

Bauer
Müller
Hensel
Lubinski

Straßenbrücken in Massivbauweise nach Eurocode 2

Beispiele prüffähiger
Stand sicherheitsnachweise

Stahlbeton- und
Spannbetonüberbauten

4. Auflage

Bauwerk
Beuth

**Straßenbrücken in Massivbauweise
nach Eurocode 2**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauer
Prof. Dr.-Ing. Michael Müller
M. Eng. Thomas Hensel
M. Eng. Stefan Lubinski

Straßenbrücken in Massivbauweise nach Eurocode 2

**Beispiele prüffähiger
Stand sicherheitsnachweise**

**Stahlbeton- und
Spannbetonüberbauten**

4. Auflage

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Bauwerk

© 2019 Beuth Verlag GmbH

Berlin · Wien · Zürich

Saatwinkler Damm 42-43

13627 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0

Telefax: +49 30 2601-1260

Internet: www.beuth.de

E-Mail: kundenservice@beuth.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden vom Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

Druck und Bindung: Colonel, Krakow

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706.

ISBN 978-3-410-23261-2

Vorwort

Dieses Buch enthält zwei vollständige Standsicherheitsnachweise aus dem Straßenbrückenbau: eine Stahlbetonvollplatte und einen Spannbetonzweifeldträger nach den im Jahr 2013 im Brückenbau eingeführten EUROCODES (DIN EN 1990 bis DIN EN 1992), einschließlich der zugehörigen nationalen Anhänge.

Die praxisnahen Beispiele sind so ausgewählt, dass die komplette Bemessung mit Handrechnungen nachvollzogen werden kann. Ziel dieses Buches ist es, durch die direkten Verweise auf die Normtexte eine schnelle und effektive Einarbeitung in die aktuellen EUROCODES zu ermöglichen.

Das Buch richtet sich an die erfahrenen Planungsingenieure, denen die Straßenbauverwaltungen ein Hilfsmittel zur Anfertigung von prüffähigen statischen Berechnungen nach den EUROCODES an die Hand geben wollten. Damit ist das Buch zwar nicht in erster Linie als Lehrbuch gedacht, wird aber auch Studenten einen praxisnahen Einstieg in das Aufstellen von Standsicherheitsnachweisen ermöglichen.

Da sich die EUROCODES von den DIN-Fachberichten in vielen Punkten unterscheiden, wurden beide Beispiele komplett überarbeitet und ergänzt.

Besonderer Dank gilt Frau M. Eng. K. Oelze, Frau M. Eng. S. Schäfer und Herrn M. Eng. R. Philipp, die maßgeblich an der Aufstellung der beiden statischen Berechnungen beteiligt waren.

Gerne nutzen die Verfasser die Gelegenheit, dem Beuth Verlag für die angenehme und unkomplizierte Zusammenarbeit zu danken. Dank sagen wir auch Herrn N. Bauer und Frau F. Igel für die wertvolle Zuarbeit.

Magdeburg, im März 2019

Thomas Bauer
Michael Müller
Thomas Hensel
Stefan Lubinski

Vorwort zur 1. Auflage

Dieses Buch enthält zwei vollständige Standsicherheitsnachweise aus dem Straßenbrückenbau: eine Stahlbetonvollplatte und einen Spannbetonzweifeldträger nach dem Ende letzten Jahres veröffentlichten DIN – Fachberichten 101 und 102. Die praxisnahen Beispiele sind so ausgewählt, dass die komplette Bemessung mit Handrechnungen nachvollzogen werden kann. Ziel dieses Buches ist es, durch die direkten Verweise auf die Normtexte eine schnelle und effektive Einarbeitung in die neue Normgeneration zu ermöglichen. Das Buch richtet sich an die erfahrenen Planungsingenieure, denen die Straßenbauverwaltungen ein Hilfsmittel zur Anfertigung von prüffähigen statischen Berechnungen nach EUROCODE an die Hand geben wollte. Damit ist das Buch zwar nicht in erster Linie als Lehrbuch gedacht, wird aber auch Studenten einen praxisnahen Einstieg in das Aufstellen von Standsicherheitsnachweisen ermöglichen.

Anlass zur Abfassung war die für dieses Jahr geplante endgültige Einführung der DIN – Fachberichte zu Lastannahmen (Fachbericht 101) und zur Bemessung massiver Brücken (Fachbericht 102).

Besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. L. Schragow, Herrn Dipl.-Ing. T. Bartel und Herrn Dipl.-Ing. C. Gänger, die maßgeblich an der Aufstellung der beiden Statischen Berechnungen beteiligt waren.

Gerne benutzen die Verfasser die Gelegenheit, dem Bauwerk–Verlag für die angenehme Zusammenarbeit zu danken. Dank sagen wir auch Herrn H. Ziege, Herrn G. König, Frau K. K. Bauer und Herrn C. Zuber.

Lübs, im Januar 2002

Thomas Bauer
Michael Müller

Gesamtinhaltsverzeichnis

Teil A:	STATISCHE BERECHNUNG des Neubaus einer Straßenbrücke über die Bode bei Hohenerxleben	Seite 1-1 bis 1-18 Seite 2-1 bis 2-250
	Bauteil: Stahlbetonüberbau	
Teil B:	STATISCHE BERECHNUNG des Neubaus einer Wirtschaftswegüberführung bei Lübs	Seite 1-1 bis 1-14 Seite 2-1 bis 2-190
	Bauteil: Spannbetonüberbau	

TEIL A: STATISCHE BERECHNUNG - STAHLBETONÜBERBAU

BAUHERR: Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt

AUFTRAGGEBER: **Ifm - Dessau**

BAUVORHABEN: Neubau einer Straßenbrücke
über die Bode bei Hohenerxleben

BAUTEIL: Stahlbetonüberbau

AUFSTELLER:  Hochschule Magdeburg – Stendal

DATUM: 31.03.2019

Bearbeiter:

Prof. Dr.-Ing. Michael Müller
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg

M. Eng. Stefan Lubinski
Müller + Hirsch Ingenieurgesellschaft mbH
Große Diesdorfer Straße 21
39108 Magdeburg

M. Eng. Thomas Hensel
Müller + Hirsch Ingenieurgesellschaft mbH
Große Diesdorfer Straße 21
39108 Magdeburg

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode								Bauwerksnummer (ASB)																																																																									
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																								
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal								Datum: 31.03.2019																																																																									
<h1>1 Allgemeines</h1> <p>Die Gliederung der Statischen Berechnung erfolgt gemäß ZTV-ING Teil 1 Abschnitt 2 Anhang A (Ausgabe 10/2018).</p> <h2>1.1 Inhaltsverzeichnis</h2> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Abschnitt</th> <th>Bezeichnung</th> <th>Seite</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Allgemeines</td> <td>1-1</td> </tr> <tr> <td>1.1</td> <td>Inhaltsverzeichnis</td> <td>1-1</td> </tr> <tr> <td>1.2</td> <td>Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>1.2.1</td> <td>Vorbemerkungen und Entwurfsparameter</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>1.2.2</td> <td>Geometrisches System</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>1.2.3</td> <td>Hinweise zum Herstellungs- und Bauverfahren</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>1.3</td> <td>Technische Vorschriften, Gutachten und Literaturhinweise</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Beschreibung des EDV-Programms</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.3.1</td> <td>Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen</td> <td>1-14</td> </tr> <tr> <td>1.3.2</td> <td>Beschreibung des EDV-Programms</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>Abweichungen von Regelwerken</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bauteil: Stahlbetonüberbau</td> <td>2-1</td> </tr> <tr> <td>2.1</td> <td>Berechnungsgrundlagen, wie Rechenmodell, Eingabedaten, Querschnittswerte etc.</td> <td>2-1</td> </tr> <tr> <td>2.1.1</td> <td>Darstellung und Beschreibung des statischen Systems</td> <td>2-4</td> </tr> <tr> <td>2.1.2</td> <td>Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe</td> <td>2-6</td> </tr> <tr> <td>2.1.3</td> <td>Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens</td> <td>2-11</td> </tr> <tr> <td>2.2</td> <td>Einwirkungen</td> <td>2-12</td> </tr> <tr> <td>2.2.1</td> <td>Charakteristische Werte der Einwirkungen</td> <td>2-12</td> </tr> <tr> <td>2.2.1.1</td> <td>Ständige Einwirkungen</td> <td>2-12</td> </tr> <tr> <td>2.2.1.2</td> <td>Vorspannung</td> <td>2-14</td> </tr> <tr> <td>2.2.1.3</td> <td>Veränderliche Einwirkungen</td> <td>2-14</td> </tr> <tr> <td>2.2.1.3.1</td> <td>Vertikale Verkehrslasten</td> <td>2-14</td> </tr> <tr> <td>2.2.1.3.1.1</td> <td>Allgemeines</td> <td>2-14</td> </tr> </tbody> </table>											Abschnitt	Bezeichnung	Seite	1	Allgemeines	1-1	1.1	Inhaltsverzeichnis	1-1	1.2	Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip	1-6	1.2.1	Vorbemerkungen und Entwurfsparameter	1-6	1.2.2	Geometrisches System	1-11	1.2.3	Hinweise zum Herstellungs- und Bauverfahren	1-13	1.3	Technische Vorschriften, Gutachten und Literaturhinweise	1-14		Beschreibung des EDV-Programms		1.3.1	Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen	1-14	1.3.2	Beschreibung des EDV-Programms	1-16	1.4	Abweichungen von Regelwerken	1-17	2	Bauteil: Stahlbetonüberbau	2-1	2.1	Berechnungsgrundlagen, wie Rechenmodell, Eingabedaten, Querschnittswerte etc.	2-1	2.1.1	Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	2-4	2.1.2	Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	2-6	2.1.3	Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens	2-11	2.2	Einwirkungen	2-12	2.2.1	Charakteristische Werte der Einwirkungen	2-12	2.2.1.1	Ständige Einwirkungen	2-12	2.2.1.2	Vorspannung	2-14	2.2.1.3	Veränderliche Einwirkungen	2-14	2.2.1.3.1	Vertikale Verkehrslasten	2-14	2.2.1.3.1.1	Allgemeines	2-14
Abschnitt	Bezeichnung	Seite																																																																																
1	Allgemeines	1-1																																																																																
1.1	Inhaltsverzeichnis	1-1																																																																																
1.2	Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip	1-6																																																																																
1.2.1	Vorbemerkungen und Entwurfsparameter	1-6																																																																																
1.2.2	Geometrisches System	1-11																																																																																
1.2.3	Hinweise zum Herstellungs- und Bauverfahren	1-13																																																																																
1.3	Technische Vorschriften, Gutachten und Literaturhinweise	1-14																																																																																
	Beschreibung des EDV-Programms																																																																																	
1.3.1	Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen	1-14																																																																																
1.3.2	Beschreibung des EDV-Programms	1-16																																																																																
1.4	Abweichungen von Regelwerken	1-17																																																																																
2	Bauteil: Stahlbetonüberbau	2-1																																																																																
2.1	Berechnungsgrundlagen, wie Rechenmodell, Eingabedaten, Querschnittswerte etc.	2-1																																																																																
2.1.1	Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	2-4																																																																																
2.1.2	Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	2-6																																																																																
2.1.3	Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens	2-11																																																																																
2.2	Einwirkungen	2-12																																																																																
2.2.1	Charakteristische Werte der Einwirkungen	2-12																																																																																
2.2.1.1	Ständige Einwirkungen	2-12																																																																																
2.2.1.2	Vorspannung	2-14																																																																																
2.2.1.3	Veränderliche Einwirkungen	2-14																																																																																
2.2.1.3.1	Vertikale Verkehrslasten	2-14																																																																																
2.2.1.3.1.1	Allgemeines	2-14																																																																																
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau								Seite: 1-1																																																																									
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.1 Inhaltsverzeichnis								Archiv Nr.:																																																																									

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
Abschnitt	Bezeichnung		Seite								
2.2.1.3.1.2	Lastmodelle für vertikale Verkehrslasten		2-18								
2.2.1.3.1.2.1	Lastmodell 1		2-18								
2.2.1.3.1.2.2	Lastmodell 4 (Menschenansammlungen)		2-26								
2.2.1.3.1.3	Einwirkungen auf Fußgänger- oder Radweg		2-27								
2.2.1.3.1.4	Lastmodelle für Ermüdungsberechnungen		2-28								
2.2.1.3.1.4.1	Allgemeines		2-28								
2.2.1.3.1.4.2	Ermüdungslastmodell 3 (Einzelfahrzeugmodell)		2-31								
2.2.1.3.2	Temperatureinwirkungen		2-34								
2.2.1.3.3	Wahrscheinliche und mögliche Baugrundbewegungen		2-41								
2.2.1.3.4	Windeinwirkungen		2-42								
2.2.1.3.5	Lasten aus Bremsen und Anfahren		2-46								
2.2.1.3.6	Weitere Einwirkungen gemäß EC1		2-48								
2.2.1.3.6.1	Einwirkungen auf Geländer		2-48								
2.2.1.3.6.2	Fliehkraft		2-49								
2.2.1.3.6.3	Schneelasten		2-49								
2.2.1.3.6.4	Anheben zum Auswechseln von Lagern		2-50								
2.2.1.3.6.5	Militärische Lastklassen		2-51								
2.2.1.3.7	Außergewöhnliche Einwirkungen		2-52								
2.2.1.3.7.1	Allgemeines		2-52								
2.2.1.3.7.2	Einwirkungen aus Fahrzeugen auf der Brücke		2-53								
2.2.1.3.7.2.1	Fahrzeuge auf Geh- und Radwegen von Straßenbrücken		2-53								
2.2.1.3.7.2.2	Anpralllasten auf Schrammborde		2-54								
2.2.1.3.7.2.3	Anpralllasten auf Fahrzeugrückhaltesysteme		2-59								
2.2.1.3.7.2.4	Anpralllasten an tragende Teile		2-65								
2.2.2	Lastkombinationen		2-66								
2.2.2.1	Allgemeines		2-66								
2.2.2.2	Nachweise für Grenzzustände der Tragfähigkeit		2-68								
2.2.2.3	Nachweise für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit		2-70								
2.2.2.4	Gruppen von Verkehrslasten auf Straßenbrücken		2-71								
2.2.2.5	Kombinationsregeln		2-73								
2.2.2.6	Zahlenwerte für ψ -Faktoren		2-75								
2.2.2.7	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen		2-76								
2.2.2.8	Spezielle Regelungen		2-78								
2.3	Schnitt-, Auflager- und Weggrößen		2-80								
2.3.1	Schnittgrößen der Einzellastfälle		2-82								
2.3.1.1	Ständige Einwirkungen		2-82								
2.3.1.2	Vorspannung, Kriechen, Schwinden und Relaxation		2-83								
2.3.1.2.1	Vorspannung		2-83								
2.3.1.2.2	Kriechen, Schwinden und Relaxation		2-83								
2.3.1.3	Verkehrslasten		2-83								
2.3.1.3.1	Lastmodell 1		2-83								
2.3.1.3.2	Anfahren und Bremsen		2-84								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-2								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.1 Inhaltsverzeichnis		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
Abschnitt	Bezeichnung		Seite								
2.3.1.3.3	Ermüdungslastmodell 3		2-85								
2.3.1.4	Temperatureinwirkungen		2-86								
2.3.1.5	Windeinwirkungen		2-86								
2.3.1.6	Anpralllasten auf Schrammborde		2-87								
2.3.1.7	Anpralllasten auf Fahrzeugrückhaltesysteme		2-87								
2.3.2	Lastkombinationen		2-88								
2.3.2.1	Ständige und vorübergehende Bemessungskombination		2-89								
2.3.2.2	Außergewöhnliche Bemessungskombination		2-89								
2.3.2.3	Ermüdungskombination, Basisanteile		2-90								
2.3.2.4	Ermüdungskombination, zyklischer Anteil		2-90								
2.3.2.5	Quasi-ständige Einwirkungskombination		2-91								
2.3.2.6	Häufige Einwirkungskombination		2-91								
2.3.2.7	Seltene Einwirkungskombination		2-91								
2.4	Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit		2-92								
2.4.1	Bemessung für Biegung mit Längskraft		2-92								
2.4.1.1	Ständige und vorübergehende Bemessungssituation		2-93								
2.4.1.2	Außergewöhnliche Bemessungssituation		2-97								
2.4.2	Bemessung für Querkraft		2-97								
2.4.2.1	Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung		2-98								
2.4.2.2	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung		2-100								
2.4.2.2.1	Druckstrebenneigung		2-100								
2.4.2.2.2	Querkraftwiderstand		2-102								
2.4.2.2.3	Nachweis der Druckstrebe des Fachwerkmodells		2-103								
2.4.2.2.4	Ermittlung der erforderlichen Schubbewehrung		2-103								
2.4.3	Nachweis konzentrierter Lasteinleitung		2-105								
2.4.3.1	Nachweis der Teilflächenbelastung		2-105								
2.4.3.2	Aufnahme der Querkzugkräfte		2-107								
2.4.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit für Ermüdung		2-109								
2.4.4.1	Einwirkungskombinationen		2-110								
2.4.4.2	Nachweis von Beton unter Druckbeanspruchung		2-111								
2.4.4.3	Nachweis des Betons unter Querkraftbeanspruchung		2-116								
2.4.4.4	Nachweis des Betonstahls		2-119								
2.4.5	Zusammenfassung der ermittelten Bewehrung		2-128								
2.4.5.1	Konstruktive Mindestbewehrung		2-128								
2.4.5.2	Bewehrung auf der Plattenunterseite		2-129								
2.4.5.3	Bügelbewehrung		2-130								
2.4.5.4	Spaltzugbewehrung im Bereich der Lager		2-130								
2.4.5.5	Überprüfung der Einhaltung der Konstruktionsregeln		2-131								
2.5	Nachweise der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit		2-133								
2.5.1	Begrenzung der Spannungen		2-134								
2.5.1.1	Begrenzung der Betondruckspannungen		2-134								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-3								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.1 Inhaltsverzeichnis		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
Abschnitt	Bezeichnung		Seite								
2.5.1.2	Begrenzung der Betonstahlspannungen		2-139								
2.5.2	Begrenzung der Rissbreiten		2-141								
2.5.2.1	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite		2-141								
2.5.2.2	Begrenzung der Rissbreite ohne direkte Berechnung		2-146								
2.5.2.3	Berechnung der Rissbreite		2-153								
2.5.2.4	Begrenzung der Rissbreite bei Stabwerksmodellen		2-156								
2.5.3	Nachweis der Verformungen		2-158								
2.5.3.1	Durchbiegung von Knoten 307 (Längsträger)		2-162								
2.5.3.2	Durchbiegung von Knoten 114 (Querträger)		2-165								
2.5.3.3	Gesamtdurchbiegung in Feldmitte		2-168								
2.6	Quersystem		2-169								
2.6.1	Statisches Ersatzsystem		2-169								
2.6.2	Charakteristische Werte der Einwirkungen und Schnittgrößen		2-170								
2.6.2.1	Ständige Einwirkungen		2-170								
2.6.2.2	Veränderliche Einwirkungen		2-170								
2.6.2.3	Außergewöhnliche Einwirkungen		2-173								
2.6.3	Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT)		2-179								
2.6.3.1	Bemessung für Biegung mit Längskraft		2-179								
2.6.3.1.1	Ständige und vorübergehende Bemessungssituation		2-179								
2.6.3.1.2	Außergewöhnliche Bemessungssituation		2-181								
2.6.3.2	Bemessung für Querkraft		2-184								
2.6.3.2.1	Ständige und vorübergehende Bemessungssituation		2-184								
2.6.3.2.2	Außergewöhnliche Bemessungssituation		2-186								
2.6.4	Nachweise der Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG)		2-188								
2.6.4.1	Begrenzung der Spannungen für Biegung mit Längskraft		2-188								
2.6.4.2	Begrenzung der Rissbreiten		2-192								
2.6.4.2.1	Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite		2-192								
2.6.4.2.2	Beschränkung der Rissbildung		2-193								
2.6.5	Sonstiges		2-194								
2.7	Bewehrungsskizzen		2-195								
2.7.1	Bewehrungsskizze in Feldmitte		2-195								
2.7.2	Bewehrungsskizze am Auflager		2-196								
2.8	Lagerreaktionen		2-197								
2.8.1	Allgemeines		2-197								
2.8.2	Charakteristische Werte der Auflagerreaktionen		2-198								
2.8.2.1	Ständige Einwirkungen		2-200								
2.8.2.1.1	Eigengewicht		2-200								
2.8.2.1.2	Ausbaulasten		2-203								
2.8.2.1.3	Schwinden		2-206								
2.8.2.2	Veränderliche Einwirkungen		2-210								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-4								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.1 Inhaltsverzeichnis		Archiv Nr.:								

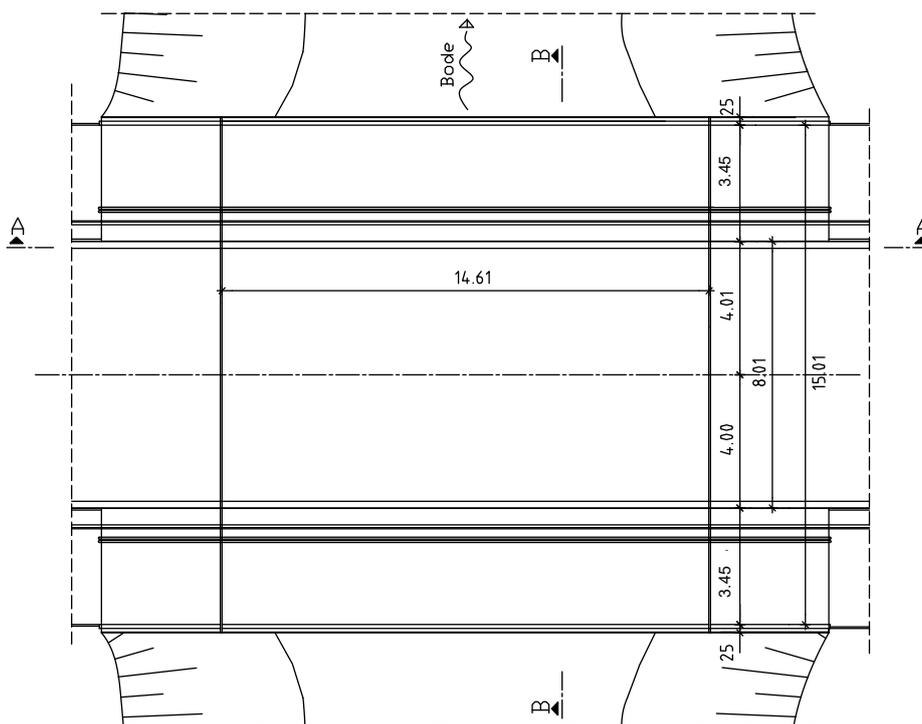
Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	h ² Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
Abschnitt	Bezeichnung		Seite								
2.8.2.2.1	Lastmodell 1		2-210								
2.8.2.2.1.1	Verkehrslasten UDL		2-211								
2.8.2.2.1.2	Verkehrslasten TS		2-214								
2.8.2.2.2	Anfahren und Bremsen		2-217								
2.8.2.2.3	Ermüdungslastmodell 3		2-217								
2.8.2.2.4	Einwirkungen auf das Geländer		2-220								
2.8.2.2.5	Einwirkungen aus Fußgänger- und Radverkehr		2-220								
2.8.2.2.6	Windlasten		2-221								
2.8.2.2.7	Temperatureinwirkungen		2-221								
2.8.2.3	Außergewöhnliche Einwirkungen		2-226								
2.8.2.3.1	Anprall auf Schrammborde		2-226								
2.8.2.3.2	Anprall auf Fahrzeugrückhaltesystem		2-229								
2.8.3	Ausgabe der Lagerlisten		2-233								
2.8.4	Verformungen im Bereich der Übergangskonstruktion		2-242								
2.9	Schlussblatt		2-245								
Anhänge:											
Anhang 1:	Verzeichnis der Tabellen		2-247								
Anhang 2:	Verzeichnis der Abbildungen		2-249								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-5								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.1 Inhaltsverzeichnis		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

1.2 Beschreibung des Gesamtbauwerkes, Allgemeines zum Herstellungsprinzip

1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfparameter

Bei dem Bauwerk handelt es sich um eine Straßenbrücke, welche die Bundesstraße 71 über die Bode überführt. Der Überbau kreuzt das Gewässer in einem Winkel von 100 gon. Er wird als einfeldrige Stahlbetonplatte mit einer Gesamtlänge von $L = 14,60$ m und einer Längsneigung von 1,0 % ausgeführt. Bereiche für Geh- und Radwege werden auf den beiden Kappen angeordnet. Die lichte Durchflusshöhe z des Brückenbauwerkes beträgt bei mittlerem Wasserstand ca. 2,00 m.



Schnitt A-A
siehe Abbildung 1.3

Schnitt B-B
siehe Abbildung 1.4

Abbildung 1.1 Topographische Verhältnisse

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-6
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfparameter	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<p><u>Überbau</u></p> <p>Der Überbau besteht aus einer einfeldrigen mit Betonstahl bewehrten Vollplatte aus Beton C30/37. Die Stützweite beträgt 13,00 m mit einer 0,80 m langen Auskragung in Längsrichtung an jeder Auflagerachse.</p> <p>Bei einer Konstruktionshöhe von $h = 0,85$ m ergibt sich eine Biegeschlankheit von $\lambda = 13,00 / 0,85 = 15,3$.</p> <p>Als Entwurfsvorgabe wird der Überbau für das Lastmodell 1 bemessen. Die Ermüdungsnachweise werden mit dem Ermüdungslastmodell 3 geführt.</p> <p>Die Verwendung der Lastmodelle 2 und 3 des Eurocode 1 Teil 2 sind vom Nationalen Anhang ausgeschlossen.</p> <p>Die Fahrbahn wird auf beiden Seiten durch Kappen mit einer Schrammbordhöhe von 0,075 m eingefasst.</p> <p>Die Auflagerung erfolgt gemäß Lagerschema (siehe Kap. 2.1.1).</p> <p><u>Widerlager</u></p> <p>Die kastenförmigen Widerlager werden flach gegründet. Sie sind nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung.</p> <p><u>Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklasse</u></p> <p>Die Kappen von Straßenbrücken werden direkt mit Tausalz beaufschlagt, es wird XD3 und XF4 gewählt. Alle Überbauten von Straßenbrücken sind dem Sprühnebelbereich zuzuordnen.</p> <p>Der Überbau wird in die folgenden Expositionsklassen eingestuft:</p> <p>XC4 Außenbauteile mit direkter Beregnung</p> <p>XD1 Bauteile im Sprühnebelbereich von Verkehrsflächen</p> <p>XF2 Bauteile im Sprühnebel- oder Spritzwasserbereich von taumittelbehandelten Verkehrsflächen.</p>											
			EC1-2 4.3.2								
			EC1-2 4.6.4								
			EC1-2/NA NDP zu 4.3.1 (2) Anmerkung 2 und NDP zu 4.3.4 (1) Anmerkung								
			RiZ-ING „Kap 1“ Blatt 3								
			EC2-2/NA NDP zu 4.2 (106)								
			DIN-FB 100, Tab.1								
			ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1, Kap. 4 (13)								
			ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1, Kap. 4 (13)								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-7								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfsparameter		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<p>Alle Bauwerke im Bereich der Bundesfernstraßen sind der Feuchtigkeitsklasse WA gemäß der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton“ (Alkali-Richtlinie) zuzuordnen.</p> <p>WA Bauteile unter Tausalzeinwirkungen</p> <p>Als Mindestbetondruckfestigkeitsklasse des Überbaus in Abhängigkeit von den Expositionsklassen ergibt sich damit:</p> <p>XC4 ⇒ C 25/30 XD1 ⇒ C 30/37 XF2 ⇒ C 30/37</p> <p>Mindestbetonfestigkeitsklasse allgemein C 20/25</p> <p>Maßgebend ist damit die Betondruckfestigkeitsklasse C 30/37.</p> <p><u>Fahrbahn</u></p> <p>Der Regelquerschnitt RQ 11B schreibt eine Breite der Fahrbahn von 7,00 m vor. Die Unterbringung der Längsentwässerung erfordert eine Breite des bordseitigen Randstreifens von 0,50 m. Somit ergibt sich eine Fahrbahnbreite von $w = 8,00$ m. Durch Vorborde werden im Brückenbereich die Sicherheitsverkehrsräume von den Fahrbahnverkehrsräumen getrennt. Zusätzlich werden Fahrzeug-Rückhaltesysteme angeordnet. Die Schrammbordhöhe ist auf 0,075 m begrenzt, um zu erreichen, dass das Rad eines abirrenden Fahrzeuges auf den Vorbord aufsteigt, um dann von dem Fahrzeug-Rückhaltesystem abgelenkt zu werden.</p> <p><u>Fahrbahnbelag</u></p> <p>Der Fahrbahnbelag hat die Aufgabe, den Überbau gegen das Eindringen von Oberflächenwasser zu schützen. Er besitzt einen dreiteiligen Aufbau, die Gesamtdicke beträgt 0,08 m und wird mit einer Querneigung von 2,5 % ausgeführt.</p> <p>Die Längsneigung beträgt 1,0 %.</p>			<p>ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1, Kap. 3.1 (3)</p> <p>ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1, Kap. 3.1 (3)</p> <p>DIN-FB 100, Tab. F.2.1 DIN-FB 100, Tab. F.2.1 ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1, Kap.4 (5)</p> <p>EC2-2/NA NDP zu 3.1.2 (102)P</p> <p>RAL Bild 10</p>								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-8								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfsparameter		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<p>Der Fahrbahnbelag hat folgenden Aufbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dichtungsschicht zweilagig aus einer Bitumenschweißbahn d = 1,0 cm RiZ-ING „Dicht 4“ • Schutzschicht aus Asphaltbeton d = 0,035 m • Deckschicht aus Gussasphalt d = 0,035 m <p><u>Absturzsicherungen, Schutzeinrichtungen</u></p> <p>Die Geh- und Radwegbereiche erhalten auf den Außenseiten ein Füllstabgeländer mit einer Geländerhöhe von 1,30 m. Auf der Fahrbahnseite ist ein Fahrzeug-Rückhaltesystem entsprechend der Aufhaltstufe H2 anzuordnen.</p> <p>ZTV-ING Teil 8 Tab. 8.4.1 RiZ-ING „Gel 4“ & „Gel 10“</p> <p>RPS Tab. 5</p> <p><u>Widerlager</u></p> <p>Die kastenförmigen Widerlager werden flach gegründet. Sie sind nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung.</p> <p>Tabelle 1.1 zeigt die Zusammenfassung der Entwurfparameter.</p>											
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 1-9								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfparameter		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

Tabelle 1.1 Entwurfparameter

Geometrie	
Gesamtlänge	L = 14,60 m
Stützweite	l _{eff} = 13,00 m
Gesamtbreite	B = 15,40 m
Breite des Überbaus an der Unterseite	B = 9,00 m
Breite zwischen den Geländern	b _{Gel} = 14,90 m
Breite zwischen den Schrammborden	b _{SB} = 8,00 m
Gesamtbauhöhe	h _M = 0,93 m
Konstruktionshöhe	h = 0,85 m
Biegeschlankheit	λ = 15,3
Fahrbahnradius	R = ∞
Kreuzungswinkel	α = 100 gon
Kleinste lichte Durchflusshöhe	z = 2,00 m
Baustoffe	
Beton	C30/37
Betonstahl	B500B, hochduktil
Umweltbedingungen	XC4, XD1, XF2, WA
Sonstige Randbedingungen	
Verkehrskategorie	Straßen und Autobahnen mit mittlerem LKW-Anteil
Entwurfsgeschwindigkeit	100 km/h
Anzahl der LKW-Fahrstreifen	1
Anzahl LKW pro Jahr N _{obs}	0,5 · 10 ⁶
Beiwert der Verkehrsart \bar{Q}	0,94
Beiwert der Oberflächenrauigkeit φ_{fat}	1,20
Bemessungslebensdauer N _{years}	100 Jahre
Projektspezifische Einwirkungen	
Lastmodell 1	α _{Q1} = 1,00
	α _{Q2} = 1,00
	α _{q1} = 1,33
	α _{q2} = 2,40
	α _{qr} = 1,20
Ermüdungslastmodell 3	
Fahrzeug-Rückhaltesystem auf Überbau	
Aufhaltstufe	H2
Klasse der Horizontalkraft	B

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-10
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.1 Vorbemerkungen und Entwurfparameter	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

1.2.2 Geometrisches System

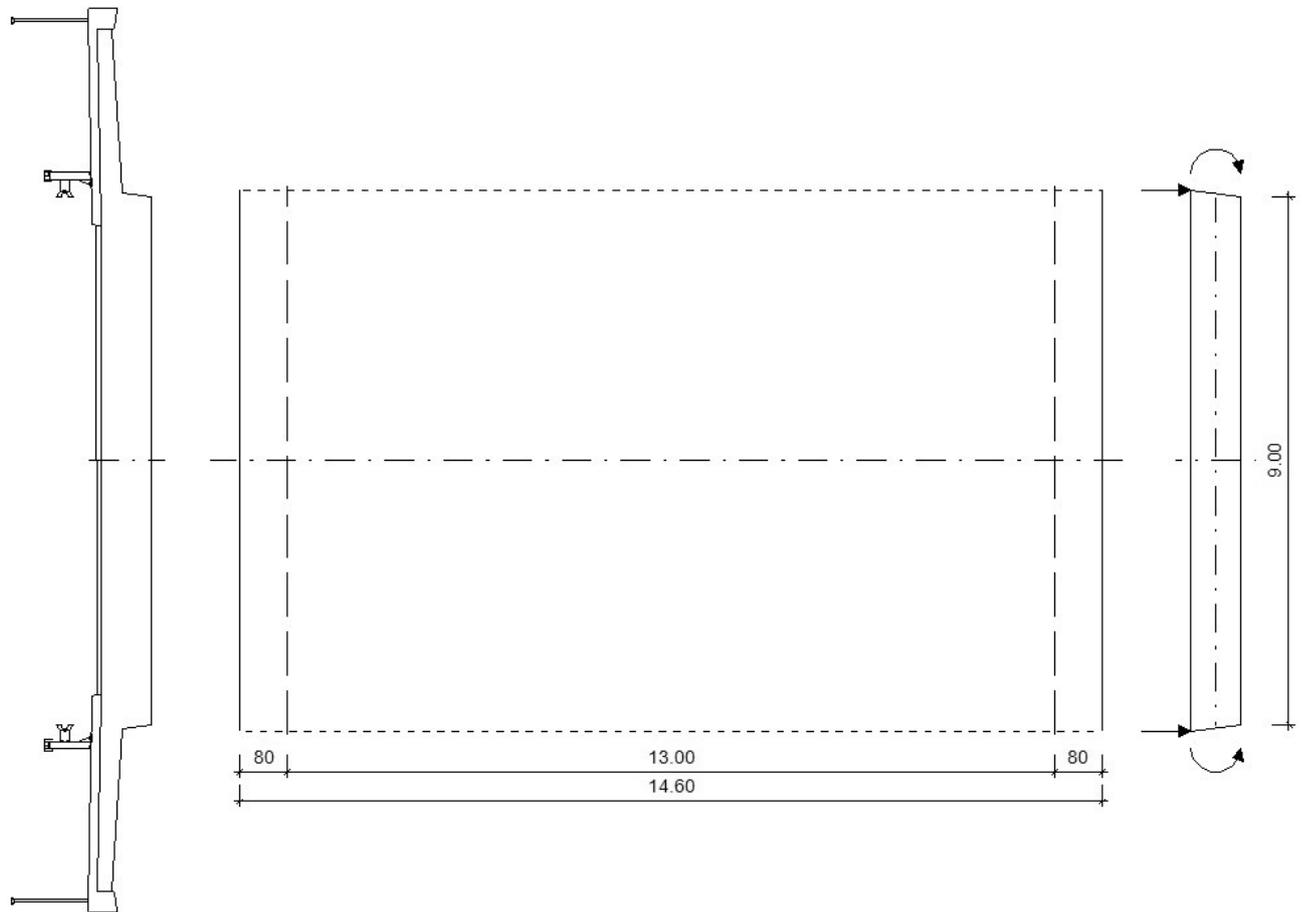


Abbildung 1.2 Grundriss des Tragwerkes

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-11
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.2 Geometrisches System	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

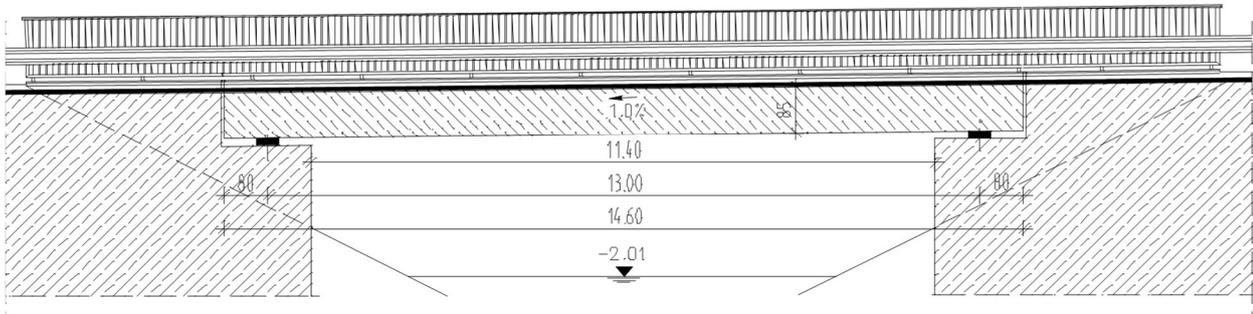


Abbildung 1.3 Längsschnitt des Tragwerkes (Schnitt A – A)

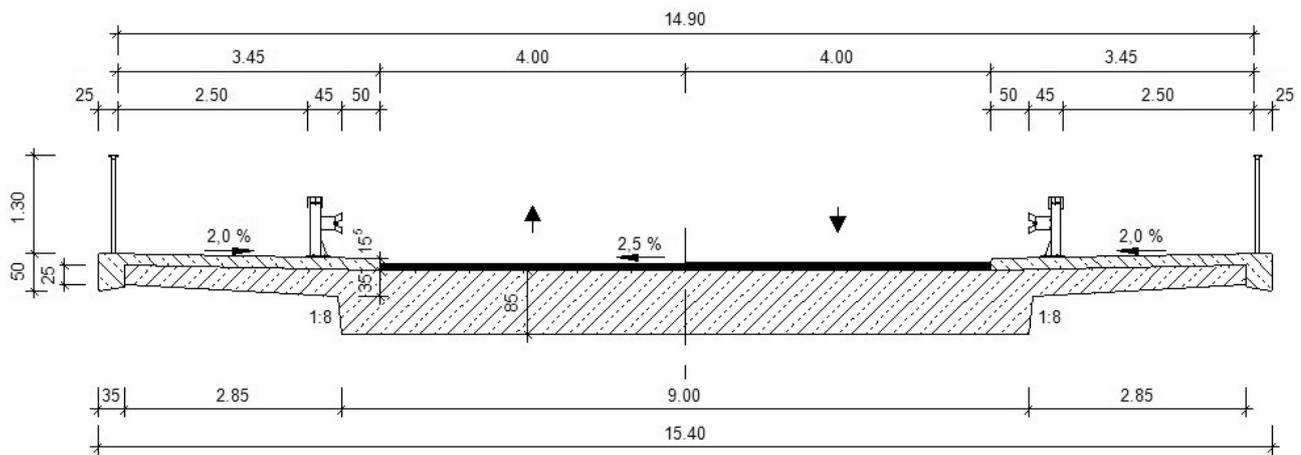


Abbildung 1.4 Querschnitt des Tragwerkes (Schnitt B – B)

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-12
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.2 Geometrisches System	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p>1.2.3 Hinweise zum Herstellungs- und Bauverfahren</p> <p>Das Tragwerk wird in Ortbetonbauweise als Stahlbetonvollplatte mit Betonstahlbewehrung ausgeführt. Nachgewiesen wird der Endzustand.</p> <p>Im Rahmen dieser Hauptstatik werden im Weiteren keine Bauzustände untersucht.</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau									Seite: 1-13
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.2.3 Hinweise zum Herstellungs- und Bauverfahren									Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

1.3 Technische Vorschriften, Gutachten, Literaturhinweise und Beschreibung des EDV-Programms

1.3.1 Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen

Nachfolgend werden die im Rahmen dieser Berechnung zugrunde gelegten Regelwerke und verwendeten Unterlagen aufgeführt.

Tabelle 1.2 Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen

	verw. Abk.	Bezeichnung	Fassung
Eurocode 0	EC-0	Grundlagen der Tragwerksplanung	
	EC-0	Grundlagen der Tragwerksplanung	12/2010
	EC-0/NA	Grundlagen der Tragwerksplanung – NA	12/2010
	EC-0/NA/A1	Grundlagen der Tragwerksplanung – NA A1	08/2012
Eurocode 1	EC-1	Einwirkungen auf Tragwerke	
	EC-1-1-1	Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten	12/2010
	EC-1-1-1/NA	Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten – NA	12/2010
	EC-1-1-1/NA/A1	Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten – NA A1	05/2015
	EC-1-1-4	Windlasten	12/2010
	EC-1-1-4/NA	Windlasten – NA	12/2010
	EC-1-1-5	Temperatureinwirkungen	12/2010
	EC-1-1-5/NA	Temperatureinwirkungen – NA	12/2010
	EC-1-1-7	Außergewöhnliche Einwirkungen	12/2010
	EC-1-1-7/A1	Außergewöhnliche Einwirkungen A1	08/2014
	EC-1-1-7/NA	Außergewöhnliche Einwirkungen – NA	12/2010
	EC-1-2	Verkehrslasten auf Brücken	12/2010
	EC-1-2/NA	Verkehrslasten auf Brücken – NA	08/2012
Eurocode 2	EC-2	Bemessung u. Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken	
	EC-2-1-1	Allg. Bemessungsregeln	01/2011
	EC-2-1-1/A1	Allg. Bemessungsregeln A1	03/2015
	EC-2-1-1/NA	Allg. Bemessungsregeln – NA	04/2013
	EC-2-1-1/NA/A1	Allg. Bemessungsregeln – NA A1	12/2015
	EC-2-2	Bemessung von Betonbrücken	12/2010
	EC-2-2/NA	Bemessung von Betonbrücken – NA	04/2013
Beton	DIN FB 100	Zusammenstellung von DIN EN 206-1 Beton – Teil 1 und DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 2	03/2010

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-14
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.3.1 Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

Tabelle 2 Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen (fortgesetzt)

	verw. Abk.	Bezeichnung	Fassung
Betonstahl	DIN 488-1	Betonstahl – Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung	08/2009
	DIN 488-2	Betonstahl – Teil 2: Betonstabstahl	08/2009
ZTV-ING	ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten	10/2018
RIZ-ING	RIZ-ING	Richtzeichnungen für Ingenieurbauten	12/2017
RE-ING	RE-ING	Richtlinie für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauwerken	12/2017
ARS 22/2012	ARS 22/2012	Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 22/2012 inkl. Anlagen 1 bis 6	11/2012
RAL	RAL	Richtlinien für die Anlage von Landstraßen	2012
RPS	RPS	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme	2009
EFG-Liste	EFG	Einsatzfreigabeliste für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland	30.4.2015
DAfStb-Heft 600	Heft 600	Erläuterung zur DIN EN 1992-1-1 und NA1-11	2012
BAST Heft B 138	Heft B 138	Rückhaltesysteme auf Brücken – Einwirkungen aus Fahrzeuganprall und Einsatz von Schutzeinrichtungen auf Bauwerken	05/2017
Erläuterung zu DIN V ENV 1992	[1]	Tragwerke aus bewehrtem Beton nach Eurocode 2 (DIN V ENV 1992 Teil 1-1) im Vergleich zu DIN 1045 und DIN 4227: Normen, Erläuterungen, Beispiele, Beuth Verlag GmbH, Werner-Verlag GmbH	1993
Goris, Hegger	[2]	Stahlbetonbau aktuell 2013, Beuth Verlag GmbH	2013
Empelmann, Wichers	[3]	Stabwerke und Teilflächenbelastung nach DIN 1045-1 und Eurocode 2 – Modelle und Anwendungen, Beton- und Stahlbetonbau 104 (2009), Heft 4 Seite 226 bis 235	2009
Block, Eggert, Kauschke	[4]	Lager im Bauwesen, 3. Auflage, Ernst & Sohn	2013

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-15
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.3.1 Normen, Vorschriften und verwendete Unterlagen	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p>1.3.2 Beschreibung des EDV-Programms</p> <p>InfoCad 18.1 (März 2019), Modul Finite Elemente</p> <p>InfoGraph GmbH Kackertstraße 10 52072 Aachen</p> <p>Tel.: +49 (0) 241 – 889980 Fax: +49 (0) 241 – 8899888 info@infograph.de www.infograph.de</p> <p>Vom Programm wird eine Elementbibliothek zur Verfügung gestellt. Alle verwendeten Elemente erfüllen den Patch-Test, d. h. sie konvergieren unabhängig von der Art der Einteilung bei Verfeinerung des Elementnetzes gegen die exakte Lösung des Randwertproblems.</p> <p>Die zur Abbildung des Tragwerks verwendeten Schalenelemente sind eine Kombination der Elementsteifigkeitsmatrizen der Scheiben- und Plattenelemente.</p> <p>Als Belastung werden auf die Elemente Flächen-, Linien- und Einzellasten angesetzt. Die Konstruktionseigenlast der Fahrbahnplatte wird vom Programm ermittelt.</p> <p>Aus Berechnungsergebnissen von Einzellastfällen können, da eine linear-elastische Schnittgrößenermittlung erfolgt, durch Lastfallkombinationen, unter Einbeziehung von Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten, min. / max. Grenzwerte von Ergebnissen gebildet werden.</p> <p>Die Schnittgrößen der Flächenelemente werden in den Elementknoten berechnet</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-16								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.3.2 Beschreibung des EDV-Programms	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p>1.4 Abweichungen vom Regelwerk</p> <p>Abweichungen von den eingeführten technischen Regelwerken sind nicht vorhanden.</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau									Seite: 1-17
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines 1.4 Abweichungen vom Regelwerk									Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 1-18								
Kapitel / Vorgang:	1 Allgemeines	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2017								

2 Stahlbetonüberbau

2.1 Berechnungsgrundlagen, wie Rechenmodell, Eingabedaten, Querschnittswerte etc.

Bei der zu bemessenden Konstruktion handelt es sich um eine in Längsrichtung einfeldrige Stahlbetonplatte. Diese wird für die Berechnung in eine Fahrbahnplatte und die seitlichen Kragarme unterteilt. Bei der Fahrbahnplatte handelt es sich mit einer Breite von 9,00 m und einer Höhe von 0,85 m um eine zweiachsig gespannte Vollplatte.

Nachweis:

$$b = 9,00 \text{ m} \geq 5 \cdot 0,85 = 4,25 \text{ m} \Rightarrow \text{Platte}$$

EC2-1-1 Kap. 5.3.1 (4)

Die Kragarme werden im Nachgang zur Hauptrichtung bemessen. Alle Einspannschnittgrößen werden als Randbelastungen an den Rändern der Fahrbahnplatte angesetzt.

2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems

Die Fahrbahnplatte wird mit Hilfe von viereckigen Schalenelementen idealisiert. Die Auflager haben jeweils einen Abstand von 0,80 m zur Außenkante der Fahrbahnplatte.

Die Lager werden durch masselose biegesteife Hilfsstäbe mit der Platte verbunden. Die Länge dieser Hilfsstäbe ergibt sich aus dem Abstand der Profilmittellinie der Platte bis zur Lagermitte.

$$l = 0,85 / 2 + \approx 0,11 = 0,54 \text{ m}$$

$$A = 1 \text{ m}^2$$

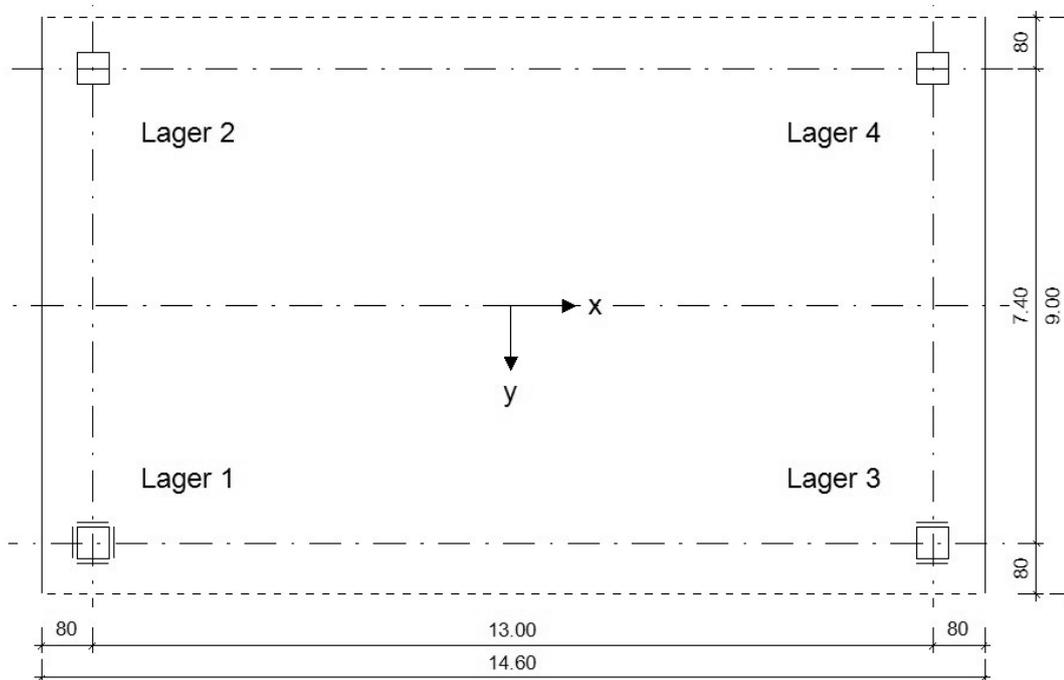
$$I_y = I_x = I_z = 1 \text{ m}^4$$

Aufgrund der Verwendung von Elastomerlagern ist eine elastische Auflagerung in x- und y-Richtung gegeben.

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-1
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

Das Lagerschema ist nachfolgend abgebildet.



-  Elastomerlager, in x- und y-Richtung verschieblich
-  Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion für die y-Achse, in x-Richtung verschieblich
-  Elastomerlager mit Festhaltekonstruktion für die x- und y-Achse

Abbildung 2.1 Lagerschema

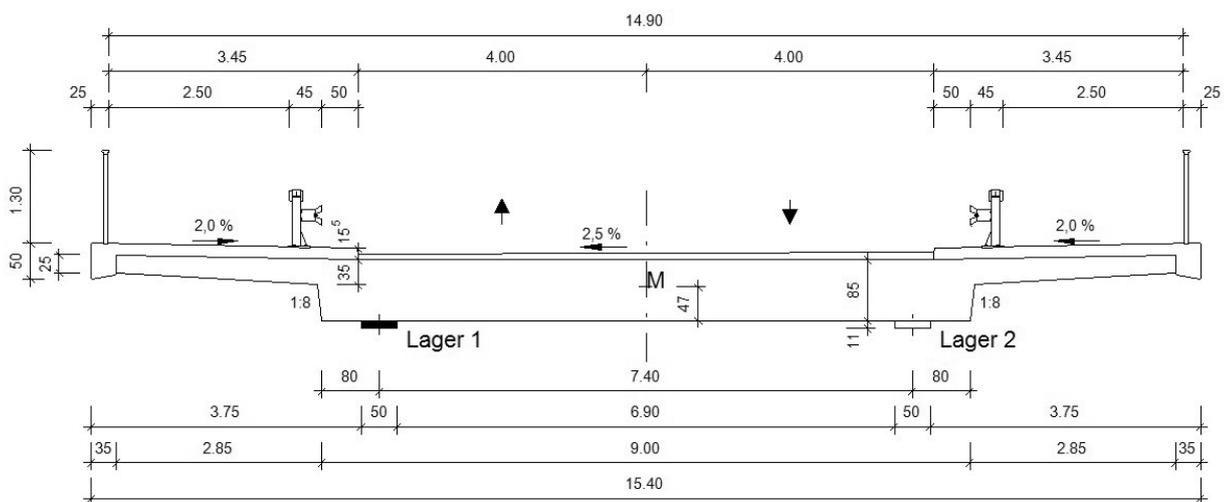


Abbildung 2.2 Brückenquerschnitt und Lageranordnung

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-2
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2017								

Die Federsteifigkeit berechnet sich zu:

$$c = (a \cdot b \cdot G) / T_q$$

$$c = (0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,9) / 0,096 = 1,88 \text{ MN/m}$$

DIN EN 1337-3 Kap. 5.3.3.7

mit:

T_q : Elastomerdicke

$T_q = 0,096 \text{ m}$

G : Schubmodul

$G = 0,90 \text{ MN/m}^2$

a : Lagerbreite

$a = 0,40 \text{ m}$

b : Lagerlänge

$b = 0,50 \text{ m}$

Die FE-Struktur vom Rechenmodell ist nachfolgend abgebildet.

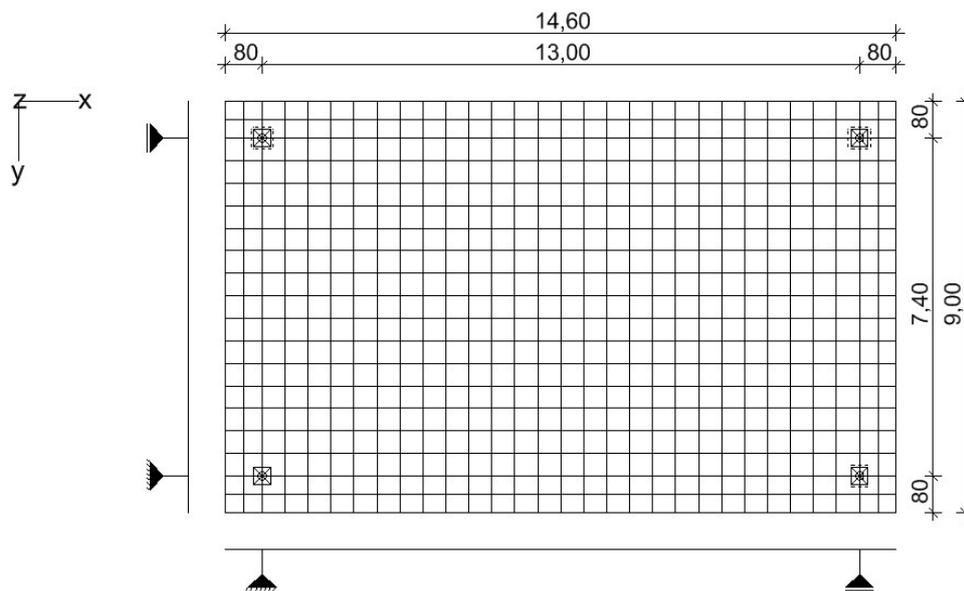


Abbildung 2.3 FE-Struktur

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-3
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.1 Darstellung und Beschreibung des statischen Systems	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe

Querschnittsgrößen

Betonquerschnitt

$$A_c = h \cdot b + 2 \cdot b_{KA} \cdot (h_{KA} + h_A) / 2$$

$$A_c = 0,85 \cdot 9,0 + 2 \cdot 2,85 \cdot (0,25 + 0,35) / 2 = 9,36 \text{ m}^2$$

$$h = 0,85 \text{ m}$$

$$b = 9,00 \text{ m}$$

$$b_{KA} = 2,85 \text{ m}$$

$$h_{KA} = 0,25 \text{ m}$$

$$h_A = 0,35 \text{ m}$$

$$h_u = 0,50 \text{ m}$$

$$B_o = 14,7 \text{ m}$$

Umfang

$$u = 2 \cdot (h_u + h_{KA} + b_{KA}) + b + B_o$$

$$u = 2 \cdot (0,50 + 0,25 + 2,85) + 9,00 + 14,70 = 29,65 \text{ m}$$

$$h = 0,85 \text{ m}$$

$$b = 9,00 \text{ m}$$

$$b_{KA} = 2,85 \text{ m}$$

$$h_{KA} = 0,25 \text{ m}$$

$$h_A = 0,35 \text{ m}$$

$$h_u = 0,50 \text{ m}$$

$$B_o = 14,7 \text{ m}$$

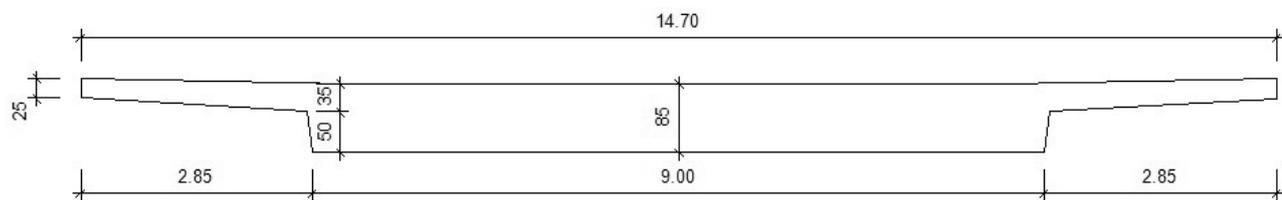


Abbildung 2.4 Querschnitt

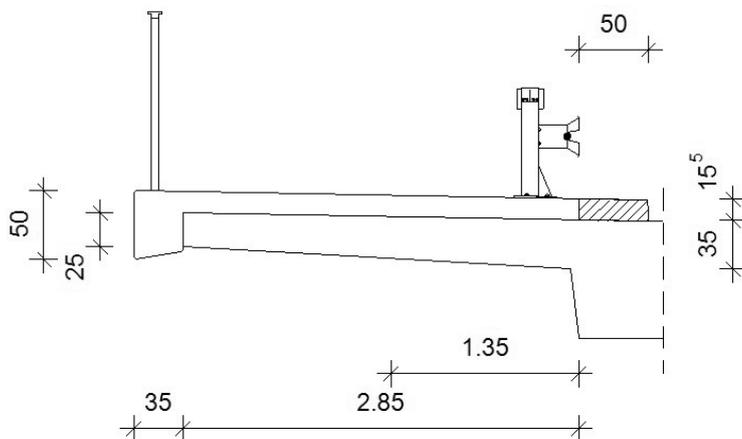


Abbildung 2.5 Querschnitt durch Kappe und Kragarm

$$0,50 \cdot 0,35 = 0,175 \text{ m}^2$$

$$0,155 \cdot 2,85 = 0,442 \text{ m}^2$$

$$0,155 \cdot 0,50 = 0,078 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Kappe}} = 0,695 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Kragarm}} = (0,35 + 0,25) \cdot 2,85 / 2 = 0,855 \text{ m}^2$$

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-4
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)									
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2017									
Materialkennwerte												
<u>Betonstahl</u>												
Betonstahlsorte:	Betonstabstahl B500B		nach DIN 488-2									
Nennstreckgrenze:	$f_{yk} = 500 \text{ MN/m}^2$		EC2-2/NA NDP zu 3.2.2 (3)P									
Rechnerische Zugfestigkeit:	$f_{tk,cal} = 525 \text{ MN/m}^2$		EC2-2/NA NDP zu 3.2.7 (2)									
Duktilitätsklasse:	hoch (Klasse B)		EC2-2/NA NCI zu 3.2.2 (3)P									
Betondeckung												
Überbau:	C_{min}	= 4,0 cm	EC2-2/NA NDP zu 4.4.1.2 (5)									
	C_{nom}	= 4,5 cm	Tab.4.3.1DE									
Kappen bei Straßenbrücken:												
- nicht betonberührte Flächen	C_{min}	= 4,0 cm	EC2-2/NA NDP zu 4.4.1.2 (5)									
	C_{nom}	= 5,0 cm	Tab.4.3.1DE									
- betonberührte Flächen	C_{min}	= 2,0 cm	EC2-2/NA NDP zu 4.4.1.2 (5)									
	C_{nom}	= 2,5 cm	Tab.4.3.1DE									
Teilsicherheitsbeiwert												
Grundkombination:	$\gamma_s = 1,15$		EC2-1-1/NA NDP zu 2.4.2.4									
Außergewöhnliche Kombination:	$\gamma_s = 1,00$		(1) Tab. 2.1DE									
Ermüdung:	$\gamma_s = 1,15$											
Elastizitätsmodul:	$E_s = 200.000 \text{ MN/m}^2$		EC2-1-1 3.2.7 (4)									
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau							Seite: 2-5				
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe							Archiv Nr.:				

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<p>Beton</p> <p>Es gilt DIN-Fachbericht 100 „Beton“, in dem DIN EN 206-1 und die in DIN 1045-2 festgelegten Änderungen und Ergänzungen zusammengefasst sind.</p> <p>Bei Bezugnahme auf DIN 1045-1 in dem DIN-Fachbericht 100 „Beton“ ist stattdessen EC2-1-1 und EC2-2 anzuwenden.</p> <p>Betonfestigkeitsklasse: C 30/37</p> <p>Charakteristische Druckfestigkeit: $f_{ck} = 30 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Mittelwert der Zugfestigkeit: $f_{ctm} = 2,9 \text{ MN/m}^2$</p> <p>Teilsicherheitsbeiwert</p> <p>Grundkombination: $\gamma_c = 1,50$</p> <p>Außergewöhnliche Kombination: $\gamma_c = 1,30$</p> <p>Ermüdung: $\gamma_c = 1,50$</p> <p>Elastizitätsmodul: $E_{cm} = 33.000 \text{ MN/m}^2$</p>											
			ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1 Kap. 1 (2)								
			ZTV-ING Teil 3 Abschnitt 1 Kap. 1 (3)								
			EC2-1-1 3.1.2 Tab 3.1								
			EC2-1-1 3.1.2 Tab 3.1								
			EC2-1-1 3.1.2 Tab 3.1								
			EC2-1-1/NA NDP zu 2.4.2.4 (1) Tab. 2.1DE								
			EC2-1-1 3.1.2 Tab 3.1								
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 2-6								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode								Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung									1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal								Datum: 31.03.2017								
<p><u>Ermittlung der Kriech- und Schwindbeiwerte</u></p> <p>Kriechen und Schwinden des Betons hängen hauptsächlich von der Umgebungsfeuchte, den Bauteilabmessungen und der Betonzusammensetzung ab. Das Kriechen wird auch vom Grad der Erhärtung des Betons beim erstmaligen Aufbringen der Last sowie von der Dauer und der Größe der Beanspruchung beeinflusst. EC2-1-1 3.1.4 (1)P</p> <p>Es wird angenommen, dass die Brücke 10 Tage nach dem Baubeginn des Überbaus durch die Ausbaulasten belastet und anschließend für den Verkehr freigegeben wird. Die Nutzungsdauer der Brücke beträgt 100 Jahre. EC0 Tab. 2.1</p> <p>Benötigt wird folgende Kriechzahl:</p> <p style="padding-left: 40px;">$\varphi(t_{\infty}, t_{10})$ Erfassung der Kriecheinflüsse t_{∞}: betrachteter Zeitpunkt t_{10}: Betonalter bei Belastungsbeginn </p> <p>Zur Berechnung der Kriechzahl für $t = \infty$ darf die geplante Nutzungsdauer rechnerisch mit 70 Jahren angenommen werden. EC2-2/NA NCI zu Bild 3.1</p> <p>Die Kriechzahlen können aus Diagrammen im EC2-1-1 Kap. 3.1.4 abgelesen oder rechnerisch gemäß EC2-1-1 und EC2-2, jeweils Anhang B, bestimmt werden.</p> <p>Die Kriechzahl $\varphi(t, t_0)$ bezieht sich auf den Tangentenmodul E_c, der mit $1,05 E_{cm}$ angenommen werden darf. Wenn keine besondere Genauigkeit erforderlich ist, darf der in Bild 3.1 angegebene Wert als Endkriechzahl angesehen werden, wenn die Betondruckspannung zum Zeitpunkt des Belastungsbeginns $t = t_0$ nicht mehr als $0,45 f_{ck}(t_0)$ beträgt. EC2-1-1 3.1.4 (2)</p> <p>Wenn die Betondruckspannung im Alter t_0 den Wert $0,45 f_{ck}(t_0)$ übersteigt, ist in der Regel die Nichtlinearität des Kriechens zu berücksichtigen. EC2-1-1 3.1.4 (4)</p> <p>Ermittlung der Eingangsgrößen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung der wirksamen Querschnittsdicke <div style="margin-left: 20px;"> $h_0 = 2 \cdot A_c / u$ EC2-1-1 3.1.4 (5) $h_0 = 2 \cdot 9,36 / 29,65 \quad \Rightarrow \quad h_0 = 631 \text{ mm}$ </div> • relative Luftfeuchte RH = 80 %, Außenluft EC2-2/NA NCI zu 3.1.4 (1)P • Beton C 30/37 mit $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ 																	
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau											Seite: 2-7					
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe											Archiv Nr.:					

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

- Festigkeitsklasse des Zementes 32,5 R \Rightarrow Klasse N EC2-2 3.1.2 (6)

Es wird für die zu berücksichtigenden Einflüsse Folgendes ermittelt:

a) Kriechzahl für $t_0 = t_{10}$

mit: $h_0 = 631 \text{ mm}$
 $t_0 = 10 \text{ Tage}$

ergibt sich $\varphi(t_\infty, t_{10}) \approx 2,00$

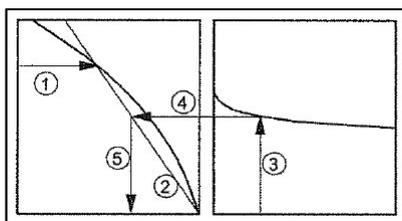
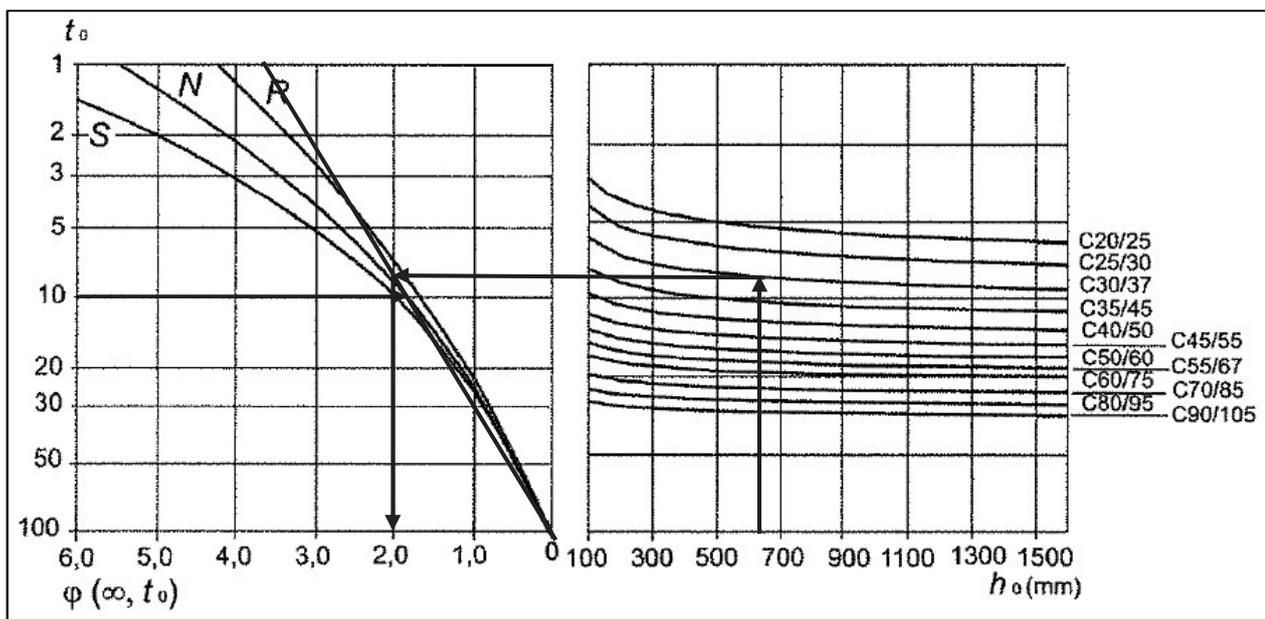


Abbildung 2.6 Ermittlung der Endkriechzahl nach EC 2-1-1 Bild 3.1

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-8
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)																													
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9																					
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2017																													
<p>b) Schwinddehnung für $t = \infty$</p> <p>Die Gesamtschwinddehnung setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: der Trocknungsschwinddehnung und der autogenen Schwinddehnung. Die Trocknungsschwinddehnung bildet sich langsam aus, da sie eine Funktion der Wassermigration durch den erhärteten Beton ist. Die autogene Schwinddehnung bildet sich bei der Betonerhärtung aus: Der Hauptanteil bildet sich bereits in den ersten Tagen nach dem Betonieren aus. Das autogene Schwinden ist eine lineare Funktion der Betonfestigkeit. Es sollte insbesondere dort berücksichtigt werden, wo Frischbeton auf bereits erhärteten Beton aufgebracht wird.</p> <p>Somit ergibt sich die Gesamtschwinddehnung zum Zeitpunkt $t = \infty$, bezeichnet als $\varepsilon_{cs,\infty}$, aus:</p> $\varepsilon_{cs}(\infty) = \varepsilon_{cd}(\infty) + \varepsilon_{ca}(\infty)$ <p>Trocknungsschwinddehnung des Betons zum Zeitpunkt $t = \infty$:</p> $\varepsilon_{cd}(\infty) = \gamma_{lt} \cdot \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$ <p>Dabei ist</p> <table border="0"> <tr> <td>γ_{lt}</td> <td>der Sicherheitsfaktor für verzögerte Langzeitverformungen</td> <td></td> </tr> <tr> <td>γ_{lt}</td> <td>$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{t}{1} \right)$</td> <td>(für $t \geq 1$ Jahr)</td> </tr> <tr> <td>γ_{lt}</td> <td>$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{70}{1} \right) = 1,18$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$\beta_{ds}(t, t_s)$</td> <td>$= 1,0$</td> <td>(für $t = \infty$)</td> </tr> <tr> <td>k_h</td> <td>ein von der wirksamen Querschnittsdicke h_0 abhängiger Koeffizient</td> <td></td> </tr> <tr> <td>k_h</td> <td>$= 0,70$</td> <td>(für $h_0 \geq 500$ mm)</td> </tr> <tr> <td>$\varepsilon_{cd,0}$</td> <td>$= 0,27$ ‰</td> <td></td> </tr> </table>											γ_{lt}	der Sicherheitsfaktor für verzögerte Langzeitverformungen		γ_{lt}	$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{t}{1} \right)$	(für $t \geq 1$ Jahr)	γ_{lt}	$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{70}{1} \right) = 1,18$		$\beta_{ds}(t, t_s)$	$= 1,0$	(für $t = \infty$)	k_h	ein von der wirksamen Querschnittsdicke h_0 abhängiger Koeffizient		k_h	$= 0,70$	(für $h_0 \geq 500$ mm)	$\varepsilon_{cd,0}$	$= 0,27$ ‰	
γ_{lt}	der Sicherheitsfaktor für verzögerte Langzeitverformungen																														
γ_{lt}	$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{t}{1} \right)$	(für $t \geq 1$ Jahr)																													
γ_{lt}	$= 1 + 0,1 \log \left(\frac{70}{1} \right) = 1,18$																														
$\beta_{ds}(t, t_s)$	$= 1,0$	(für $t = \infty$)																													
k_h	ein von der wirksamen Querschnittsdicke h_0 abhängiger Koeffizient																														
k_h	$= 0,70$	(für $h_0 \geq 500$ mm)																													
$\varepsilon_{cd,0}$	$= 0,27$ ‰																														
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-9																													
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	Archiv Nr.:																													

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p>Dies ergibt:</p> $\varepsilon_{cd}(\infty) = 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,70 \cdot 0,27 = 0,22 \text{ ‰}$ <p style="text-align: right;">EC2-2/NA NCI zu 3.1.4 (6) Gl. (NA.103.9)</p> <p>Autogene Schwinddehnung zum Zeitpunkt $t = \infty$:</p> $\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 0,05 \text{ ‰}$ <p style="text-align: right;">EC2-1-1 3.1.4 (6) Gl. (3.12)</p> <p>Als Gesamtschwinddehnung ergibt sich somit:</p> $\varepsilon_{cs}(\infty) = 0,22 + 0,05 = 0,27 \text{ ‰} = 0,00027$ <p style="text-align: right;">EC2-1-1 3.1.4 (6) Gl. (3.8)</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-10								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.2 Geometrische Größen, Kenngrößen für Baustoffe	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2017								
<p>2.1.3 Detaillierte Beschreibung des Montage- und / oder Herstellungsverfahrens</p> <p>Der Überbau wird in Ortbetonbauweise überhöht auf einem ortsfesten Traggerüst hergestellt. Da es sich um eine Einfeldbrücke mit einer Überbaulänge von 14,60 m und einer Überbaubreite von 14,80 m handelt, wird der Überbau in nur einem Betoniervorgang hergestellt. Die Gerüststützen werden auf den Fundamentplatten der Unterbauten gegründet, um die Setzungen des Traggerüstes zu minimieren.</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau									Seite: 2-11
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.1.3 Detaillierte Beschreibung des Herstellungsverfahrens									Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<h2>2.2 Einwirkungen</h2> <h3>2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen</h3> <h4>2.2.1.1 Ständige Einwirkungen</h4> <p><u>Konstruktionseigenlast</u> EC1-1-1 2.1</p> <p>a) Fahrbahnplatte Konstruktionshöhe h = 0,85 m Wichte Stahlbeton γ_{Stb} = 25,0 kN/m³ mit: γ_{Beton} = 24,0 kN/m³ + 1 kN/m² Zuschlag für Bewehrung nach EC1-1-1 Anhang A Tab. A.1</p> $g_{k, \text{Fahrbahnplatte}} = h \cdot \gamma_{\text{Stb}}$ $= 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ kN/m}^2$ <p>b) Kragarm</p> <p>Die Kragarme bewirken eine Linienlast und ein Linienmoment an beiden Rändern der Fahrbahnplatte.</p> $g_{k, \text{Kragarm}} = 21,75 \text{ kN/m}$ $m_{G, k, \text{Kragarm}} = 28,90 \text{ kNm/m}$ <p style="text-align: right;">siehe Tabelle 2.1</p> <p><u>Ausbaulast</u></p> <p>a) Fahrbahnbelag</p> <p>Bei Straßenbrücken ist für den Fahrbahnbelag die Wichte mit mindestens 25,0 kN/m³ anzusetzen. ARS 22/2012 Anlage</p> <p>Für Mehreinbau von Fahrbahnbelag beim Herstellen einer Ausgleichsgerade ist bei Straßenbrücken zusätzlich eine gleichmäßig verteilte Last von 0,5 kN/m² durchgehend über die gesamte Fahrbahnfläche anzunehmen. Dies entspricht einem Mehreinbau: ARS 22/2012 Anlage 3</p> <p>Mehreinbau:</p> $h_{ME} = 0,5 \text{ kN/m}^2 / 25 \text{ kN/m}^2 = 0,02 \text{ m}$ $g_{k, \text{Belag}} = 0,08 \cdot 25 + 0,5 = 2,50 \text{ kN/m}^2$ <p style="text-align: right;">Dicke des Fahrbahnbelages h_{fa} = 0,08 cm</p>											
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 2-12								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen		Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

b) Kappen mit Geländer und Fahrzeurückhaltesystem

Das Geländer wird mit einer Linienlast von 0,5 kN/m in Rechnung gestellt. Vom Fachplaner wurde das Fahrzeurückhaltesystem SR Eco BW vorgegeben, das auf der sicheren Seite liegend mit 0,5 kN/m angesetzt wird.

EFG - M03-04
m = 46 kg/lf. m

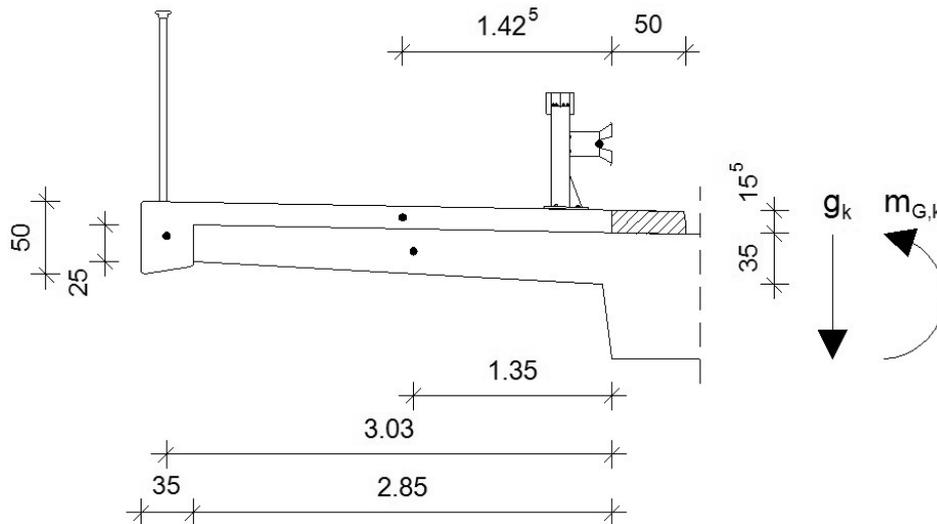


Abbildung 2.7 Randlasten

Es ergeben sich folgende Belastungen:

Tabelle 2.1 Randlasten am Kragarmanschnitt aus ständiger Belastung

	Fläche [m ²]	Wichte $\gamma_{\text{Stahlbeton}}$ [kN/m ³]	Randlast g_k [kN/m]	Exzentrizität e_i [m]	Randmoment $m_{G,k}$ [kNm/m]
Kappe	0,175	25	4,38	3,03	13,26
	0,442	25	11,05	1,425	15,75
Kragarm	0,855	25	21,38	1,35	28,86
Geländer			0,5	3,03	1,52
FRS			0,5	0,36	0,18

Der übrige Teil der Kappe (in Abbildung 2.5 schraffiert dargestellt) wird als Flächenlast direkt auf der Fahrbahnplatte berücksichtigt.

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-13
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019								
<p>Folgende Lasten werden berücksichtigt:</p> <p>1. Konstruktionseigenlast</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fahrbahnplatte = 21,25 kN/m² • Randlast = 21,38 kN/m • Randmoment = 28,86 kNm/m <p>2. Ausbaulast</p> <ul style="list-style-type: none"> • Randlast = 4,38 + 11,05 + 0,5 + 0,5 = 16,43 kN/m • Randmoment = 13,26 + 15,75 + 1,52 + 0,18 = 30,71 kNm/m • Kappe auf Fahrbahnplatte = 0,155 · 25 = 3,88 kN/m² • Schutz- und Deckschicht = 2,50 kN/m² <p>2.2.1.2 Vorspannung</p> <p>Eine Vorspannung ist nicht vorhanden.</p> <p>2.2.1.3 Veränderliche Einwirkungen</p> <p>2.2.1.3.1 Vertikale Verkehrslasten</p> <p>2.2.1.3.1.1 Allgemeines</p> <p><u>Anwendungsbereich</u></p> <p>Die im EC1-2 Kap. 4 definierten Lastmodelle sollten für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Straßenbrücken benutzt werden, deren Belastungslänge kleiner als 200 m ist. EC1-2 4.1 (1)</p> <p>Bei größeren Einzelstützweiten sind die Anforderungen vom Bau- lastträger bzw. der zuständigen Regelungsbehörde festzulegen. EC1-2/NA NDP zu 4.1 (1) Anm. 2</p> <p>200 m entspricht der maximalen Länge einer zusammen- hängenden Einflusslinie gleichen Vorzeichens, die bei der Anpassung des Lastmodells 1 berücksichtigt wurde. Im Allgemeinen liegt die Anwendung des Lastmodells 1 für Brücken mit Belastungslängen größer als 200 m auf der sicheren Seite. EC1-2/NA NCI zu 4.1 (1) Anm. 1</p>											
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 2-14								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen		Archiv Nr.:								

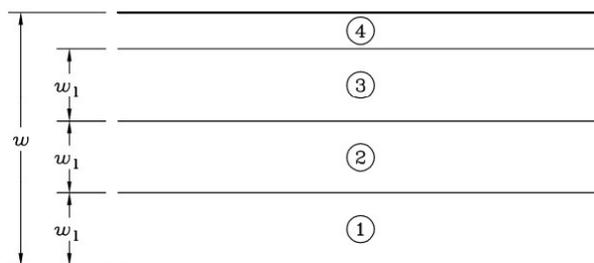
Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p><u>Lastmodelle</u></p> <p>Mit den Modellen und zugehörigen Regelungen ist beabsichtigt, alle normalerweise absehbaren Verkehrssituationen (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 EC 1- 2, Kapitel 4.2.1).</p> <p>Lastmodelle für an Brücken angrenzende Widerlager und Wände sind getrennt zu definieren (EC1-2 Kap. 4.9 mit EC1-2 NA, NCI zu 4.9.1 (1) Anmerkung 2).</p> <p>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.</p> <p><u>Definition der Fahrbahn</u></p> <p>Die Fahrbahn ist 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 EC1-2 Kap. 4.2.3 (1).</p> <p>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.</p> <p>Der Kleinstwert für die Höhe von Schrammborden ist mit 75 mm festgelegt.</p> <p><u>Definition der rechnerischen Fahrstreifen</u></p> <p>Ein rechnerischer Fahrstreifen ist ein Streifen der Fahrbahn, parallel zu einer Fahrbahnseite, der nach Abschnitt 4 der DIN EN 1991-2 ein Verkehrsband aufnimmt.</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-15								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p><u>Definition der Restfläche</u></p> <p>Falls vorhanden, ist die Restfläche die Differenz zwischen der Gesamtfläche der Fahrbahn und der Summe der Fläche der rechnerischen Fahrstreifen (siehe EC1-2 Bild 4.1). EC1-2 1.4.2.6</p> <p><u>Definition der Doppelachslast</u></p> <p>Eine Doppelachslast ist eine Anordnung von zwei hintereinander liegenden Achsen, die als gleichzeitig belastet angesehen werden. EC1-2 1.4.2.7</p> <p><u>Unterteilung der Fahrbahn in rechnerische Fahrstreifen</u></p> <p>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 von EC1-2 definiert. EC1-2 4.2.3 (2)</p> <p>Die Anzahl der rechnerischen Fahrbahnbreiten beträgt hiernach: EC1-2 4.2.3 (3) Anm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 bei $w < 5,4$ m • 2 bei $5,4 \text{ m} \leq w < 9$ m • 3 bei $9 \text{ m} \leq w < 12$ m, usw. <p>Da die Breite der Fahrbahn $w = 8$ m beträgt, wird die Fahrbahn in 2 rechnerische Fahrstreifen mit der Breite $w_i = 3$ m und eine verbleibende Restfläche von 2 m unterteilt.</p> <p><u>Lage und Nummerierung der rechnerischen Fahrstreifen</u></p> <p>Die Lage und Nummerierung der rechnerischen Fahrstreifen soll nach folgenden Regeln festgelegt werden: EC1-2 4.2.4</p> <p>Die Lage der rechnerischen Fahrstreifen hängt nicht notwendigerweise von ihrer Nummerierung ab. EC1-2 4.2.4 (1)</p> <p>Die Anzahl der zu berücksichtigenden belasteten Fahrstreifen, ihre Lage auf der Fahrbahn und ihre Nummerierung sind für jeden Einzelnachweis (z. B. Nachweis der Tragfähigkeit eines Querschnittes bei Momentenbeanspruchung) so zu wählen, dass sich die ungünstigsten Beanspruchungen aus den Lastmodellen ergeben. EC1-2 4.2.4 (2)</p>										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-16								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								

Der am ungünstigsten wirkende Fahrstreifen trägt die Nummer 1, der als zweitungünstigst wirkende Fahrstreifen trägt die Nr. 2 usw. (siehe Abbildung 2.6).

EC1-2 4.2.4 (4)



Legende

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

Abbildung 2.8 Beispiel zur Nummerierung der Fahrstreifen nach Bild 4.1, EC-1-2

Anordnung der Lastmodelle in den rechnerischen Fahrstreifen

Für jeden Einzelnachweis ist das Lastmodell in jedem rechnerischen Fahrstreifen in ungünstigster Stellung (Länge der Belastung und Stellung in Längsrichtung) anzuordnen, soweit dies mit den weiteren angegebenen Anwendungsbedingungen für das jeweilige Modell verträglich ist.

EC1-2 4.2.5 (1)

Auf der Restfläche sollte das entsprechende Lastmodell auf ungünstigster Länge und Breite angeordnet werden, soweit dies verträglich mit den in EC1-2 Kap. 4.3 angegebenen Bedingungen ist.

EC1-2 4.2.5 (2)

Falls erforderlich, sollten die verschiedenen Lastmodelle miteinander (siehe EC1-2 Kap. 4.5) und mit den Lastmodellen für Fußgängerverkehr oder Radfahrerverkehr kombiniert werden.

EC1-2 4.2.5 (3)

Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-17
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen	Archiv Nr.:

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal	Datum: 31.03.2019								
<p>2.2.1.3.1.2 Lastmodelle für vertikale Verkehrslasten</p> <p>Die Modelle für Vertikallasten geben die folgenden Einwirkungen aus dem Verkehr wieder:</p> <p>a) Lastmodell 1 (LM 1): 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.</p> <p>b) Lastmodell 2: ist nicht anzuwenden</p> <p>c) Lastmodell 3: ist nicht anzuwenden</p> <p>d) Lastmodell 4 (LM 4): Menschenansammlungen. Das Lastmodell ist nur für globale Nachweise gedacht.</p> <p><u>Anmerkung:</u></p> <p>Für das betrachtete Bauwerk ist nach Vorgabe des Bauherrn das Lastmodell 4 nicht anzusetzen.</p> <p>2.2.1.3.1.2.1 Lastmodell 1</p> <p>Das Lastmodell 1 besteht aus zwei Teilen:</p> <p>a) Doppelachse (Tandem-System TS): Jede Achslast beträgt</p> $\alpha_Q \cdot Q_k$ <p>wobei α_Q ein Anpassungsfaktor ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> - In jedem rechnerischen Fahrstreifen sollte nur eine Doppelachse aufgestellt werden. - Es sollten nur vollständige Doppelachsen angeordnet werden. 										
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau	Seite: 2-18								
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen	Archiv Nr.:								

Baumaßnahme	Straßenbrücke über die Bode		Bauwerksnummer (ASB)																																												
Straßenbauverwaltung			1	2	3	4	5	6	7	8	9																																				
Aufsteller	 Hochschule Magdeburg – Stendal		Datum: 31.03.2019																																												
<p>- Für die globalen Nachweise sollte jede Doppelachse in der Mitte der rechnerischen Fahrstreifen angenommen werden.</p> <p>- Jede Achse der Doppelachse sollte durch zwei identische Räder berücksichtigt werden, so dass jede Radlast $0,5 \cdot \alpha_Q \cdot Q_k$ beträgt.</p> <p>- Die Aufstandsfläche jedes Rads sollte als ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 0,40 m angenommen werden.</p> <p>b) Die gleichmäßig verteilte Belastung (UDL-System) beträgt je m^2 des rechnerischen Fahrstreifens:</p> <p>$\alpha_q \cdot q_k$ EC1-2 4.3.2 (1) Gl. (4.2)</p> <p>wobei α_q ein Anpassungsfaktor ist.</p> <p>Diese Lasten sollten sowohl in Längs- als auch in Querrichtung nur auf den belastenden Teilen der Einflussfläche aufgebracht werden.</p> <p>Das Lastmodell 1 sollte auf jedem rechnerischen Fahrstreifen und auf der Restfläche angeordnet werden. Auf dem rechnerischen Fahrstreifen i betragen die Belastungen $\alpha_{Qi} \cdot Q_{ik}$ und $\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$ (siehe EC1-2 Tabelle 4.2). Auf der Restfläche beträgt die Belastung $\alpha_{qr} \cdot q_{rk}$.</p> <p>Es ergeben sich folgende angepasste Lasten:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">$\alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 1,00 \cdot 300 \text{ kN} = 300 \text{ kN}$</td> <td style="width: 30%;">Achslast (TS) Fahrstreifen 1</td> <td style="width: 30%;">Anpassungsfaktoren nach EC1-2 NDP zu 4.3.2 (3) Anmerkungen 1 und 2:</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_{Q2} \cdot Q_{2k} = 1,00 \cdot 200 \text{ kN} = 200 \text{ kN}$</td> <td>Achslast (TS) Fahrstreifen 2</td> <td>$\alpha_{Q1} = 1,00$</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_{q1} \cdot q_{1k} = 1,33 \cdot 9 \text{ kN/m}^2 = 12 \text{ kN/m}^2$</td> <td>Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 1</td> <td>$\alpha_{Q2} = 1,00$</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_{q2} \cdot q_{2k} = 2,40 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 6 \text{ kN/m}^2$</td> <td>Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 2</td> <td>$\alpha_{q1} = 1,33$</td> </tr> <tr> <td>$\alpha_{qr} \cdot q_{rk} = 1,20 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$</td> <td>Restflächenlast</td> <td>$\alpha_{q2} = 2,40$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$\alpha_{qr} = 1,20$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>charakteristische Einwirkungen nach EC1-2 Tabelle 4.2:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>$q_{1r} = 2,5 \text{ kN/m}^2$</td> </tr> </table>												$\alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 1,00 \cdot 300 \text{ kN} = 300 \text{ kN}$	Achslast (TS) Fahrstreifen 1	Anpassungsfaktoren nach EC1-2 NDP zu 4.3.2 (3) Anmerkungen 1 und 2:	$\alpha_{Q2} \cdot Q_{2k} = 1,00 \cdot 200 \text{ kN} = 200 \text{ kN}$	Achslast (TS) Fahrstreifen 2	$\alpha_{Q1} = 1,00$	$\alpha_{q1} \cdot q_{1k} = 1,33 \cdot 9 \text{ kN/m}^2 = 12 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 1	$\alpha_{Q2} = 1,00$	$\alpha_{q2} \cdot q_{2k} = 2,40 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 6 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 2	$\alpha_{q1} = 1,33$	$\alpha_{qr} \cdot q_{rk} = 1,20 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$	Restflächenlast	$\alpha_{q2} = 2,40$			$\alpha_{qr} = 1,20$			charakteristische Einwirkungen nach EC1-2 Tabelle 4.2:			$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$			$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$			$q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$			$q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$			$q_{1r} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
$\alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 1,00 \cdot 300 \text{ kN} = 300 \text{ kN}$	Achslast (TS) Fahrstreifen 1	Anpassungsfaktoren nach EC1-2 NDP zu 4.3.2 (3) Anmerkungen 1 und 2:																																													
$\alpha_{Q2} \cdot Q_{2k} = 1,00 \cdot 200 \text{ kN} = 200 \text{ kN}$	Achslast (TS) Fahrstreifen 2	$\alpha_{Q1} = 1,00$																																													
$\alpha_{q1} \cdot q_{1k} = 1,33 \cdot 9 \text{ kN/m}^2 = 12 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 1	$\alpha_{Q2} = 1,00$																																													
$\alpha_{q2} \cdot q_{2k} = 2,40 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 6 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast (UDL) Fahrstreifen 2	$\alpha_{q1} = 1,33$																																													
$\alpha_{qr} \cdot q_{rk} = 1,20 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$	Restflächenlast	$\alpha_{q2} = 2,40$																																													
		$\alpha_{qr} = 1,20$																																													
		charakteristische Einwirkungen nach EC1-2 Tabelle 4.2:																																													
		$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$																																													
		$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$																																													
		$q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$																																													
		$q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$																																													
		$q_{1r} = 2,5 \text{ kN/m}^2$																																													
Bauteil:	Teil A: Stahlbetonüberbau		Seite: 2-19																																												
Kapitel / Vorgang:	2 Stahlbetonüberbau 2.2.1 Charakteristische Werte der Einwirkungen		Archiv Nr.:																																												

