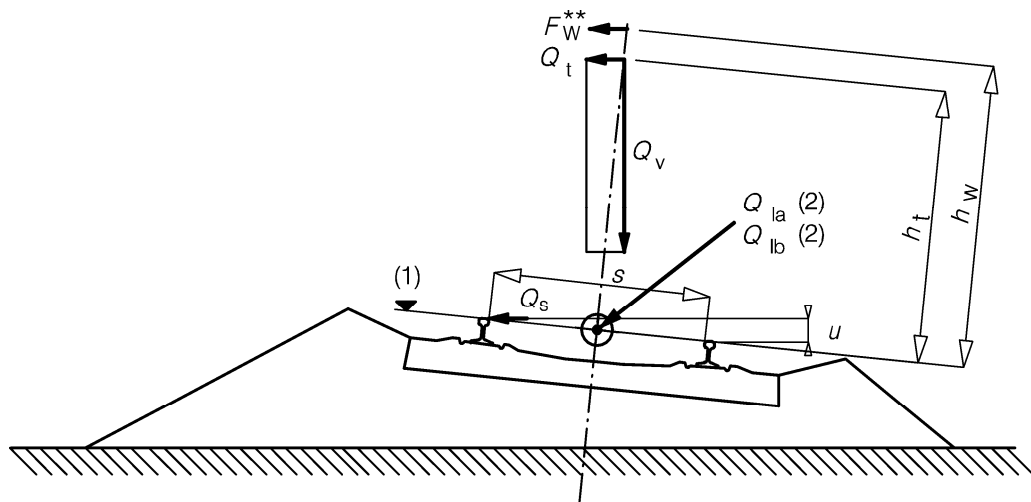
#### *Griechische Großbuchstaben*

|                              |                                                                                                   |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta\varphi_{\text{fat}}$ | zusätzlicher Vergrößerungsfaktor für Ermüdung in der Nähe von Fahrbahnübergängen (siehe 4.6.1(6)) |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### *Griechische Kleinbuchstaben*

|                                          |                                                                                                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha_{\text{Qi}}, \alpha_{\text{qi}}$ | Anpassungsfaktor für einige Lastmodelle, die auf den in 4.3.2 definierten Fahrstreifen $i$ ( $i = 1, 2 \dots$ ) angesetzt werden |
| $\alpha_{\text{qr}}$                     | Anpassungsfaktor für einige Lastmodelle, die auf die in 4.3.2 definierten verbleibenden Restflächen angesetzt werden             |
| $\beta_Q$                                | Anpassungsfaktor für das in 4.3.3 definierte Lastmodell 2                                                                        |
| $\varphi_{\text{fat}}$                   | dynamischer Vergrößerungsfaktor für Ermüdung (siehe Anhang B)                                                                    |

### 1.5.3 Symbole speziell für Abschnitt 6



#### Legende

- (1) Fahrbene
- (2) Längsgerichtete Kräfte, die in der Gleisachse verlaufen

**Bild 1.1 — Bezeichnungen und Abmessungen speziell für Eisenbahnen Bild 1.1**

#### Lateinische Großbuchstaben

|                                 |                                                                                                                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A_{(L/\lambda)} G_{(\lambda)}$ | Aggressivität (siehe Gleichungen E.4 und E.5)                                                                                                 |
| $D$                             | Wagen- oder Fahrzeuglänge                                                                                                                     |
| $D_{IC}$                        | Länge eines Mittelwagens eines Betriebszugs mit einer Achse je Wagen                                                                          |
| $E_{cm}$                        | E-Modul von Beton (Sekantenmodul)                                                                                                             |
| $F_L$                           | Gesamte längsgerichtete Auflagerkraft                                                                                                         |
| $F_{Qk}$                        | Charakteristische längsgerichtete Kraft je Gleis an den Festlagern infolge der Verformungen des Überbaus                                      |
| $F_{Tk}$                        | Längskraft auf ein Festlager resultierend aus Temperatureinwirkungen auf Gleise und Tragwerk                                                  |
| $F_W^{**}$                      | zum Schienenverkehr korrespondierende Windkraft                                                                                               |
| $F_{li}$                        | einzelne längsgerichtete Auflagerreaktion infolge der Einwirkung i                                                                            |
| $G$                             | Eigengewicht (allgemein)                                                                                                                      |
| $H$                             | Höhe zwischen (horizontaler) Drehachse des Festlagers und der oberen Oberfläche des Überbaus (Unterseite des Schotters unter den Bahngleisen) |
| $K$                             | Gesamte Auflagersteifigkeit in Längsrichtung                                                                                                  |
| $K_2$                           | Längsgerichtete Auflagersteifigkeit je Gleis je m, 2E3 kN/m                                                                                   |
| $K_5$                           | Längsgerichtete Auflagersteifigkeit je Gleis je m, 5E3 kN/m                                                                                   |
| $K_{20}$                        | Längsgerichtete Auflagersteifigkeit je Gleis je m, 20E3 kN/m                                                                                  |
| $L$                             | Länge (allgemein)                                                                                                                             |

|              |                                                                                                                                                                                   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $L_T$        | Auszugslänge                                                                                                                                                                      |
| $L_{TP}$     | maximal zulässige Ausbreitungslänge                                                                                                                                               |
| $L_f$        | Einflusslinie des belasteten Teils einer gekrümmten Strecke                                                                                                                       |
| $L_i$        | Einflusslinie                                                                                                                                                                     |
| $L_\phi$     | „maßgebende“ Länge (Länge in Verbindung mit $\phi$ )                                                                                                                              |
| $M$          | Anzahl der Einzellasten in einem Zug                                                                                                                                              |
| $N$          | Anzahl der regelmäßigen sich wiederholenden Wagen oder Fahrzeuge,<br>Anzahl der Achsen, oder<br>Anzahl der gleichen Einzellasten                                                  |
| $P$          | Einzellast,<br>einzelne Achslast                                                                                                                                                  |
| $Q$          | konzentrierte Last oder veränderliche Einwirkung (allgemein)                                                                                                                      |
| $Q_{A1d}$    | Einzellast bei Entgleisungen                                                                                                                                                      |
| $Q_h$        | Horizontalkraft (allgemein)                                                                                                                                                       |
| $Q_k$        | charakteristischer Wert einer konzentrierten Last oder einer veränderlichen Einwirkung (z. B. charakteristischer Wert einer vertikalen Last auf einem nicht öffentlichen Fussweg) |
| $Q_{lak}$    | charakteristischer Wert der Anfahrkraft (Beschleunigen)                                                                                                                           |
| $Q_{lbk}$    | charakteristischer Wert der Bremskraft                                                                                                                                            |
| $Q_r$        | Einwirkungen aus Eisenbahnverkehr (allgemein, z. B. resultierend aus Windeinwirkung und Fliehkräften)                                                                             |
| $Q_{sk}$     | charakteristischer Wert des Seitenstoßes (Schlingerkraft)                                                                                                                         |
| $Q_{tk}$     | charakteristischer Wert der Fliehkraft                                                                                                                                            |
| $Q_v$        | Vertikale Achslast                                                                                                                                                                |
| $Q_{vi}$     | Radlast                                                                                                                                                                           |
| $Q_{vk}$     | charakteristischer Wert der vertikalen Last (konzentrierte Last)                                                                                                                  |
| $\Delta T$   | Temperaturveränderung                                                                                                                                                             |
| $\Delta T_D$ | Temperaturveränderung des Überbaus                                                                                                                                                |
| $\Delta T_N$ | Temperaturveränderung                                                                                                                                                             |
| $\Delta T_R$ | Temperaturveränderung der Schiene                                                                                                                                                 |
| $V$          | Geschwindigkeit, in km/h<br>örtlich zulässige Geschwindigkeit, in km/h                                                                                                            |
| $X_i$        | Länge eines Zugs bestehend aus $i$ -Achsen                                                                                                                                        |

*Lateinische Kleinbuchstaben*

|                        |                                                                                                                                       |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a$                    | Abstand zwischen den Schienenauflagerungen, Länge der Streckenlasten (Lastmodelle SW/0 und SW/2)                                      |
| $a_g$                  | horizontaler Abstand zur Gleisachse                                                                                                   |
| $a'_g$                 | äquivalenter horizontaler Abstand zur Gleisachse                                                                                      |
| $b$                    | Länge der Lastverteilung durch Schwellen und Schotterbett in Längsrichtung                                                            |
| $c$                    | Abstand zwischen Streckenlasten (Lastmodelle SW/0 und SW/2)                                                                           |
| $d$                    | gleichmäßiger Achsabstand von Achsgruppen<br>Abstand der Achsen im Drehgestell<br>Abstand der Einzellasten im Modell HSLM-B           |
| $d_{BA}$               | Abstand der Achsen im Drehgestell                                                                                                     |
| $d_{BS}$               | Abstand der Drehgestellmitten bei aufeinanderfolgenden Drehgestellen                                                                  |
| $e$                    | Exzentrizität bei Vertikallasten, Exzentrizität der resultierenden Einwirkung in der Bezugsebene                                      |
| $e_c$                  | über die Kupplung von zwei einzelnen Zugteilen vorhandener Abstand zwischen zwei angrenzenden Achsen                                  |
| $f$                    | Abminderungsfaktor für Fliehkraft                                                                                                     |
| $f_{ck}, f_{ck, cube}$ | Zylinderdruckfestigkeit / Würfeldruckfestigkeit von Beton                                                                             |
| $g$                    | Erdbeschleunigung                                                                                                                     |
| $h$                    | Höhe (allgemein),<br>Höhe der Überdeckung einschließlich des Schotters oberhalb des Überbaus bis zur Oberkante der Schwellen          |
| $h_g$                  | vertikaler Abstand von der Fahrbene zur Unterseite des Tragwerks                                                                      |
| $h_t$                  | Höhe der Fliehkraft über der Schienenoberkante                                                                                        |
| $h_w$                  | Höhe der Windkraft über der Schienenoberkante                                                                                         |
| $k$                    | Längsverschiebewiderstand der Gleise                                                                                                  |
| $k_1$                  | Formbeiwert für Züge                                                                                                                  |
| $k_2$                  | Multiplikativer Faktor für Druck- und Sogeinwirkung infolge Zugverkehr auf vertikale Oberflächen parallel zu den Gleisen              |
| $k_3$                  | Abminderungsfaktor für Druck-Sogeinwirkungen infolge Zugverkehr auf einfache horizontale Oberflächen neben dem Gleis                  |
| $k_4$                  | Multiplikativer Faktor für Druck- Sogeinwirkungen infolge Zugverkehr auf Oberflächen, die Gleise umschließen (horizontale Einwirkung) |
| $k_5$                  | Multiplikativer Faktor für Druck-Sogeinwirkungen infolge Zugverkehr auf Oberflächen, die Gleise umschließen (vertikale Einwirkungen)  |
| $k_{20}$               | Längsverschiebewiderstand der Gleise, 20kN je m Gleis                                                                                 |
| $k_{40}$               | Längsverschiebewiderstand der Gleise, 40kN je m Gleis                                                                                 |

|                     |                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $k_{60}$            | Längsverschiebewiderstand der Gleise, 60kN je m Gleis                                                                       |
| $n_0$               | Eigenfrequenz der unbelasteten Brücke (Biegung)                                                                             |
| $n_T$               | Eigenfrequenz des Tragwerks (Torsion)                                                                                       |
| $q_{A1d}, q_{A2d}$  | Linienlast für aus Entgleisung resultierenden Lasten                                                                        |
| $q_{fk}$            | charakteristischer Wert der vertikalen Belastung auf nicht öffentlichen Gehwegen (gleichmäßig verteilte Last)               |
| $q_{ik}$            | charakteristischer Wert der gleichmäßig verteilten Ersatzlast für Druck-Sogeinwirkungen infolge Zugverkehr                  |
| $q_{lak}$           | charakteristischer Wert der gleichmäßig verteilten Anfahrkraft                                                              |
| $q_{lbk}$           | charakteristischer Wert der gleichmäßig verteilten Bremskraft                                                               |
| $q_{tk}$            | charakteristischer Wert der gleichmäßig verteilten Fliehkraft                                                               |
| $q_{v1}, q_{v2}$    | Vertikallast (gleichmäßig verteilt)                                                                                         |
| $q_{vk}$            | charakteristischer Wert der Vertikallast ( gleichmäßig verteilte Last)                                                      |
| $r$                 | Gleisbogenradius,<br>Radabstand quer                                                                                        |
| $s$                 | Spurweite                                                                                                                   |
| $u$                 | Überhöhung, relativer vertikaler Abstand zwischen den Oberkanten der beiden Schienen an einer bestimmten Stelle der Strecke |
| $v$                 | Streckenhöchstgeschwindigkeit, in m/s,<br>maximale zugelassene Fahrzeuggeschwindigkeit, in m/s,<br>Geschwindigkeit, in m/s  |
| $v_{DS}$            | maximale Entwurfsgeschwindigkeit, in m/s                                                                                    |
| $v_i$               | Resonanzgeschwindigkeit, in m/s                                                                                             |
| $y_{dyn}, y_{stat}$ | maximale dynamische Tragwerksreaktion und maximale zugehörige statische Tragwerksreaktion an irgendeinem bestimmten Punkt   |

#### *Griechische Großbuchstaben*

|                        |                                                                    |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| $\Theta$               | Endtangentialwinkel des Tragwerks (allgemein)                      |
| $\Phi(\Phi_2, \Phi_3)$ | dynamischer Beiwert für die Eisenbahnlastmodelle 71, SW/0 und SW/2 |

#### *Griechische Kleinbuchstaben*

|          |                                                                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\alpha$ | Lastklassenbeiwert,<br>Geschwindigkeitsbeiwert,<br>linearer Temperatúrausdehnungskoeffizient                |
| $\beta$  | Verhältnis des Abstands zwischen der neutralen Achse und der Oberfläche des Überbaus bezogen auf die Höhe H |

|                                |                                                                                                                                                               |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\delta$                       | Verformung (allgemein),<br>Durchbiegung (vertikal)                                                                                                            |
| $\delta_0$                     | Verformung in Feldmitte infolge ständiger Einwirkungen                                                                                                        |
| $\delta_B$                     | relative Verformung in Längsrichtung am Ende des Überbaus infolge von Anfahren und Bremsen                                                                    |
| $\delta_H$                     | relative Verformung in Längsrichtung am Ende des Überbaus hervorgerufen durch Verformungen des Überbaus                                                       |
| $\delta_h$                     | horizontale Verformung,<br>horizontale Verformungen, hervorgerufen durch in Längsrichtung auftretende Verformungen der Gründungskörper oder Unterkonstruktion |
| $\delta_p$                     | horizontale Verformungen, hervorgerufen durch in Längsrichtung auftretende Verformungen des Unterbaus                                                         |
| $\delta_v$                     | relative vertikale Verformung am Ende des Überbaus                                                                                                            |
| $\delta_\varphi$               | horizontale Verformungen, hervorgerufen durch in Längsrichtung auftretende Verdrehungen der Gründungskörper                                                   |
| $\gamma_{Ff}$                  | Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungslasten                                                                                                                    |
| $\gamma_{Mf}$                  | Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungsfestigkeiten                                                                                                              |
| $\varphi, \varphi', \varphi''$ | dynamischer Beiwert der statischen Last bei Betriebszügen                                                                                                     |
| $\varphi'_{dyn}$               | dynamischer Beiwert der statischen Last bei Betriebszügen bestimmt durch dynamische Berechnungen                                                              |
| $\kappa$                       | Beiwert, der sich auf die Steifigkeit des Widerlagers zum Brückenpfeiler bezieht                                                                              |
| $\lambda$                      | schadensäquivalenter Beiwert für Ermüdung,<br>angeregte Wellenlänge                                                                                           |
| $\lambda_C$                    | kritische Wellenlänge der Erregung                                                                                                                            |
| $\lambda_i$                    | Hauptwellenlänge der Erregung                                                                                                                                 |
| $\lambda_v$                    | Angeregte Wellenlänge bei maximaler Bemessungsgeschwindigkeit                                                                                                 |
| $\rho$                         | Dichte                                                                                                                                                        |
| $\sigma$                       | Spannung                                                                                                                                                      |
| $\sigma_A, \sigma_B, \sigma_M$ | Spannungen auf die Oberfläche des Überbaus infolge Verkehrslasten                                                                                             |
| $\Delta\sigma_{71}$            | Spannungsschwingbreite im Lastmodell 71 (und wo notwendig SW/0)                                                                                               |
| $\Delta\sigma_C$               | Bezugswert für Ermüdungsfestigkeiten                                                                                                                          |
| $\xi$                          | Abminderungsfaktor zur Bestimmung der durch Anfahren und Bremsen, hervorgerufenen Längskräfte an Festlagern von einteiligen Überbauten                        |
| $\zeta$                        | unterer Grenzwert in Prozent der kritischen Dämpfung oder<br>Dämpfungsverhältnis                                                                              |
| $\zeta_{TOTAL}$                | gesamte Dämpfung (%)                                                                                                                                          |
| $\Delta\zeta$                  | zusätzliche Dämpfung (%)                                                                                                                                      |

## 2 Einteilung der Einwirkungen

### 2.1 Allgemeines

(1) Die wesentlichen Einwirkungen aus Verkehr sowie andere für Brücken spezifische Einwirkungen sollten nachstehend nach EN 1990 Abschnitt 4 (4.1.1) klassifiziert werden.

(2) Einwirkungen aus Verkehr auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken bestehen aus veränderlichen und aus außergewöhnlichen Einwirkungen, die durch verschiedene Modelle dargestellt werden.

(3) Alle Einwirkungen aus Verkehr werden als unabhängige Einwirkungen innerhalb der in den Abschnitten 4 bis 6 festgelegten Grenzen angesehen.

(4) Einwirkungen aus Verkehr bestehen aus mehreren Komponenten.

### 2.2 Veränderliche Einwirkungen

(1) Unter normalen Anwendungsbedingungen (z. B. bei Ausschluss jeglicher außergewöhnlicher Bemessungssituationen) sollten Lasten aus Kraftfahrzeugverkehr und aus Fußgängerkehr (falls erforderlich einschließlich dynamischer Erhöhung) als veränderliche Einwirkungen betrachtet werden.

(2) Die verschiedenen repräsentativen Werte sind:

- charakteristische Werte, die entweder auf statistischer Grundlage ermittelt (d. h. aufgrund einer begrenzten Überschreitungswahrscheinlichkeit für eine Brücke während ihrer üblichen Nutzungszeit) oder die nominal festgelegt wurden (siehe EN 1990, 4.1.2 (7)),
- häufige Werte,
- quasi ständige Werte.

ANMERKUNG 1 In Tabelle 2.1 werden Informationen als Grundlage zur Anpassung der wichtigsten Lastmodelle (ausgenommen Ermüdung) für Straßenbrücken und Fußgängerbrücken angegeben. Die Schienenbelastungen und die zugehörigen  $\gamma$ - und  $\psi$ -Faktoren sind unter Verwendung der Methode (a) in Bild C.1 der EN 1990 entwickelt worden.

**Tabelle 2.1 — Grundlagen zur Anpassung der wichtigsten Lastmodelle (Ermüdung ausgenommen)**

| Verkehrs-<br>lastmodell                    | Charakteristische Werte                                                                                                                                                                             | Häufige Werte                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Quasi ständige Werte                                      |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Straßenbrücken</b>                      |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |
| LM1<br>(4.3.2)                             | Wiederkehrperiode<br>1 000 Jahre (oder überstei-<br>gende Zuverlässigkeit von<br>5 % in 50 Jahren) für Ver-<br>kehr auf den Hauptstrecken<br>Europas ( $\alpha$ -Faktoren gleich<br>1, siehe 4.3.2) | Wiederkehrperiode 1<br>Woche für Verkehr auf den<br>Hauptstrecken Europas<br>( $\alpha$ -Faktoren gleich 1, siehe<br>4.3.2)                                                                                                                                                                            | Anpassung nach in<br>EN 1990 angegebenen<br>Definitionen. |
| LM2<br>(4.3.3)                             | Wiederkehrperiode 1000<br>Jahre (oder übersteigende<br>Zuverlässigkeit von 5 % in<br>50 Jahren) für Verkehr auf<br>den Hauptstrecken Europas<br>( $\beta$ -Faktor gleich 1, siehe<br>4.3.3)         | Wiederkehrperiode 1<br>Woche für Verkehr auf den<br>Hauptstrecken Europas<br>( $\beta$ -Faktor gleich 1, siehe<br>4.3.3).                                                                                                                                                                              | nicht maßgebend                                           |
| LM3<br>(4.3.4)                             | Satz von Nominalwerten<br>Die im Anhang A definierten<br>Grundwerte sind von einer<br>Synthese abgeleitet worden<br>basierend auf verschiede-<br>nen nationalen Regelungen.                         | nicht maßgebend                                                                                                                                                                                                                                                                                        | nicht maßgebend                                           |
| LM4<br>(4.3.5)                             | Nominalwerte umfassen<br>den Einfluß aus Menschen-<br>ansammlungen.<br>Definiert mit Verweisen zu<br>vorhandenen nationalen<br>Normen.                                                              | nicht maßgebend                                                                                                                                                                                                                                                                                        | nicht maßgebend                                           |
| <b>Fußgänger-<br/>brücken</b>              |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |
| Gleichmäßig<br>verteilte Last<br>(5.3.2.1) | Nominalwerte umfassen<br>den Einfluß aus Menschen-<br>ansammlungen.<br>Definiert mit Verweisen zu<br>vorhandenen nationalen<br>Normen.                                                              | Äquivalente statische Last<br>angepaßt auf Grundlage<br>von 2 Fußgängern /m <sup>2</sup><br>(dynamisches Verhalten ist<br>nicht vorhanden). Für in<br>Wohngebieten vorhan-<br>dene Fußgängerbrücken<br>kann sie als Last betrachtet<br>werden, die eine Wieder-<br>kehrperiode von 1 Woche<br>besitzt. | Anpassung nach in<br>EN 1990 angegebenen<br>Definitionen  |
| Konzentrierte Last<br>(5.3.2.2)            | Nominalwert.<br>Definiert mit Verweisen zu<br>vorhandenen nationalen<br>Normen.                                                                                                                     | nicht maßgebend                                                                                                                                                                                                                                                                                        | nicht maßgebend                                           |
| Gebrauchslast<br>(5.3.2.3)                 | Nominalwert, wie in 5.6.3<br>festgelegt oder angegeben                                                                                                                                              | nicht maßgebend                                                                                                                                                                                                                                                                                        | nicht maßgebend                                           |

ANMERKUNG 2 Für Straßenbrücken darf der Nationale Anhang die Nutzung von nicht häufigen Werten vorsehen, die bestimmungsgemäß angenähert einer durchschnittlichen Wiederkehrperiode von einem Jahr für Verkehr auf den Hauptstrecken in Europa entsprechen. Siehe auch EN 1992-2, EN1994-2 und Anhang A.2 zu EN 1990.

(3) Für Ermüdungsnachweise sind gesonderte Modelle, zugehörige Werte und, falls erforderlich, spezielle Anforderungen in 4.6 für Straßenbrücken, in 6.9 für Eisenbahnbrücken und in entsprechenden Anhängen angegeben.

## **2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen**

(1) Kraftfahrzeuge und Züge können Einwirkungen aus Anprall, durch außergewöhnliches Auftreten oder durch außergewöhnliche Stellung erzeugen. Diese Einwirkungen sollten beim Entwurf, der Bemessung und der Berechnung des Tragwerks berücksichtigt werden, wenn keine angemessenen Schutzmaßnahmen vorgesehen sind.

ANMERKUNG Angemessene Schutzmaßnahmen dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

(2) Die in diesem Teil der EN 1991 beschriebenen außergewöhnlichen Einwirkungen beziehen sich auf die in der Regel gegebenen Randbedingungen. Sie werden durch verschiedene Lastmodelle dargestellt, die Bemessungswerte in Form von statisch äquivalenten Lasten definieren.

(3) Außergewöhnliche Einwirkungen, hervorgerufen durch Straßenfahrzeuge, die unter Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken durchfahren, siehe [AC] 4.7.2, 5.6.2 und 6.7.2 [AC].

(4) Kräfte auf Straßen- und Eisenbahnbrücken (z.B. über Kanäle oder schiffbare Wasserstraßen) infolge des Anpralls von Booten, Schiffen oder Flugzeugen sind durch diesen Teil der EN 1991 nicht abgedeckt.

ANMERKUNG Siehe EN 1991-1-7 und Nationaler Anhang. Zusätzliche Anforderungen dürfen für das Einzelprojekt festgelegt werden.

(5) Außergewöhnliche Einwirkungen durch Kraftfahrzeuge auf Straßen- und Fußgängerbrücken sind in 4.7.3 bzw. 5.6.3 angegeben.

(6) Außergewöhnliche Einwirkungen infolge von Zügen oder Einrichtungen für den Eisenbahnverkehr sind in 6.7 angegeben. Falls notwendig, sind sie anwendbar für Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken.

## **3 Bemessungssituationen**

(1)P Ausgewählte Bemessungssituationen müssen berücksichtigt werden und kritische Lastfälle sind zu ermitteln. Für jeden kritischen Lastfall müssen die Bemessungswerte der zu kombinierenden Einwirkungen festgelegt werden.

ANMERKUNG Für Brücken, bei denen das Fahrzeuggewicht durch Beschilderung begrenzt ist, sollte eine außergewöhnliche Bemessungssituation berücksichtigt werden, in der ein Einzelfahrzeug unter Nichtbeachtung der Warnhinweise die Brücke überquert.

(2) Die bei Verwendung von Lastgruppen (Kombination von Einwirkungsanteilen) gleichzeitig zu berücksichtigenden Verkehrslasten werden in den folgenden Abschnitten angegeben. Jede davon sollte, falls erforderlich, bei der Berechnung und Bemessung berücksichtigt werden.

(3) P Die Kombinationsregeln hängen von den zu führenden Nachweisen ab; sie müssen mit EN 1990 übereinstimmen.

ANMERKUNG Kombinationen der seismischen Einwirkungen für Brücken und zugehörige Regeln, siehe EN 1998-2.

(4) Besondere Regelungen zur Berücksichtigung des gleichzeitigen Auftretens weiterer Einwirkungen auf Straßenbrücken, Fußgängerbrücken und Eisenbahnbrücken enthält Anhang A.2 von EN 1990.

(5) Für Brücken mit kombiniertem Straßen- und Eisenbahnverkehr sollten die Gleichzeitigkeit des Auftretens der Einwirkungen und die einschlägigen erforderlichen Nachweise festgelegt werden.

ANMERKUNG Die diesbezüglichen Regeln dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt festgelegt werden.

## 4 Straßenverkehr und andere für Straßenbrücken besondere Einwirkungen

### 4.1 Anwendungsgebiet

(1) Die in diesem Abschnitt definierten Lastmodelle sollten für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden, deren Belastungslänge kleiner als 200 m ist.

ANMERKUNG 1 200 m entspricht der maximalen Länge, die bei der Anpassung des Lastmodells 1 (siehe 4.3.2) berücksichtigt wurde. Im Allgemeinen liegt die Benutzung des Lastmodells 1 für Brücken mit Belastungslängen größer als 200m auf der sicheren Seite.

ANMERKUNG 2 Lastmodelle für Brücken, die größer als 200m sind, dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

(2) Mit den Modellen und zugehörigen Regelungen ist beabsichtigt, alle normalerweise absehbaren Verkehrssituationen (d. h. Verkehr in jeder Richtung auf jedem Fahrstreifen infolge Straßenverkehr) bei Entwurf, Berechnung und Bemessung zu berücksichtigen (siehe jedoch (3) und die Anmerkungen in 4.2.1).

ANMERKUNG 1 Besondere Modelle dürfen für Brücken, die gewichtsbeschränkend beschildert sind (z.B. für örtliche Straßen, Wirtschaftswege und -straßen sowie Privatstraßen), im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt definiert werden.

ANMERKUNG 2 Lastmodelle für an Brücken angrenzende Widerlager und Wände sind getrennt zu definieren (siehe 4.9). Sie werden aus den Verkehrslastmodellen hergeleitet, ohne Korrektur der dynamischen Einflüsse. Bei Brücken mit Rahmenkonstruktionen können die aus der Hinterfüllung resultierenden Lasten die Einwirkungen auf das Brückentragwerk erhöhen.

(3) Die Einwirkungen von Lasten aus Straßenbauarbeiten (z. B. infolge von Schürfraupen, Lastwagen zum Transport von Boden usw.) oder von Lasten für Prüfung und Überwachung sowie für Versuche sind in den Lastmodellen nicht berücksichtigt. Falls erforderlich, sollten sie gesondert festgelegt werden.

### 4.2 Darstellung der Einwirkungen

#### 4.2.1 Modelle zur Darstellung von Straßenverkehrslasten

(1) Einwirkungen aus Straßenverkehr, bestehend aus Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Sonderfahrzeugen (z. B. für industrielle Transporte), erzeugen vertikale und horizontale, statische und dynamische Lasten.

ANMERKUNG 1 Die in diesem Abschnitt festgelegten Lastmodelle beschreiben keine tatsächlichen Lasten. Sie wurden so gewählt und angepaßt, dass sie den Einwirkungen des tatsächlichen im Jahr 2000 vorhandenen Verkehrs (einschließlich dynamischer Erhöhung, wo angezeigt) entsprechen.

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf ergänzende Lastmodelle mit zugehörigen Kombinationsregeln definieren, wenn ein Verkehr zu berücksichtigen ist, der außerhalb der in diesem Abschnitt festgelegten Geltungsbereiche liegt.

ANMERKUNG 3 Obwohl die in den Modellen enthaltenen dynamischen Erhöhungen (Ermüdung nicht eingeschlossen) bereits für eine mittlere Unebenheit des Fahrbahnbelags (siehe Anhang B) und für eine normale Fahrzeugfederung ermittelt wurden, hängen sie zusätzlich von verschiedenen Parametern und von Einflüssen aus den zu betrachtenden Einwirkungen ab. Daher können sie nicht durch einen einheitlichen Faktor ausgedrückt werden. Im ungünstigsten Fall kann der Faktor 1,7 betragen. Trotzdem können sich bei größerer Fahrbahnebenheit oder bei Gefahr von Resonanz noch ungünstigere Erhöhungsfaktoren ergeben. Solche Fälle können jedoch durch eine hinreichende Qualität des Fahrbahnbelags und durch Entwurfsmaßnahmen vermieden werden. Eine Anpassung des vorgesehenen dynamischen Erhöhungsfaktors sollte daher nur in Ausnahmefällen, für besondere Nachweise (siehe 4.6.1 (6)) oder für ein bestimmtes Projekt vorgesehen werden.

(2) Wenn bei Entwurf, Berechnung und Bemessung von Brücken Militärlasten oder Fahrzeuge, die nicht mit nationalen Regelungen bezüglich der Begrenzung des Gewichts übereinstimmen, berücksichtigt werden sollen, müssen die zugehörigen Lastmodelle definiert werden. Dies gilt auch für Fahrzeuge, die aufgrund ihrer Abmessungen keine besondere Zulassung benötigen.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf diese Modelle definieren. Angaben zu genormten Modellen für Spezialfahrzeuge und ihre Anwendung sind im Anhang A angegeben. Siehe 4.3.4.

#### **4.2.2 Lastklassen**

(1) Die derzeitigen Lasten auf Straßenbrücken ergeben sich aus verschiedenen Fahrzeugarten und aus Fußgängerverkehr.

(2) Der Fahrzeugverkehr kann, abhängig von seiner Zusammensetzung (z. B. LKW-Anteil), seiner Dichte (z. B. mittlere Anzahl von Fahrzeugen je Jahr), den Verkehrsbedingungen (z. B. Stauhäufigkeit), der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von maximalen Fahrzeuggewichten und der zugehörigen Achslasten sowie ggf. vom Einfluß gewichtsbeschränkender Verkehrszeichen, von Brücke zu Brücke unterschiedlich sein.

Diese Unterschiede sollten durch Lastmodelle berücksichtigt werden, die zur örtlichen Lage der Brücke passen (z. B. Wahl der Anpassungsfaktoren  $\alpha$  und  $\beta$ , definiert in 4.3.2 für das Lastmodell 1 und in 4.3.3 für das Lastmodell 2).

#### **4.2.3 Unterteilung der Fahrbahn in rechnerische Fahrstreifen**

(1) Die Fahrbahnbreite  $w$  sollte zwischen den Schrammborden oder den inneren Grenzen der Rückhaltesysteme für Fahrzeuge gemessen werden und sollte weder den Abstand zwischen fest eingebauten Rückhaltesystemen für Fahrzeuge oder Schrammborde des Mittelstreifens noch die Breite dieser Fahrzeugrückhaltesysteme enthalten.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf den Kleinstwert für die Höhe von Schrammborden festlegen, der zu berücksichtigen ist. Der empfohlene Wert beträgt 100 mm.

(2) Die Breite  $w_1$  der rechnerischen Fahrstreifen auf einer Fahrbahn und die größte ganzzahlige Anzahl  $n_1$  dieser Streifen auf dieser Fahrbahn sind in Tabelle 4.1 definiert.

**Tabelle 4.1 — Anzahl und Breite der rechnerischen Fahrstreifen**

| Fahrbahnbreite $w$                                                                                                                                                                                                                                                      | Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen      | Breite eines rechnerischen Fahrstreifens $w_l$ | Breite der verbleibenden Restfläche |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| $w < 5,4 \text{ m}$                                                                                                                                                                                                                                                     | $n_l = 1$                                  | 3 m                                            | $w - 3 \text{ m}$                   |
| $5,4 \text{ m} \leq w < 6 \text{ m}$                                                                                                                                                                                                                                    | $n_l = 2$                                  | $\frac{w}{2}$                                  | 0                                   |
| $6 \text{ m} \leq w$                                                                                                                                                                                                                                                    | $n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$ | 3 m                                            | $w - 3 \times n_l$                  |
| <p>ANMERKUNG Zum Beispiel ergibt sich für eine Fahrbahn von 11 m die Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen zu <math>n_l = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = 3</math>. Die Breite der vorhandenen Restfläche beträgt: <math>11 - 3 \times 3 = 2 \text{ m}</math>.</p> |                                            |                                                |                                     |

(3) Für unterschiedliche Fahrbahnbreiten ergibt sich die Anzahl der rechnerischen Fahrstreifen durch die in Tabelle 4.1 festgelegten Regeln.

ANMERKUNG Die Anzahl der rechnerischen Fahrbahnbreiten beträgt hiernach:

- 1 bei  $w < 5,4 \text{ m}$
- 2 bei  $5,4 \leq w < 9 \text{ m}$
- 3 bei  $9 \text{ m} \leq w < 12 \text{ m}$ , u.s.w.

(4) Wird die Fahrbahn eines Brückenüberbaus durch Anordnung eines Mittelstreifens in zwei Richtungsfahrbahnen unterteilt, so gilt:

- a) jeder Teil ist, einschließlich Standstreifen oder Bankette, getrennt in rechnerische Fahrstreifen zu unterteilen, wenn die Teile durch fest angebrachte Rückhaltesysteme an Straßen voneinander getrennt sind,
- b) die gesamte Fahrbahnbreite einschließlich des Mittelstreifens ist in rechnerische Fahrstreifen zu unterteilen, wenn die Teilfahrbahnen durch abnehmbare Rückhaltesysteme an Straßen getrennt sind.

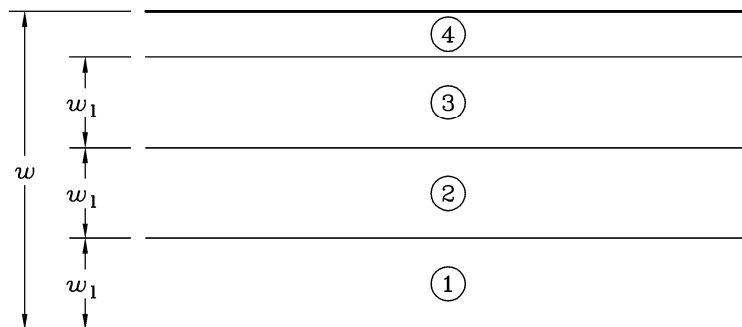
ANMERKUNG Die in 4.2.3 (4) angegebenen Regeln dürfen für ein Einzelprojekt in Abhängigkeit von zukünftigen Änderungen der Fahrspurverläufe (z.B. für Reparaturarbeiten) auf dem Überbau angepaßt werden.

#### 4.2.4 Lage und Numerierung der rechnerischen Fahrstreifen für Entwurf, Berechnung und Bemessung

Die Lage und Numerierung der rechnerischen Fahrstreifen soll nach folgenden Regeln festgelegt werden:

- (1) Die Lage der rechnerischen Fahrstreifen hängt nicht notwendigerweise von ihrer Numerierung ab.
- (2) Die Anzahl der zu berücksichtigenden belasteten Fahrstreifen, ihre Lage auf der Fahrbahn und ihre Numerierung ist für jeden Einzelnachweis (z. B. Nachweis der Tragfähigkeit eines Querschnitts bei Momentenbeanspruchung) so zu wählen, daß sich die ungünstigsten Beanspruchungen aus den Lastmodellen ergeben.
- (3) Zur Ermittlung repräsentativer Werte und Modelle bei Ermüdung kann die Lage und Numerierung der Streifen entsprechend den normalerweise zu erwartenden Verkehrsbedingungen festgelegt werden.

(4) Der am ungünstigsten wirkende Streifen trägt die Nummer 1, der als zweitungünstigst wirkende Streifen trägt die Nummer 2 u.s.w (siehe Bild 4.1).



#### Legende

- $w$  Breite der Fahrbahn
- $w_1$  Breite des rechnerischen Fahrstreifens
- 1 rechnerischer Fahrstreifen Nr 1
- 2 rechnerischer Fahrstreifen Nr 2
- 3 rechnerischer Fahrstreifen Nr 3
- 4 verbleibende Restfläche

**Bild 2 — Beispiel zur Numerierung der Fahrstreifen**

(5) Besteht die Fahrbahn aus zwei getrennten Richtungsfahrbahnen auf einem Überbau, so sollte für die gesamte Fahrbahn nur eine Numerierung vorgenommen werden.

ANMERKUNG Folglich gibt es in diesem Fall nur einen Streifen mit der Nummer 1, der aber alternativ auf jeder der beiden Richtungsfahrbahnen liegen kann.

(6) Wenn die Fahrbahn aus zwei getrennten Teilen auf zwei unabhängigen Überbauten besteht, ist jeder Teil als eine Fahrbahn zu betrachten. Für jeden Überbau sollte dann eine eigenständige Numerierung vorgesehen werden. Liegen die beiden Überbauten auf gemeinsamen Pfeilern und/oder Widerlagern auf, wird für die Berechnung und Bemessung der Unterbauten nur eine Numerierung für beide Überbauten zusammen vorgenommen.

#### 4.2.5 Anordnung der Lastmodelle in den einzelnen rechnerischen Fahrstreifen

(1) Für jeden Einzelnachweis sollte das Lastmodell in jedem rechnerischen Fahrstreifen in ungünstigster Stellung (Länge der Belastung und Stellung in Längsrichtung) angeordnet werden, soweit dies mit den weiter unten angegebenen Anwendungsbedingungen für das jeweilige Modell verträglich ist.

(2) Auf der Restfläche sollte das entsprechende Lastmodell auf ungünstigster Länge und Breite angeordnet werden, soweit dies verträglich mit den in 4.3 angegebenen Bedingungen ist.

(3) Falls erforderlich, sollten die verschiedenen Lastmodelle miteinander (siehe 4.5) und mit den Lastmodellen für Fußgängerverkehr oder Radfahrerverkehr kombiniert werden.

#### 4.3 Vertikallasten — charakteristische Werte

##### 4.3.1 Allgemeines und zugehörige Bemessungssituationen

(1) Charakteristische Lasten dienen der Beschreibung der Einwirkungen aus dem Straßenverkehr, die zum Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit und bei gewissen Nachweisen im Gebrauchszustand benötigt werden (siehe EN 1990 bis 1999).

(2) Die Modelle für Vertikallasten geben die folgenden Einwirkungen aus dem Verkehr wieder:

- a) Lastmodell 1 (LM1): Einzellasten und gleichmäßig verteilte Lasten, die die meisten der Einwirkungen aus LKW- und PKW-Verkehr abdecken. Dieses Modell kann sowohl für globale als auch für lokale Nachweise angewendet werden.
- b) Lastmodell 2 (LM2): Eine Einzelachse mit typischen Reifenaufstandsflächen, die die dynamischen Einwirkungen üblichen Verkehrs bei Bauteilen mit sehr kurzen Stützweiten berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 LM2 kann bei Belastungslängen zwischen 3 m und 7 m bestimmend sein.

ANMERKUNG 2 Die Benutzung von LM2 darf im Nationalen Anhang genauer definiert werden.

- c) Lastmodell 3 (LM3): Gruppe von Achslastkonfigurationen idealisierter Sonderfahrzeuge (z. B. für Industrietransporte) für ausgewiesene Schwerlaststrecken. Das Modell ist für globale und lokale Nachweise gedacht.
- d) Lastmodell 4 (LM4): Menschenansammlungen. Das Lastmodell ist nur für globale Nachweise gedacht.

ANMERKUNG Die Belastung resultierend aus Menschenansammlungen kann insbesondere maßgebend werden für Brücken in und in der Nähe von Städten, wenn deren Auswirkungen nicht schon augenscheinlich durch das Lastmodell 1 abgedeckt sind.

(3) Die Lastmodelle 1,2 und 3 sollten, falls notwendig, für jede Bemessungssituation berücksichtigt werden (z. B. vorübergehende Bemessungssituationen während Reparaturarbeiten).

(4) Das Lastmodell 4 gilt für gewisse vorübergehende Bemessungssituationen.

#### 4.3.2 Lastmodell 1

(1) Das Lastmodell 1 besteht aus zwei Teilen:

- a) Doppelachse (Tandem-System TS): Jede Achslast beträgt

$$\alpha_Q Q_k \quad (4.1)$$

wobei  $\alpha_Q$  ein Anpassungsfaktor ist.

- In jedem rechnerischen Fahrstreifen sollte nur eine Doppelachse aufgestellt werden.
- Es sollten nur vollständige Doppelachsen angeordnet werden.
- Für die globalen Nachweise sollte jede Doppelachse in der Mitte der rechnerischen Fahrstreifen angenommen werden (für lokale Nachweise siehe (5) und Bild 4.2 b).
- Jede Achse der Doppelachse sollte durch zwei identische Räder berücksichtigt werden, so dass jede Radlast  $0,5 \alpha_Q Q_k$  beträgt.
- Die Aufstandsfläche jedes Rads sollte als ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,40 m angenommen werden (siehe Bild 4.2 b).

b) Die gleichmäßig verteilte Belastung (UDL-System) beträgt je  $m^2$  des rechnerischen Fahrstreifens:

$$\alpha_q q_k \quad (4.2)$$

wobei  $\alpha_q$  ein Anpassungsfaktor ist.

Diese Lasten sollten sowohl in Längs- als auch in Querrichtung nur auf den belastenden Teilen der Einflußfläche aufgebracht werden.

ANMERKUNG Mit dem LM 1 soll der fließende und zähfließende Verkehr oder Stausituationen mit einer hohen Anzahl an LKW abgedeckt werden. Im Allgemeinen werden bei Verwendung der Grundwerte die Einflüsse aus den in Anhang A definierten Sonderfahrzeugen bis zu 600kN abgedeckt.

(2) Das Lastmodell 1 sollte auf jedem rechnerischen Fahrstreifen und auf der Restfläche angeordnet werden. Auf dem rechnerischen Fahrstreifen  $i$  betragen die Belastungen  $\alpha_{Qi} Q_{ik}$  und  $\alpha_{qi} q_{ik}$  (siehe Tabelle 4.2). Auf der Restfläche beträgt die Belastung  $\alpha_{qr} q_{rk}$ .

(3) Die Werte der Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  sollten in Abhängigkeit des zu erwartenden Verkehrs und den möglicherweise vorhandenen unterschiedlichen Straßenklassen gewählt werden. In der Abwesenheit von Festlegungen sollten diese Faktoren zu 1 angenommen werden.

ANMERKUNG 1 Die Werte der Anpassungsfaktoren  $\alpha_{Qi}$ ,  $\alpha_{qi}$  und  $\alpha_{qr}$  werden im Nationalen Anhang angegeben. In allen Fällen wird für Brücken, die keine durch Beschilderung angezeigte Beschränkung des Fahrzeuggewichts aufweisen, die folgenden Mindestwerte empfohlen:

$$\alpha_{Qi} \geq 0,8 \quad \text{und} \quad (4.3)$$

$$\text{für } i \geq 2, \alpha_{qi} \geq 1. \text{ Diese Beschränkungen sind nicht anwendbar auf } \alpha_{qr} \quad (4.4)$$

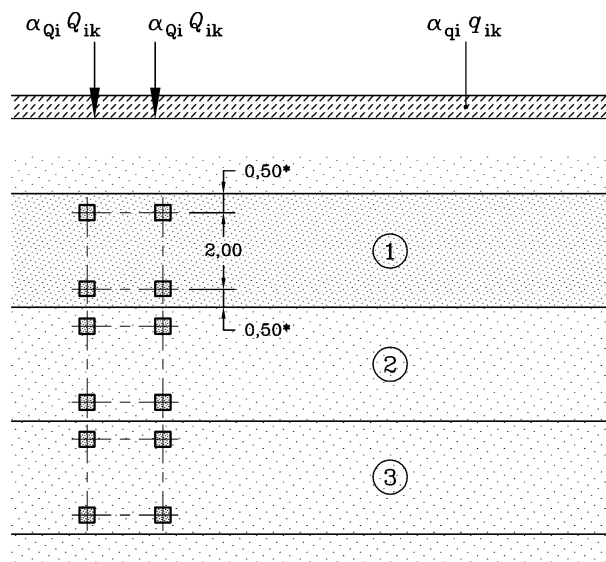
ANMERKUNG 2 Die im Nationalen Anhang angegebenen Werte für  $\alpha$  - Faktoren dürfen auf Verkehrsklassen abgestimmt sein. Wenn sie zu 1 angenommen werden, entsprechen sie einem Verkehr, der einem schweren internationalen Güterverkehr entspricht, wobei ein großer Anteil des Gesamtverkehrs aus schweren Fahrzeugen besteht. Für alltägliche Verkehrszusammensetzungen (Autobahnen und Schnellstraßen) wird eine leichte Reduzierung der  $\alpha$  - Faktoren für die Doppelachsen und die gleichmäßig verteilte Belastung des Fahrstreifens 1 empfohlen (10 bis 20%).

(4) Die charakteristischen Werte von  $Q_{ik}$  und  $q_{ik}$  einschließlich ihrer dynamischen Vergrößerungsfaktoren sollten der Tabelle 4.2 entnommen werden.

Tabelle 4.2 — Lastmodell 1: charakteristische Werte

| Stellung                         | Doppelachsen TS        | Gleichmäßig verteilte Last                     |
|----------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|
|                                  | Achslast $Q_{ik}$ (kN) | $q_{ik}$ (oder $q_{rk}$ ) (kN/m <sup>2</sup> ) |
| Fahrstreifen 1                   | 300                    | 9                                              |
| Fahrstreifen 2                   | 200                    | 2,5                                            |
| Fahrstreifen 3                   | 100                    | 2,5                                            |
| Andere Fahrstreifen              | 0                      | 2,5                                            |
| Verbleibende Restfläche $q_{rk}$ | 0                      | 2,5                                            |

Die Einzelheiten des Lastmodells sind in Bild 4.2 a dargestellt.



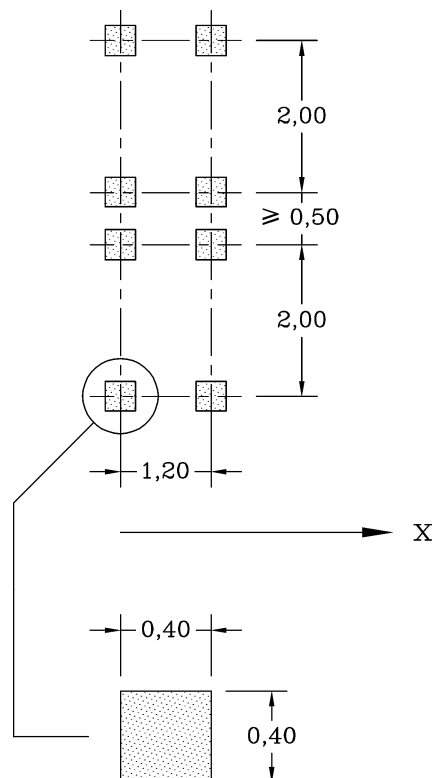
### Legende

- 1 Fahrstreifen Nr 1 :  $Q_{1k} = 300$  kN ;  $q_{1k} = 9$  kN/m<sup>2</sup>
- 2 Fahrstreifen Nr 2 :  $Q_{2k} = 200$  kN ;  $q_{2k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup>
- 3 Fahrstreifen Nr 3 :  $Q_{3k} = 100$  kN ;  $q_{3k} = 2,5$  kN/m<sup>2</sup> [AC] Abstand der Doppelachsen = 1,2 m [AC]
- 4 (\*) Für  $w_1 = 3$  m

Bild 4.2 a — Anwendung des Lastmodells 1

ANMERKUNG Die Anwendung von 4.2.4 (2) und 4.3.2 (1) bis (4) besteht für dieses Modell in der Praxis darin, die Lage der numerierten Fahrstreifen und der Doppelachsen (in den meisten Fällen in Querrichtung gekoppelt) festzulegen. Länge und Breite der gleichmäßig verteilten Belastung sind entsprechend den belasteten Teilen der Einflußfläche festzulegen.

(5) Sind bei angrenzenden Fahrstreifen zwei Doppelachsen zu berücksichtigen, dürfen diese enger angeordnet werden, wobei der Abstand der Radachsen nicht kleiner als 0,50 m sein sollte (siehe Bild 4.2b).



### Bild 4.2 b — Anwendung der Doppelachse für lokale Nachweise

(6) Wenn globale und lokale Einwirkungen getrennt untersucht werden können, dürfen die globalen Einflüsse mit den folgenden vereinfachten alternativen Regelungen berechnet werden:

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang darf Bedingungen für die Anwendung dieser alternativen Regeln definieren.

- a) durch Ersatz der zweiten und dritten Doppelachse durch eine zweite Doppelachse mit einer Achslast von:

$$(200 \alpha_{02} + 100 \alpha_{03}) \text{ kN, oder} \quad (4.5)$$

- b) bei Stützweiten größer als 10m durch Ersatz der Doppelachse jedes Fahrstreifens durch eine einzelne Achslast vom Gesamtgewicht der Doppelachse.

**ANMERKUNG 2** In diesem Fall beträgt das Gewicht der Einzelachse:

- 600  $\alpha_{Q1}$  kN für Fahrstreifen 1
- 400  $\alpha_{Q2}$  kN für Fahrstreifen 2
- 200  $\alpha_{Q3}$  kN für Fahrstreifen 3

### 4.3.3 Lastmodell 2

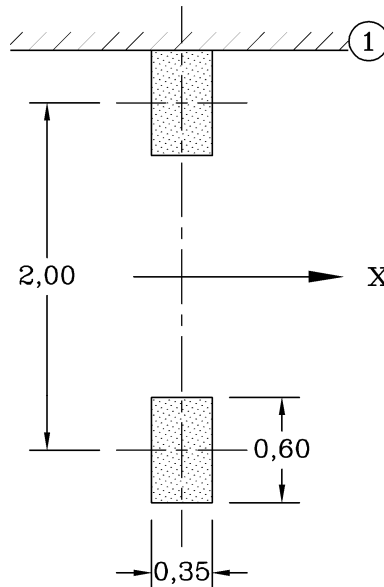
(1) Dieses Modell besteht aus einer Einzelachse  $\beta_Q$   $Q_{ak}$  mit  $Q_{ak} = 400$  kN, einschließlich dynamischem Vergrößerungsfaktor, die überall auf der Fahrbahn angeordnet werden sollte. Jedoch sollte ggf. nur ein Rad von  $200 \beta_Q$  (kN) berücksichtigt werden.

(2) Der Wert von  $\beta_Q$  sollte entsprechend dem Wert  $\alpha_{01}$  angenommen werden.

**ANMERKUNG** Der Nationale Anhang darf diese Regelung anpassen.

(3) In der Nähe von Fahrbahnübergängen sollte ein zusätzlicher dynamischer Vergrößerungsfaktor angesetzt werden, dessen Wert in Tabelle 4.6.1(6) definiert ist.

(4) Die Aufstandsfläche jedes Rads entspricht einem Rechteck mit Seitenlängen von 0,35 m und 0,60 m (siehe Bild 4.3).



#### Legende

X Brückenlängsachse  
1 Schrammbord

**Bild 4.3 — Lastmodell 2**

ANMERKUNG 1 Die Radaufstandsfläche der Lastmodelle 1 und 2 sind unterschiedlich, da sie sich auf unterschiedliche Reifenmodelle, Anordnungen und Druckverteilungen beziehen. Die Radaufstandsfläche des Lastmodells 2 entspricht einem Zwillingsreifen und ist normalerweise bei orthotropen Fahrbahndecken maßgebend.

ANMERKUNG 2 Zur Vereinfachung darf der Nationale Anhang die gleiche quadratische Radaufstandsfläche für das Lastmodell 1 und 2 angeben.

#### 4.3.4 Lastmodell 3 (Sonderfahrzeuge)

(1) Falls notwendig, sollten Lastmodelle für Sonderfahrzeuge definiert und berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf das Lastmodell 3 und die Anwendungsbedingungen definieren. Der Anhang A enthält Hinweise für Standardmodelle und ihren Anwendungsbedingungen.

#### 4.3.5 Lastmodell 4 (Menschenansammlungen)

(1) Falls notwendig, sollte die Belastung aus Menschenansammlungen durch eine gleichmäßig verteilte Last (die einen dynamischen Vergrößerungsfaktor enthält) von  $5 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Anwendung von LM 4 darf für ein Einzelprojekt festgelegt werden.

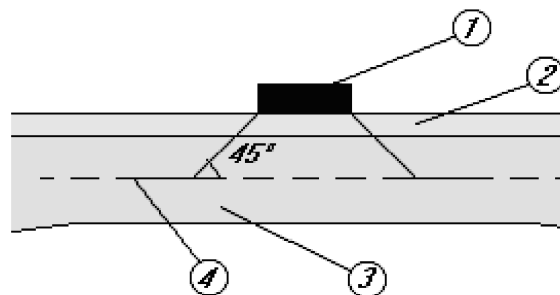
(2) Das Lastmodell 4 sollte sowohl in der Länge als auch in der Breite an den maßgebenden Stellen des Überbaus angeordnet werden. Falls notwendig sollte der Mittelstreifen enthalten sein. Diese Lastanordnung ist für globale Nachweise gedacht und sollte ausschließlich für vorübergehende Belastungssituationen angewendet werden.

#### 4.3.6 Verteilung von Einzellasten

(1) Die verschiedenen, für lokale Nachweise zu berücksichtigenden Einzellasten der Modelle 1 und 2 werden als gleichmäßig über die Aufstandsfläche verteilt angenommen.

(2) Die Lastverteilung durch Belag und Betonplatte wird unter einem Winkel von  $45^\circ$  bis zur Mittellinie der Platte angenommen (siehe Bild 4.4).

ANMERKUNG Bezüglich der Lastverteilung durch Hinterfüllungen oder Erde siehe Anmerkung in 4.9.1.



#### Legende

- 1 Reifenaufstandsfläche
- 2 Belag
- 3 Betonplatte
- 4 Mitte der Betonplatte

**Bild 4.4 — Lastverteilung von Einzellasten durch Belag und Betonplatte**

(3) Die Lastverteilung durch den Belag und die orthotrope Fahrbahnplatte wird unter einem Winkel von  $45^\circ$  bis zur Mittellinie des Fahrbahndeckbleches angenommen (siehe Bild 4.5).

ANMERKUNG Die Lastverteilung in Querrichtung entlang der Streifen der orthotropen Fahrbahnplatte ist hierbei nicht berücksichtigt.

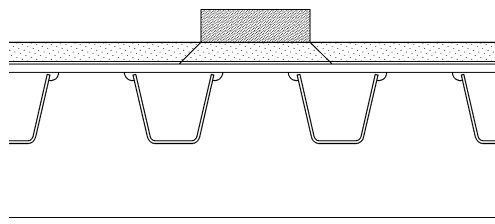


**Bild 4.5 — Lastverteilung von Einzellasten durch Belag und orthotroper Fahrbahnplatten**

## 4.4 Horizontale Belastungen — charakteristische Werte

### 4.4.1 Lasten aus Bremsen und Anfahren

- (1) P Die Bremslast  $Q_{lk}$  ist in Längsrichtung in Höhe der Oberkante des fertigen Belags wirkend anzunehmen.
- (2) Der für die gesamte Brückenbreite auf 900 kN begrenzte charakteristische Wert  $Q_{lk}$  soll anteilig zu den maximalen vertikalen Lasten des in Fahrstreifen 1 vorgesehenen Lastmodells wie folgt festgelegt werden:

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{q1}q_{1k}w_1L$$

$$180\alpha_{Q1} (kN) \leq Q_{lk} \leq 900 (kN) \quad (4.6)$$

Dabei ist

$L$  die Länge des Überbaus oder die zu berücksichtigenden Teile der Überbaulänge.

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel ergibt sich  $Q_{lk} = 360 + 2,7 L (\leq 900 \text{ kN})$  für einen 3 m breiten Fahrstreifen und bei einer Belastungslänge von  $L > 1,2 \text{ m}$ , wenn die  $\alpha$ -Faktoren zu 1 angenommen werden.

ANMERKUNG 2 Die obere Grenze (900 kN) darf im Nationalen Anhang angepasst werden. Der Wert 900 kN wird normalerweise verwendet, um die maximalen Bremskräfte von Militärfahrzeugen entsprechend STANAG<sup>6)</sup> abzudecken.

- (3) Es sollten die in Verbindung mit dem Lastmodell 3 anzusetzenden Horizontalkräfte festgelegt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die in Verbindung mit dem Lastmodell 3 anzusetzenden Horizontalkräfte definieren.

(4) Diese Kraft sollte entlang der Mittellinie jedes rechnerischen Fahrstreifens angenommen werden. Falls jedoch die Auswirkungen der Exzentrizität unbedeutend sind, darf die Last als in der Mittellinie der Fahrbahn wirkend angenommen werden. Sie darf als gleichmäßig verteilt über die Belastungslänge angenommen werden.

- (5) Lasten, die aus Anfahren resultieren, sollten in der selben Größe wie die Bremskräfte angesetzt werden, jedoch in entgegengesetzter Richtung wirkend.

ANMERKUNG Praktisch bedeutet dies, dass  $Q_{1k}$  sowohl positiv als auch negativ sein kann.

- (6) Horizontalkräfte, die an Fahrbahnübergängen oder an Bauteilen, welche nur durch eine Achse beansprucht werden können, angreifen, sollten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Für diese Kräfte darf der Nationale Anhang Werte festlegen. Der empfohlene Wert ist:

$$Q_{lk} = 0,6\alpha_{Q1}Q_{1k} \quad (4.6a)$$

### 4.4.2 Fliehkraft und andere Querlasten

- (1) Die Fliehkraft  $Q_{tk}$  ist als in Höhe des fertigen Fahrbahnbelags in Querrichtung radial zur Fahrbahnachse wirkende Last anzunehmen.

- (2) Der charakteristische Wert von  $Q_{tk}$ , der die dynamischen Einflüsse schon beinhaltet, ist in Tabelle 4.3 angegeben.

---

6) STANAG : Military STANdardization AGreements (STANAG 2021)

**Tabelle 4.3 — Charakteristischer Wert der Fliehkräfte**

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| $Q_{tk} = 0,2Q_v$ (kN)    | wenn $r < 200$ m              |
| $Q_{tk} = 40Q_v / r$ (kN) | wenn $200 \leq r \leq 1500$ m |
| $Q_{tk} = 0$              | wenn $r > 1500$ m             |

Dabei ist

$r$  der horizontale Radius der Fahrbahnmittellinie, in Meter;

$Q_v$  die Gesamtlast aus den vertikalen Einzellasten der Doppelachsen des Lastmodells 1, z. B.  $\sum_i \alpha_{Qi}(2Q_{ik})$  (siehe Tabelle 4.2).

(3) Die Einzellast  $Q_{tk}$  sollte an jeder Querschnittsstelle des Überbaus angesetzt werden.

(4) Falls notwendig, sollten Seitenkräfte berücksichtigt werden, die durch schräges Bremsen oder Schleudern hervorgerufen werden. Eine Seitenkraft von 25 % der längsgerichteten Einwirkung aus Bremsen oder Anfahren sollte gleichzeitig in Höhe des fertigen Fahrbahnbelags berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Der Nationale Anhang darf die kleinste Seitenkraft definieren. In den meisten Fällen werden die aus Wind und Anprall auf Schrammborde resultierenden Kräfte eine ausreichend große Seitenkraft liefern.

## 4.5 Gruppen von Verkehrslasten auf Straßenbrücken

### 4.5.1 Charakteristische Werte der mehrkomponentigen Einwirkungen

(1) Die Gleichzeitigkeit des Ansatzes der Lastmodelle nach 4.3.2 (Lastmodell 1), 4.3.3 (Lastmodell 2), 4.3.4 (Lastmodell 3), 4.3.5 (Lastmodell 4), 4.4 (Horizontallasten) und der in Abschnitt 5 für Fußgängerbrücken festgelegten Lasten sollten entsprechend den in Tabelle 4.4a angegebenen Gruppen berücksichtigt werden. Jede dieser sich gegenseitig ausschließenden Gruppen sollte in gleicher Weise wie bei der Festlegung von charakteristischen Einwirkungen bei Kombinationen mit anderen als Verkehrslasten behandelt werden.

Tabelle 4.4a — Festlegung von Verkehrslastgruppen (charakteristische Werte von mehrfachen Komponenten)



|                                                                                                                                                  |                  | Fahrbahn                                                                                |                         |                          |                               |                                              | Fußweg oder Radweg                        |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Belastungsart                                                                                                                                    |                  | Vertikallasten                                                                          |                         |                          | Horizontallasten              |                                              | Nur vertikale Lasten                      |                                      |
| Verweise                                                                                                                                         |                  | 4.3.2                                                                                   | 4.3.3                   | 4.3.4                    | 4.3.5                         | 4.4.1                                        | 4.4.2                                     | 5.3.2 (1)                            |
| Lastmodell                                                                                                                                       |                  | LM1<br>(TS und UDL System)                                                              | LM2<br>(Einzelachsen)   | LM3<br>(Sonderfahrzeuge) | LM4<br>(Menschenansammlungen) | Kräfte aus Anfahren und Bremsen <sup>a</sup> | Fliehkräfte und Seitenkräfte <sup>a</sup> | gleichmäßig verteilte Last           |
| Lastgruppen                                                                                                                                      | gr1a             | charakteristischer Wert                                                                 |                         |                          |                               |                                              |                                           | Kombinationswert <sup>b</sup>        |
|                                                                                                                                                  | gr1a             |                                                                                         | charakteristischer Wert |                          |                               |                                              |                                           |                                      |
|                                                                                                                                                  | gr2              | häufiger Wert                                                                           |                         |                          |                               | charakteristischer Wert                      | charakteristischer Wert                   |                                      |
|                                                                                                                                                  | gr3 <sup>d</sup> |                                                                                         |                         |                          |                               |                                              |                                           | charakteristischer Wert <sup>c</sup> |
|                                                                                                                                                  | gr4              |                                                                                         |                         |                          | charakteristischer Wert       |                                              |                                           | charakteristischer Wert              |
|                                                                                                                                                  | gr5              | siehe Anhang A                                                                          |                         | charakteristischer Wert  |                               |                                              |                                           |                                      |
|                                                                                                                                                  |                  | vorherrschender Einwirkungsanteil (gekennzeichnet als zur Gruppe gehöriger Bestandteil) |                         |                          |                               |                                              |                                           |                                      |
| <sup>a</sup> Darf im Nationalen Anhang festgelegt werden (für die erwähnten Fälle).                                                              |                  |                                                                                         |                         |                          |                               |                                              |                                           |                                      |
| <sup>b</sup> Darf im Nationalen Anhang festgelegt werden. Der empfohlene Wert beträgt 3 kN/m².                                                   |                  |                                                                                         |                         |                          |                               |                                              |                                           |                                      |
| <sup>c</sup> Siehe 5.3.2.1(2). Es sollte nur ein Fußweg belastet werden, falls dies ungünstiger ist als der Ansatz von zwei belasteten Fußwegen. |                  |                                                                                         |                         |                          |                               |                                              |                                           |                                      |
| <sup>d</sup> Diese Gruppe bleibt unberücksichtigt, wenn gr4 angesetzt wird.                                                                      |                  |                                                                                         |                         |                          |                               |                                              |                                           |                                      |



#### 4.5.2 Andere repräsentative Werte von mehrkomponentigen Einwirkungen

(1) Die häufige Einwirkung besteht entweder nur aus dem häufigen Wert des Lastmodells 1 oder nur aus dem häufigen Wert des Lastmodells 2 bzw. aus dem häufigen Wert der Lasten auf Geh- oder Radwegen (ungünstigere ist maßgebend), jeweils ohne weitere Begleiteinwirkungen, wie in Tabelle 4.4b definiert.

ANMERKUNG 1 Diese repräsentativen Werte sind für die einzelnen Anteile der Verkehrseinwirkungen im Anhang A2 der EN 1990 definiert.

ANMERKUNG 2 Für quasi-ständige Lasten (im allgemeinen gleich null), siehe Anhang A2 zur EN 1990.

ANMERKUNG 3 Wo der Nationale Anhang sich auf nicht häufige Werte von veränderlichen Einwirkungen bezieht, darf die gleiche wie in 4.5.1 angegebene Regel angewendet werden, indem alle in Tabelle 4.4a angegebenen charakteristischen Werte durch nicht häufige Werte, die im Anhang A2 der EN 1990 definiert sind, ersetzt werden. Die anderen genannten Werte der Tabelle sollten nicht modifiziert werden. Für Straßenbrücken ist die nicht-häufige Gruppe gr2 praktisch nicht maßgebend.

**Tabelle 4.4 b — Anwendung von Gruppen für Verkehrslasten  
(häufige Werte von mehrkomponentigen Einwirkungen)**

|                                                                                                                               |      | Fahrbahn                |                   | Fußwege und Radwege        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|-------------------|----------------------------|
| Belastungsart                                                                                                                 |      | Vertikallasten          |                   |                            |
| Verweise                                                                                                                      |      | 4.3.2                   | 4.3.3             | 5.3.2 (1)                  |
| Lastmodell                                                                                                                    |      | LM1 (TS und UDL System) | LM2 (Einzelachse) | Gleichmäßig verteilte Last |
|                                                                                                                               | gr1a | häufiger Wert           |                   |                            |
| Lastgruppen                                                                                                                   | gr1b |                         | häufiger Wert     |                            |
|                                                                                                                               | gr3  |                         |                   | häufiger Wert <sup>a</sup> |
| <sup>a</sup> Es sollte nur ein Fußweg belastet werden, falls dies ungünstiger ist als der Ansatz von zwei belasteten Fußwegen |      |                         |                   |                            |

#### 4.5.3 Lastgruppen bei vorübergehenden Bemessungssituationen

(1) Die Regelungen von 4.5.1 und 4.5.2 sind mit den nachstehenden Modifikationen anwendbar.

(2) Bei Nachweisen für vorübergehende Bemessungssituationen sollten die in Verbindung mit der Doppelachse stehenden charakteristischen Werte zu  $0,8\alpha_{Qi}Q_{ik}$  angenommen werden. Alle anderen charakteristischen, häufigen und quasi ständigen Werte sowie die Horizontalbelastungen verbleiben unverändert mit den für die ständige Bemessungssituation festgelegten Werten (d. h. sie werden nicht proportional zum Gewicht der Doppelachse abgemindert).

ANMERKUNG Bei vorübergehenden Bemessungssituationen infolge von Straßen- oder Brückenunterhaltung ist der Verkehr üblicherweise ohne wesentliche Abminderung auf kleinere Bereiche konzentriert, und lang dauernde Verkehrsstaus sind häufig. Jedoch können für den Fall, dass die schwersten Lastkraftwagen durch entsprechende Beschilderungen ferngehalten werden, größere Abminderungen vorgenommen werden.

## 4.6 Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen

### 4.6.1 Allgemeines

(1) Der über die Brücke fließende Verkehr führt zu einem Spannungsspektrum, das Ermüdung herbeiführen kann. Das Spannungsspektrum hängt von den Abmessungen der Fahrzeuge, den Achslasten, dem Fahrzeugabstand, der Verkehrszusammensetzung und deren dynamischen Wirkungen ab.

(2) Nachfolgend sind fünf Ermüdungslastmodelle mit vertikalen Lasten formuliert. Normalerweise ist es nicht erforderlich, Horizontallasten zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die Horizontalkräfte dürfen bei einem Einzelprojekt gleichzeitig mit den Vertikalkräften angesetzt werden, z. B. sind gelegentlich die Fliehkräfte in Verbindung mit den Vertikallasten zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 2 Die Anwendung der verschiedenen Ermüdungslastmodelle ist in den entsprechenden EN 1992 bis EN 1999 geregelt.

- a) Die Ermüdungslastmodelle 1, 2 und 3 dienen dazu, die maximalen und minimalen Spannungen infolge der möglichen Anordnung jedes dieser Modelle auf der Brücke zu bestimmen. In vielen Fällen wird nur die algebraische Differenz zwischen diesen Spannungen in den bemessungs-relevanten Eurocodes verwendet.
- b) Die Ermüdungslastmodelle 4 und 5 dienen zur Ermittlung der Bandbreite des Spannungsspektrums aus der Überfahrt von Lastkraftwagen.
- c) Die Ermüdungslastmodelle 1 und 2 dienen zum Nachweis, ob eine unbegrenzte Ermüdungslebensdauer angenommen werden kann, wenn ein Ermüdungsgrenzwert für eine konstante Spannungsamplitude gegeben ist. Daher sind diese Modelle für Stahlkonstruktionen geeignet. Sie können für andere Baumaterialien ungeeignet sein. Das Ermüdungslastmodell 1 ist grundsätzlich konservativ und deckt mehrstreifige Einwirkungen ab. Das Ermüdungslastmodell 2 ist genauer als das Ermüdungslastmodell 1, wenn das gleichzeitige Auftreten von mehreren Schwerlastfahrzeugen auf der Brücke bei Ermüdungsnachweisen außer Acht gelassen werden kann. Falls dies nicht der Fall ist, sollte es nur angewendet werden, wenn es durch weitere Angaben ergänzt wird. Siehe Nationaler Anhang.
- d) Die Ermüdungslastmodelle 3, 4 und 5 dienen zur Berechnung der Ermüdungslebensdauer unter Verwendung der in den Eurocodes für Bemessung niedergelegten Kurven der Ermüdungsfestigkeit. Sie sollten nicht zum Nachweis, ob eine unbegrenzte Ermüdungslebensdauer angenommen werden kann, verwendet werden. Aus diesem Grunde sind sie zahlenmäßig nicht mit den Ermüdungslastmodellen 1 und 2 vergleichbar. Das Ermüdungslastmodell 3 kann auch für den direkten Nachweis mit vereinfachten Berechnungsmethoden benutzt werden, in denen der Einfluß des jährlichen Verkehrsaufkommens und gewisser Brückenabmessungen durch den materialabhängigen Anpassungsfaktor  $\lambda_e$  berücksichtigt wird.
- e) Das Ermüdungs-Lastmodell 4 ist für eine Vielzahl von Brücken und Verkehrszusammensetzungen genauer als das Ermüdungslastmodell 3, wenn die gleichzeitige Anwesenheit von mehreren Schwerlastfahrzeugen auf der Brücke unberücksichtigt bleiben kann. Falls dies nicht der Fall ist, sollte es nur angewendet werden, wenn es durch weitere Angaben ergänzt wird; die spezifiziert oder im Nationalen Anhang festgelegt sind.
- f) Das Ermüdungslastmodell 5 ist das allgemein Gültigste; es verwendet aktuelle Verkehrsdaten.

ANMERKUNG 3 Die Zahlenwerte der Belastungen der Ermüdungslastmodelle 1 bis 3 passen zu typischem Schwerverkehr auf den europäischen Autobahnen und Hauptstrecken. (Verkehrskategorie Nummer 1 wie in Tabelle 4.5 angegeben.)

ANMERKUNG 4 Die Zahlenwerte der Lastmodelle 1 und 2 dürfen für ein Einzelprojekt oder im Nationalen Anhang geändert werden, falls andere Verkehrskategorien zu berücksichtigen sind. In diesem Fall sollten die bei den beiden Modellen vorgenommenen Änderungen proportional sein. Beim Ermüdungslastmodell 3 hängt die Änderung von der Nachweisführung ab.

(3) Für Ermüdungsnachweise sollte die Verkehrskategorie der Brücke mindestens festgelegt werden durch:

- Anzahl der Streifen mit Lastkraftverkehr,
- Anzahl der Lastkraftwagen  $N_{\text{obs}}$  (maximales Fahrzeuggewicht größer als 100 kN) je Jahr und Streifen aus Verkehrszählungen oder -schätzungen.

ANMERKUNG 1 Die Verkehrsklassen und Werte dürfen im Nationalen Anhang festgelegt werden. Die Zahlenwerte von  $N_{\text{obs}}$  der Tabelle 4.5 beziehen sich auf einen Streifen mit LKW-Verkehr unter Verwendung der Ermüdungslastmodelle 3 und 4. Auf jedem Streifen mit schnellem Verkehr sollten zusätzlich 10% von  $N_{\text{obs}}$  berücksichtigt werden.

**Tabelle 4.5 — Anzahl erwarteter Lastkraftwagen je Jahr für einen LKW-Fahrstreifen**

| Verkehrskategorien |                                                                                              | $N_{\text{obs}}$ je Jahr und je LKW-Fahrstreifen |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1                  | Straßen und Autobahnen mit zwei oder mehr Fahrstreifen je Fahrtrichtung mit hohem LKW-Anteil | $2,0 \times 10^6$                                |
| 2                  | Straßen und Autobahnen mit mittlerem LKW-Anteil                                              | $0,5 \times 10^6$                                |
| 3                  | Hauptstraßen mit geringem LKW-Anteil                                                         | $0,125 \times 10^6$                              |
| 4                  | Örtliche Straße mit geringem LKW-Anteil                                                      | $0,05 \times 10^6$                               |

ANMERKUNG 2 Tabelle 4.5 reicht ggf. zur Charakterisierung des Verkehrs für Ermüdungsnachweise nicht aus. Andere zu berücksichtigende Parameter können sein:

- Prozentsatz der Fahrzeugtypen (siehe z. B. Tabelle 4.7) entsprechendem „Verkehrstyp“,
- Parameter zur Festlegung der Verteilung der einzelnen Fahrzeuggewichte oder Achslasten.

ANMERKUNG 3 Es gibt keine allgemeine Beziehung zwischen den Verkehrskategorien für Ermüdungsnachweise und den in 4.2.2 und 4.3.2 genannten Lastklassen sowie den zugehörigen Faktoren.

ANMERKUNG 4 Zwischenwerte von  $N_{\text{obs}}$  sind nicht ausgeschlossen; es ist aber unwahrscheinlich, daß deren Anwendung einen wesentlichen Einfluß auf die Lebensdauer bei Ermüdung hat.

(4) Zur Ermittlung globaler Einwirkungen (z. B. für Hauptträger) sollten alle Modelle für Ermüdungsnachweise in der Achse der rechnerischen Fahrstreifen angeordnet werden; jeweils übereinstimmend mit den in 4.2.4 (2) und (3) angegebenen Prinzipien und Regeln. Die LKW-Fahrstreifen sollten bei Entwurf, Berechnung und Bemessung festgelegt werden.

(5) Zur Ermittlung lokaler Einwirkungen (z. B. für Fahrbahnplatten) sollten die Lastmodelle in der Achse der rechnerischen Fahrstreifen angeordnet werden. Die rechnerischen Fahrstreifen können dabei an jeder beliebigen Stelle der Fahrbahn liegen. Wenn jedoch die Stellung der Fahrzeuge der Ermüdungsmodelle 3, 4 und 5 in Brückenquerrichtung wesentlich für die zu ermittelnden Einwirkungen ist, sollte eine entsprechend Bild 4.6 angegebene statistische Häufigkeitsverteilung der Stellung in Querrichtung berücksichtigt werden.

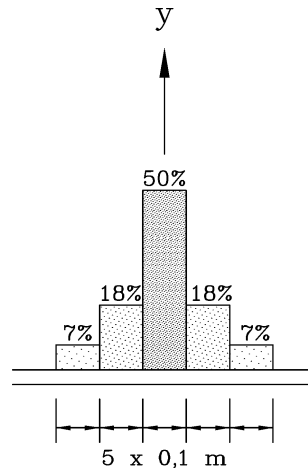


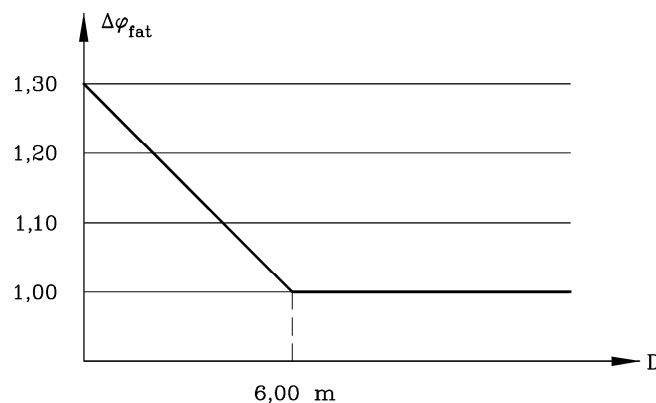
**Bild 4.6 — Häufigkeitsverteilung der Fahrzeugachsen in Brückenquerrichtung**

(6) Die Lastmodelle 1 bis 4 für Ermüdungsnachweise beinhalten dynamische Vergrößerungsfaktoren bei Annahme einer guten Belagsqualität (siehe Anhang B). Ein zusätzlicher Vergrößerungsfaktor  $\Delta\varphi_{\text{fat}}$  sollte in der Nähe von Fahrbahnübergängen berücksichtigt und für alle Lasten angenommen werden.

$$\Delta\varphi_{\text{fat}} = 1,30 \left( 1 - \frac{D}{6} \right) ; \quad \Delta\varphi_{\text{fat}} \geq 1 \quad (4.7)$$

Dabei ist

$D$  der Abstand (m) des Querschnitts von dem betrachteten Fahrbahnübergang, siehe Bild 4.7.



### Legende

$\Delta\varphi_{\text{fat}}$  : Zusätzlicher Vergrößerungsfaktor

$D$  : Abstand des Querschnitts von dem betrachteten Fahrbahnübergang

**Bild 4.7 — Repräsentativer Wert des zusätzlichen Vergrößerungsfaktors**

ANMERKUNG Eine auf der sicheren Seite liegende, oftmals hinreichende Vereinfachung kann darin bestehen,  $\Delta\varphi_{\text{fat}} = 1,3$  für alle Querschnitte bis zu 6 m vom Fahrbahnübergang entfernt anzunehmen. Der dynamische Vergrößerungsfaktor darf im Nationalen Anhang modifiziert werden.

#### 4.6.2 Lastmodell 1 für Ermüdung (entspricht annähernd LM1)

(1) Ermüdungslastmodell 1 entspricht der Konfiguration des in 4.3.2 definierten Lastmodells 1 mit Achslasten von  $0,7Q_{ik}$  und gleichmäßig verteilten Lasten von  $0,3q_{ik}$  und  $0,3q_{rk}$  ( falls nicht anderweitig festgelegt).

ANMERKUNG Die Zahlenwerte der Lasten des Ermüdungslastmodells 1 sind ähnlich denen für das häufige Lastmodell. Jedoch wäre die Übernahme des häufigen Lastmodells ohne Anpassung außergewöhnlich konservativ gewesen, verglichen mit den anderen Modellen, insbesondere für große belastete Flächen. Für Einzelprojekte kann  $q_{rk}$  vernachlässigt werden.

(2) Die Maximal- und Minimalspannungen ( $\sigma_{FLM,max}$  und  $\sigma_{FLM,min}$ ) sollten aus den möglichen Laststellungen des Modells auf der Brücke bestimmt werden.

#### 4.6.3 Lastmodell 2 für Ermüdungsberechnungen (Gruppe von „häufigen“ Lastkraftwagen)

(1) Das Ermüdungslastmodell 2 besteht aus einer Gruppe idealisierter Fahrzeuge, bezeichnet als „häufige“ Lastkraftwagen. Sie sollten wie in (3) beschrieben angewendet werden.

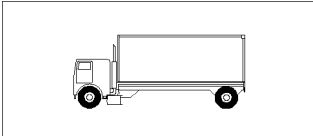
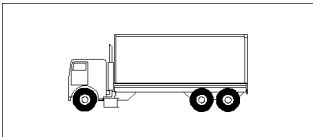
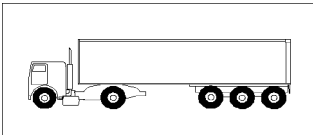
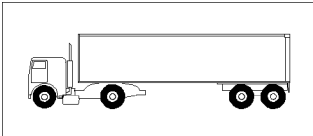
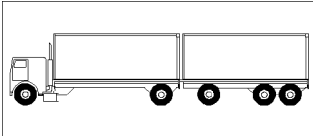
(2) Jedes „häufige“ Fahrzeug ist definiert durch:

- die Achsanzahl und den Achsabstand (Tabelle 4.6, Spalte 1 und 2),
- die häufige Last jeder Achse (Tabelle 4.6, Spalte 3),
- die Radaufstandsfläche und den Radabstand in Querrichtung (Spalte 4 von Tabelle 4.6 und Tabelle 4.8).

(3) Die maximalen und minimalen Spannungen sollten aus der ungünstigsten Wirkung verschiedener Lastkraftwagen bestimmt werden. Die verschiedenen Lastkraftwagen sollten getrennt berücksichtigt werden; sie fahren für sich allein auf den jeweiligen Streifen.

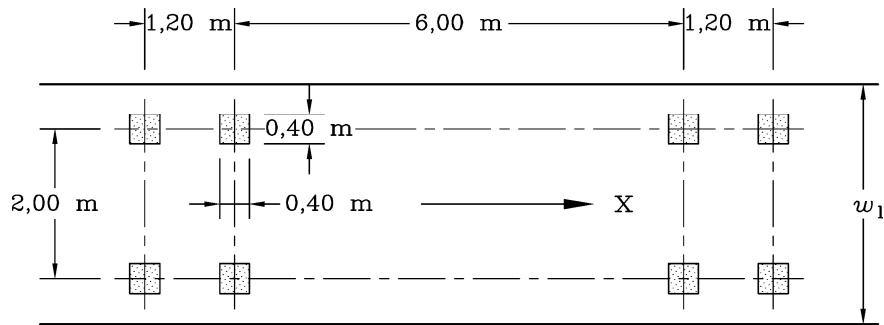
ANMERKUNG Wenn einige dieser Lastkraftwagen offensichtlich die Ungünstigsten sind, können die anderen unberücksichtigt bleiben.

Tabelle 4.6 — Gruppe von „häufigen“ Lastkraftwagen

| 1                                                                                   | 2                            | 3                              | 4                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Ansicht der Lastkraftwagen                                                          | Achs-<br>abstand<br>(m)      | Häufige<br>Achslast<br>(kN)    | Reifenart (siehe<br>Tabelle 4.8) |
|    | 4,5                          | 90<br>190                      | A<br>B                           |
|    | 4,20<br>1,30                 | 80<br>140<br>140               | A<br>B<br>B                      |
|   | 3,20<br>5,20<br>1,30<br>1,30 | 90<br>180<br>120<br>120<br>120 | A<br>B<br>C<br>C<br>C            |
|  | 3,40<br>6,00<br>1,80         | 90<br>190<br>140<br>140        | A<br>B<br>B<br>B                 |
|  | 4,80<br>3,60<br>4,40<br>1,30 | 90<br>180<br>120<br>110<br>110 | A<br>B<br>C<br>C<br>C            |

#### 4.6.4 Lastmodell 3 für Ermüdungsberechnungen (Einzelfahrzeugmodell)

(1) Dieses Modell besteht aus vier Achsen mit je zwei identischen Rädern. Bild 4.8 zeigt die Geometrie. Die Achslasten betragen je 120 kN; die Aufstandsfläche jedes Rads ist ein Quadrat mit 0,40 m Seitenlänge.



### Legende

$w_1$  : Spurbreite  
X : Brückenlängsachse

**Bild 4.8 — Ermüdungslastmodell 3**

(2) Die maximalen und minimalen Spannungen sowie die Spannungsunterschiede, d. h. ihre algebraische Differenz aus der Überfahrt des Modells über die Brücke, sollten berechnet werden.

(3) Wo maßgebend, sollten zwei Fahrzeuge in der gleichen Spur berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Bedingungen zur Anwendung dieser Regel dürfen im Nationalen Anhang oder für das Einzelprojekt festgelegt werden. Mögliche Bedingungen werden nachstehend angegeben:

- ein Fahrzeug ist wie in (1) oben definiert,
- die Geometrie des zweiten Fahrzeugs ist wie in (1) oben definiert und das Gewicht jeder Achse entspricht 36 kN (anstatt 120 kN),
- der Abstand zwischen den Achsen, gemessen von der Mitte der beiden Fahrzeuge aus, ist nicht kleiner als 40m.

### 4.6.5 Lastmodell 4 für Ermüdungsberechnungen (Gruppe von „Standardlastkraftwagen“)

(1) Das Ermüdungslastmodell 4 besteht aus einer Gruppe von Standardlastkraftwagen, die zusammen Einwirkungen erzeugen, wie sie aus typischem Verkehr auf europäischen Straßen entstehen. Es sollte eine den Verkehrszusammensetzungen entsprechende, für die jeweilige Strecke prognostizierte Gruppe von Lastkraftwagen entsprechend den Tabellen 4.7 und 4.8 berücksichtigt werden.