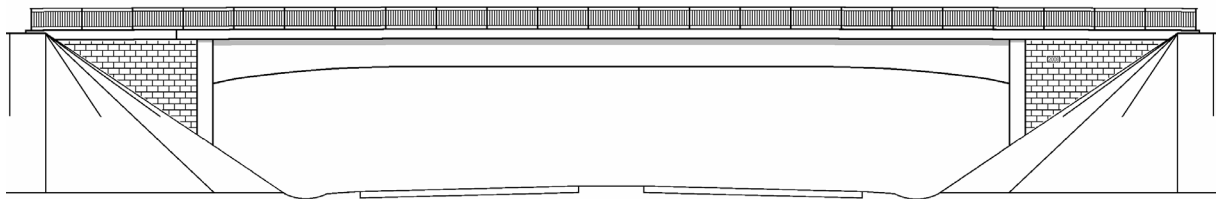


Grundlagen für integrale Spannbetonbrücken in Fertigteilbauweise

Anlage 1

Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26




Auftraggeber: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Wiesbaden

Aktenzeichen: 07 0112 / Ag, Zk


Datum: 28.03.2008

Diese Anlage umfasst 122 Seiten

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008


I	Inhaltsverzeichnis	Seite
I	Inhaltsverzeichnis	2 - 3
II	Bauwerk	4 - 8
III	Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, Programmbeschreibung	9 - 12
1	Technische Vorschriften	9
2	Besondere Zulassungen	10
3	Gutachten	10
4	Literaturhinweise	11
5	Programmbeschreibung	12
IV	Abweichungen und Ergänzungen zu den Vorschriften einschl. Erläuterungen	13
V	Gesamtbauwerk	
1	Berechnungsgrundlagen	14 - 48
1.1	Einführung	14
1.2	Baustoffe und Querschnitte	14
1.3	Statisches System	22
1.4	Vorspannung	43 - 48
2	Einwirkungen	49 - 67
2.1	Eigengewicht der Konstruktion	49
2.2	Zusatzeigengewicht	50
2.3	Vorspannung	51
2.4	Kriechen und Schwinden	51
2.5	Baugrundbewegungen	53
2.6	Erddruck aus der Hinterfüllung	53
2.7	Verkehr	57
2.8	Verkehrslasten für die Ermüdungsberechnung	62
2.9	Lastmodelle für die Hinterfüllung	63
2.10	Militärische Verkehrslasten	63

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	I Inhaltsverzeichnis	Seite: 2
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

2.11	Temperatur.....	64
2.12	Wind	67
3	Schnittgrößen.....	68 - 97
3.1	Schnittgrößen der Grundlastfälle.....	68
3.2	Einwirkungskombinationen für den GZG	88
3.3	Einwirkungskombinationen für den GZT.....	91
3.4	Einwirkungskombinationen für Nachweise nach DIN 1054	93
3.5	Lastfallindizierung für die Schnittgrößenermittlung	93 - 97
4	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	98 - 103
4.1	Belastung des Baugrundes.....	98
4.2	Biegung und Längskraft	99
4.3	Querkraft.....	101
4.4	Ermüdung	102
4.5	Flügelwände Widerlager.....	102 - 103
5	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	104 - 119
5.1	Belastung des Baugrundes.....	104
5.2	Begrenzung der Rissbreite.....	106
5.2.1	Nachweisbedingungen.....	106
5.2.2	Mindestoberflächenbewehrung	106
5.2.3	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite unter Zwang	106
5.2.4	Begrenzung der Rissbreite unter Last.....	107
5.3	Bewehrung in den maßgebenden Schnitten.....	109
5.4	Spannungsbegrenzungen	111
5.4.1	Dekompression	111
5.4.2	Betondruckspannungen	114
5.5	Betongelenk.....	117
5.6	Verformungen.....	119
6	Bewehrungsskizzen	120 - 122

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	I Inhaltsverzeichnis	Seite: 3
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

II Bauwerk

Das vorliegende Muster-Beispiel für die Anwendung von Spannbetonfertigteilen bei integralen Brücken behandelt die Überführung einer Bundesstraße mit RQ 10,5 über eine Autobahn mit RQ 26. Mit der Bundesstraße wird ein Fuß- und Radweg mit 2,50 m Breite überführt. Der Kreuzungswinkel beträgt im Musterbeispiel 100 gon. Die Brücke wird für zivile Verkehrslasten nach DIN-Fachbericht 101 und für militärische Verkehrslasten nach STANAG 2021 bemessen. Die wichtigsten Bauwerksdaten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Bauwerksdaten

Bauwerksdaten		
Bauart	Spannbeton	
Zivile Verkehrslasten	nach DIN-Fachbericht 101	
Verkehrskategorie nach DIN-Fachbericht 101, Tab. 4.5	2	
Verkehrsart nach DIN-Fachbericht 102, Tab. A.106.2	große Entfernung	
Militärlastklasse nach STANAG 2021	MLC 50/50 – 100	
Anforderungsklasse nach DIN-Fachbericht 102, Tabelle 4.118	Überbau längs	C
	Überbau quer	D
	Unterbauten	D
Gesamtlänge zwischen den Endauflagern	38,00 m	
Einzelstützweiten	38,00 m	
lichte Weite zwischen den Widerlagern	36,50 m	
Kleinste lichte Höhe	> 4,70 m	
Kreuzungswinkel	100,00 gon	
Breite zwischen den Geländern	13,25 m	
Brückenfläche	503,5 m ²	

Das Überführungsbauwerk für die Bundesstraße wird als einfeldriges, integrales Rahmenbauwerk mit einer lichten Weite von 36,50 m ausgeführt (Bild 1). Dies entspricht einer System-Stützweite von 38,00 m. Die Achse der Straßenbrücke verläuft im Grundriss gerade, im Höhenplan liegt das gesamte Bauwerk im Bereich einer Kuppe mit $H = 5000$ m. Der Hochpunkt und der Tangentschnittpunkt liegen in der Bauwerksmitte, so dass die Brücke symmetrisch ausgeführt werden kann. Für die Gründung wird eine zulässige Bodenpressung

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	II	Bauwerk		Seite: 4
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

von 350 kN/m² zugrunde gelegt. Die Randbedingungen entsprechen damit dem in [15] gezeigten Muster-Beispiel 2 für integrale Brücken in Stahlbetonbauweise.

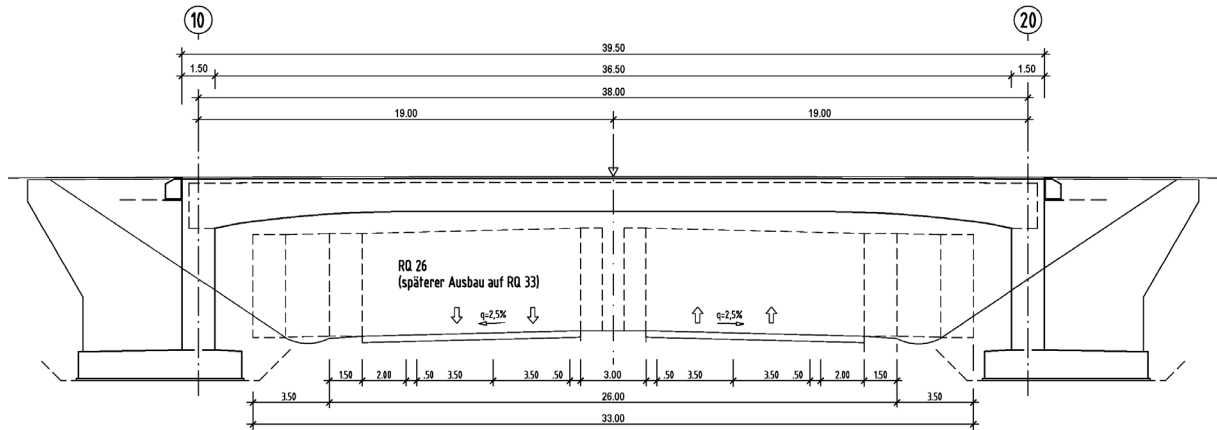


Bild 1 Längsschnitt

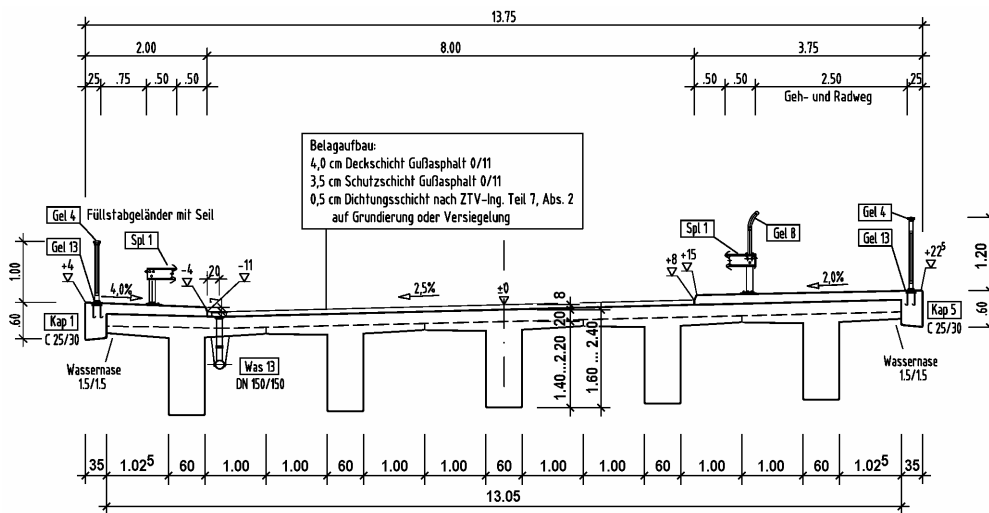



Bild 2 Querschnitt

Die Querschnittsaufteilung wird den Erg ZTV-ING Hessen, Anhang B1, Blatt 1.2, Abbildung 2b entnommen. Die Breite der Fahrbahn beträgt 8,00 m und die Breite zwischen den Geländern ergibt sich zu 13,25 m (Bild 2). Der Querschnitt des Überbaus wird aus 5 T-förmigen Fertigteilen in C45/55 und einer 20 cm dicken Ortbetonergänzung in C35/45 zusammengesetzt. Die Fertigteile erhalten 60 cm breite Stege und Spiegel mit einer

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Seite: 5	Archiv-Nr.:
Block:	II Bauwerk		
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Kragarmlänge von jeweils 1,0 m. Die Konstruktionshöhe der Fertigteile wird aus gestalterischen und statischen Gründen in diesem Beispiel veränderlich gewählt. Die Regelhöhe des Gesamtquerschnitts beträgt 1,60 m. Von den Viertelpunkten aus wird die Höhe bis auf 2,40 m an den Einspannstellen erhöht. Die Fertigteile Unterseite beschreibt im Bereich der Voutung dabei jeweils eine quadratische Parabel. Die Stiele mit Rechteckquerschnitt besitzen eine Gesamtbreite von 12,01 m. Die wichtigsten Angaben zu den Baustoffen können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2 Baustoffangaben

Bauteil	Expositions- klasse(n)	Beton	Betonstahl (hochduktil)	Spannstahl	Baustahl
Überbau, FT	XC4, XD1, XF2	C 45/55	BSt 500 S	St 1570/1770	–
Überbau, Ortb.	XC4, XD1, XF2	C 35/45	BSt 500 S	–	–
Kappen	XC4, XD3, XF4	C 25/30 ¹⁾	BSt 500 S	–	–
Widerlager	XC4, XD2, XF2	C 30/37	BSt 500 S	–	–
Fundament	XC2	C 30/37 ²⁾	BSt 500 S	–	–
Sauberkeitssch.	X0	C 12/15	–	–	–
Vorspannung	längs				

¹⁾ Mindestluftporengehalt nach DIN-Fachbericht 100, Tabelle F.2.2, Fußnote f und ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 1 beachten

²⁾ über die Anforderungen von FB 100, Anhang F und ZTV-ING hinaus

Als Variante wurde das Musterbeispiel mit Tiefgründung untersucht (Bild 3). Die Bodenkennwerte wurden von einem realen Bauwerk mit vergleichbaren Gründungslasten übernommen. Die Pfahlkopfplatte hat die gleichen Abmessungen wie das Fundament des flach gegründeten Widerlagers. Jedes Widerlager erhält 8 Bohrpfähle mit 1,20 m Durchmesser und 10 m Länge. Die Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund beträgt ca. 2,0 m. Der zulässige Pfahlspitzendruck im GZ 2 beträgt 3,0 MN/m². Für die Bettung der Pfähle werden Steifemoduln von 40 MN/m² bis 60 MN/m² im oberen Bereich und 200 MN/m² im tragfähigen Baugrund angesetzt. Die Bohrpfähle und die Pfahlkopfplatte werden in C 30/37 der Expositionsklasse XC2 ausgeführt. Angaben über betonangreifende Stoffe in Boden und/oder Grundwasser liegen im Baugrundgutachten zu diesem Musterbeispiel nicht vor.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	II	Bauwerk		Seite: 6
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

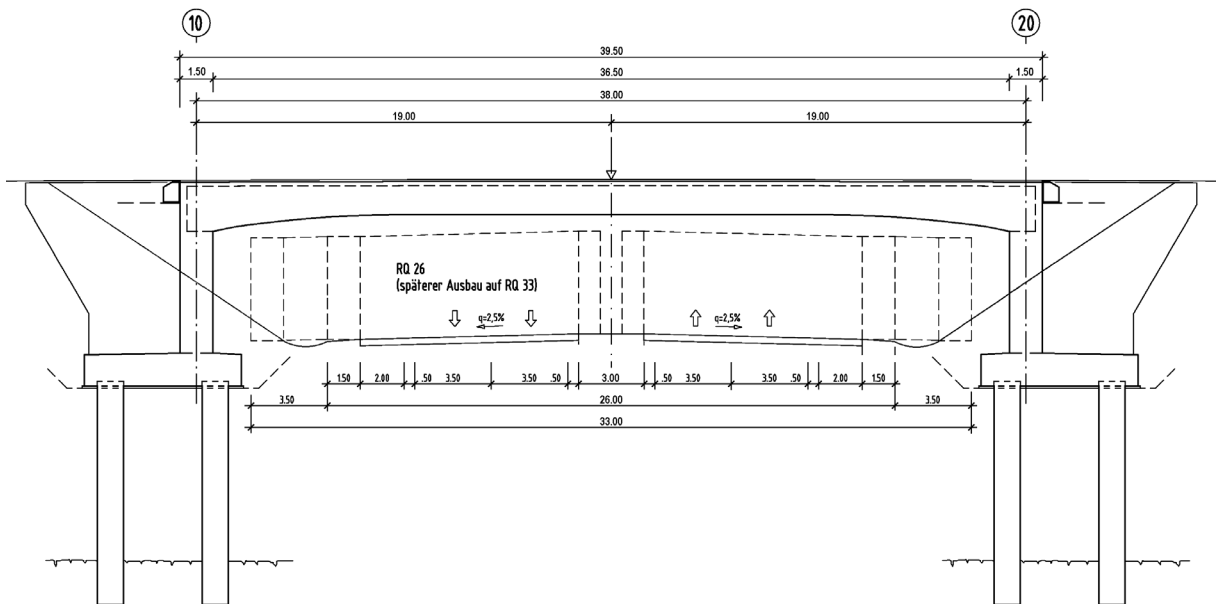


Bild 3 Ansicht – Variante mit Pfahlgründung

In einer Variantenstudie wurde weiterhin untersucht, ob durch die Neigung der hinteren Pfahlreihe das Tragverhalten der Tiefgründung verbessert werden kann (Bild 4). Eine mögliche Verbesserung ist die Reduzierung der horizontalen Pfahlverschiebungen Δs_h durch die Erhöhung der horizontalen Steifigkeit.

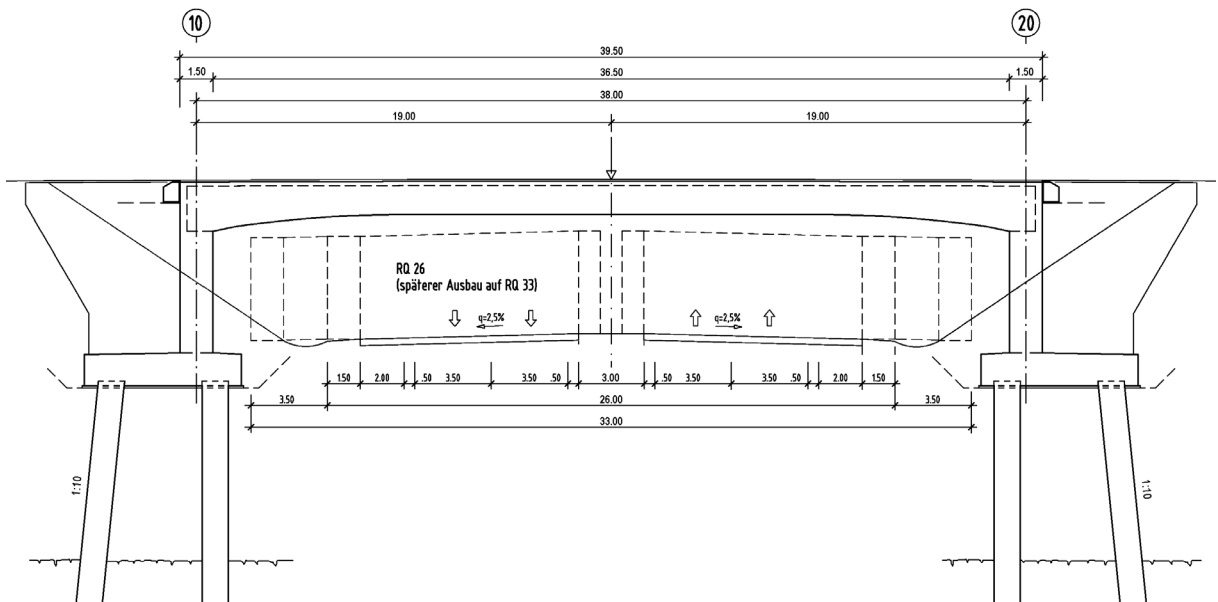



Bild 4 Ansicht – Variantenstudie mit Pfahlgründung und geneigten Pfählen


Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	II Bauwerk	Seite: 7
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Für den Bauzustand ist entsprechend ARS 11/2003, Anlage Abs. (3) dieselbe Anforderungsklasse wie im Endzustand zugrunde zu legen.

Für den Beton der vorgespannten Fertigteile ist im Rahmen der Erstprüfung der statische E -Modul zu bestimmen. Das Ergebnis der E -Modul Prüfung nach DIN 1048-5 entspricht dem Tangentenmodul E_{c0} im Ursprung der Spannungs-Dehnungslinie nach FB 102 (siehe auch DAfStb-Heft 525). Bei relativen Abweichungen über 10 % vom Erwartungswert $E_{c0,m}$ nach Kapitel 1 ist der Einfluss des abweichenden E -Moduls auf die Schnittgrößenverteilung und ggf. die Bemessung zu verfolgen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	II	Bauwerk		Seite: 8
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

III Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, Programmbeschreibung

1 Technische Vorschriften

Für die Berechnung des Bauwerks werden die folgenden, mit den ARS 8/2003 bis 11/2003 eingeführten DIN-Fachberichte (FB) zugrunde gelegt. Die eingeführten Ausgaben der DIN-Fachberichte 101 und 102 unterscheiden sich inhaltlich erheblich von der ersten Auflage aus dem Jahr 2001. Die zugehörigen ARS, die nachfolgend ebenfalls genannt sind, enthalten maßgebende Änderungen und Ergänzungen zu den DIN-Fachberichten:

ARS 8/2003 zur Umstellung auf europäische Regelungen im Brücken- und Ingenieurbau

DIN-Fachbericht 100: Beton – Zusammenstellung von DIN EN 206-1 und DIN 1045-2. DIN (Hrsg.), Beuth, Berlin, 1. Auflage 2001, sowie

ARS 9/2003 zu DIN-Fachbericht 100

DIN-Fachbericht 101: Einwirkungen auf Brücken. DIN (Hrsg.), Beuth, Berlin, 2. Auflage 2003, sowie

ARS 10/2003 zu DIN-Fachbericht 101


DIN-Fachbericht 102: Betonbrücken. DIN (Hrsg.), Beuth, Berlin, 2. Auflage 2003, sowie

ARS 11/2003 zu DIN-Fachbericht 102

Für die Nachweise des Baugrundes wurde gemäß Erfahrungssammlung zum FB 101, Reg.-Nr. 056 und zum FB 102, Reg.-Nr. 059 [www.bast.de] folgende Norm verwendet:

DIN 1054 Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
Ausgabe Januar 2005

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	III Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, ...	Seite: 9
Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

2 Besondere Zulassungen


- Felsanker: –
- Spannverfahren: z. B. bbv-Litzenspannverfahren 150 mm² nach Z-13.1-114
zur Anwendung mit DIN-Fachbericht 102
- Schraubmuffen: z. B. Halfen Schraubanschluss HBS-05 mit Zulassung Z-1.5-189 oder
gleichwertig
- Ankerschienen: z. B. Halfen Ankerschiene HTA nach Z-21.4-34
- Transportanker: im Rahmen der Technischen Bearbeitung vom AN vorzulegen
- Schalungsträger: im Rahmen der Technischen Bearbeitung vom AN vorzulegen,
insbesondere für die Gesimskonsolen einschließlich deren Verankerung
in den Fertigteil-Spiegeln (z. B. Kobold-Anker)

3 Gutachten

Da es sich bei der vorliegenden Berechnung um ein Muster-Beispiel handelt, liegt kein konkretes Bodengutachten vor. In der Untersuchung wurden die Baugrundangaben deshalb von realen Bauwerken mit typischen Bodenverhältnissen übernommen.

In einer Ausführungsstatik sind die tatsächlich vorliegenden Baugrundbedingungen auf der Grundlage eines Bodengutachtens zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Verformungskennwerte, zu denen z. B. die Setzungen oder der Steifemodul E_S zählen, sind obere und untere Grenzwerte anzusetzen.


Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	III	Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, ... Seite: 10	
Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

4 Literaturhinweise

- [1] Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV): Fugenloses Bauen, Entwurfshilfen für integrale Straßenbrücken. Heft 50 der Schriftenreihe des HLSV. Bearbeitet in Zusammenarbeit mit König, Heunisch und Partner, Beratende Ingenieure für Bauwesen. Wiesbaden, Frankfurt, 2002.
- [2] Forschungsgruppe für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke. Ausgabe 1994. FGSV Heft 525, Juli 1994.
- [3] *Pötzl, M., Schlaich, J. und Schäfer, K.:* Grundlagen für den Entwurf, die Berechnung und konstruktive Durchbildung lager- und fugenloser Brücken. DAFStb (Hrsg.), Heft 461 der Schriftenreihe. Beuth, Berlin 1996.
- [4] *Engelsmann, S., Schlaich, J. und Schäfer, K.:* Entwerfen und Bemessen von Betonbrücken ohne Fugen und Lager. DAFStb (Hrsg.), Heft 496 der Schriftenreihe. Beuth, Berlin 1999.
- [5] *Zilch, K. und Rogge, A.:* Bemessung der Stahlbeton- und Spannbetonbauteile nach DIN 1045-1 – Teil I. Betonkalender 2001, Band 1. Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2001.
- [6] Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“: EAU 1985, 7. Auflage. Verlag Ernst & Sohn, Berlin 1985.
- [7] Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV): Erg ZTV-ING Hessen. Ausgabe 2005-11. Wiesbaden 2005.
Download über <http://www.verkehr.hessen.de> unter der Rubrik: Service für Sie / Anträge, Formulare & Standards.
- [8] *Dix, J.:* Betongelenke unter oftmals wiederholter Druck- und Biegebeanspruchung. DAFStb (Hrsg.), Heft 150 der Schriftenreihe. Beuth, Berlin 1962.
- [9] *Leonhardt, F. und Reimann, H.:* Betongelenke. Versuchsbericht, Vorschläge zur Bemessung und konstruktiven Ausbildung. DAFStb (Hrsg.), Heft 175 der Schriftenreihe. Beuth, Berlin 1965.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	III	Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, ...	Seite: 11
Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008


- [10] *Franz, G. und Fein, H.-D.*: Betongelenke unter wiederholten Gelenkverdrehungen. DAfStb (Hrsg.), Heft 200 der Schriftenreihe. Beuth, Berlin 1968.
- [11] *Leonhardt, F. und Mönnig, E.*: Vorlesungen über Massivbau, Teil 2: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau, 3. Auflage. Springer-Verlag, Heidelberg 1986.
- [12] *Leonhardt, F. und Mönnig, E.*: Vorlesungen über Massivbau, Teil 3: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau, 3. Auflage. Springer-Verlag, Heidelberg 1977.
- [13] *Herzog, M.*: Die wirkliche Tragfähigkeit von Betongelenken. Bauingenieur 53 (1978), S. 255-261. Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf 1978.
- [14] *Maurer, R., Tue, N. V., Haveresch, K.-H. und Arnold, A.*: Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten bei dicken Wänden. Bauingenieur 80 (2005), S. 479-485. Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf 2005.
- [15] *Graubner, C.-A. und Zink, M.*: Erweiterte Grundlagen für integrale Straßenbrücken in Stahlbetonbauweise. Bericht erstattet für das Hessische Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen. König und Heunisch Planungsgesellschaft. Frankfurt am Main, 12.04.2006.

5 Programmbeschreibung

Die Berechnung des Bauwerks wurde mit den Stabstatikmodulen der SOFiSTiK Aktiengesellschaft durchgeführt. Folgende Programme wurden dabei verwendet:

AQUA	Version 15.12-23
GENF	Version 11.20-23
GEOS	Version 12.59-23
STAR2	Version 14.27-23
MAXIMA	Version 14.36-23
AQB	Version 13.04-23


Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	III Technische Vorschriften, Gutachten, Literatur, ...	Seite: 12
Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

IV Abweichungen und Ergänzungen zu den Vorschriften einschl. Erläuterungen

Die in Block III aufgeführten Vorschriften und Regelungen geben eine ausreichende Bemessungsgrundlage.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	IV Abweichungen und Ergänzungen	Seite: 13
Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

V Gesamtbauwerk

1 Berechnungsgrundlagen

1.1 Einführung

Die in Kapitel II beschriebene Straßenbrücke im Zuge einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26 wird als integrales Bauwerk ausgeführt. Die vorliegende Musterberechnung hat den Umfang einer Vorstatik zum Bauwerksentwurf. Die Ausführbarkeit des Bauwerks sowie die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Berechnung integraler Spannbetonbauwerke werden gezeigt. Dazu sind die maßgebenden Nachweise in knapper, praxisbezogener Form zusammengestellt. Im Rahmen der Vorstatik werden nur die maßgebenden Schnitte nachgewiesen. Nachweise in den Bauzuständen sind nicht Gegenstand dieser Vorstatik. Die Bauzustände, einschließlich den maßgebenden Zuständen beim Herstellen der Hinterfüllung, sind im Rahmen der Ausführungsstatik nachzuweisen.

1.2 Baustoffe und Querschnitte


Die Baustoffe werden entsprechend den Vorgaben aus der Bauwerksbeschreibung in AQUA definiert (siehe Kapitel II):

BETO 3 c	30	\$ Unterbauten
4 c	35	\$ Ortbetonergänzung
7 c	45	\$ Fertigteile
STAH 5 bst	500sb	
9 pst	1570	

Die Spannungs-Dehnungslinien und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte sind programmintern gemäß DIN-Fachbericht 102 vorbelegt.

Die Werte für den E -Modul werden gemäß DIN-Fachbericht 102, (Gl. 3.5) als Mittelwert E_{c0m} für die jeweilige Festigkeitsklasse angesetzt. Die Rechenfestigkeit des Betons, die im Programm mit f_c bezeichnet wird, beinhaltet den Dauerstandsfaktor α , so dass programmintern bei der Bemessung $f_{cd} = f_c / \gamma_M$ gerechnet werden kann (mit $f_c = \alpha \cdot f_{ck}$).

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 14
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Datensätze aus der Materialdefinition (Auszug der Ausgabedatei von AQUA):

Standardnorm ist DIN Fachbericht 102 Massivbrücken (2003) (Germany)

Klasse (Tab.4.118): C

Windzone : Binnenland

Nr. 3 C 30/37 (DIN 1045-1)

Elastizitätsmodul	E	28309 [MPa]	Material-Sicherheit	1.50 [-]
Querdehnzahl	m	0.20 [-]	Rechenfestigkeit f_c	25.50 [MPa]
Schubmodul	G	11796 [MPa]	Nennfestigkeit f_{ck}	30.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	15727 [MPa]	Zugfestigkeit f_{ctm}	2.90 [MPa]
Wichte	g	25.0 [kN/m ³]	5 % Zugfestigk. f_{ctk}	2.03 [MPa]
Wichte Auftrieb	ga	25.0 [kN/m ³]	95 % Zugfestigk. f_{ctk}	3.77 [MPa]
Temperaturkoeffiz.	a	1.00E-05 [1/°K]	Verbundspannung f_{bd}	3.04 [MPa]
			Gebrauchsfestigkeit	38.00 [MPa]
			Ermüdungsfestigkeit	14.96 [MPa]


Nr. 4 C 35/45 (DIN 1045-1)

Elastizitätsmodul	E	29878 [MPa]	Material-Sicherheit	1.50 [-]
Querdehnzahl	m	0.20 [-]	Rechenfestigkeit f_c	29.75 [MPa]
Schubmodul	G	12449 [MPa]	Nennfestigkeit f_{ck}	35.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	16599 [MPa]	Zugfestigkeit f_{ctm}	3.21 [MPa]
Wichte	g	25.0 [kN/m ³]	5 % Zugfestigk. f_{ctk}	2.25 [MPa]
Wichte Auftrieb	ga	25.0 [kN/m ³]	95 % Zugfestigk. f_{ctk}	4.17 [MPa]
Temperaturkoeffiz.	a	1.00E-05 [1/°K]	Verbundspannung f_{bd}	3.37 [MPa]
			Gebrauchsfestigkeit	43.00 [MPa]
			Ermüdungsfestigkeit	17.06 [MPa]

Nr. 5 BSt 500 SB (DIN 1045-1)

Elastizitätsmodul	E	200000 [MPa]	Material-Sicherheit	1.15 [-]
Querdehnzahl	m	0.30 [-]	Fließgrenze f_y	500.00 [MPa]
Schubmodul	G	76923 [MPa]	Druckfließgrenze f_{yc}	500.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	166667 [MPa]	Zugfestigk. f_t	550.00 [MPa]
Wichte	g	78.5 [kN/m ³]	Druckfestigkeit f_c	550.00 [MPa]
Wichte Auftrieb	ga	78.5 [kN/m ³]	Bruchdehnung	50.00 [o/oo]
Temperaturkoeffiz.	a	1.20E-05 [1/°K]	Verbundwert relativ	1.00 [-]
max. Erzeugnisdicke		32.00 [mm]	Verbundwert k_1 (EC2)	0.80 [-]
			Verfestigungs-Modul	0.00 [MPa]
			Proportionalitätsgr.	500.00 [MPa]
			Schwingbreite	195.00 [MPa]

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 15
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Nr. 7 C 45/55 (DIN 1045-1)

Elastizitätsmodul	E	32846 [MPa]	Material-Sicherheit	1.50 [-]
Querdehnzahl	m	0.20 [-]	Rechenfestigkeit f_c	38.25 [MPa]
Schubmodul	G	13686 [MPa]	Nennfestigkeit f_{ck}	45.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	18248 [MPa]	Zugfestigkeit f_{ctm}	3.80 [MPa]
Wichte	g	25.0 [kN/m ³]	5 % Zugfestigk. f_{ctk}	2.66 [MPa]
Wichte Auftrieb	ga	25.0 [kN/m ³]	95 % Zugfestigk. f_{ctk}	4.93 [MPa]
Temperaturkoeffiz.	a	1.00E-05 [1/°K]	Verbundspannung f_{bd}	3.99 [MPa]
			Gebrauchsfestigkeit	53.00 [MPa]
			Ermüdungsfestigkeit	20.91 [MPa]

Nr. 9 St 1570 S (DIN 1045-1)

Elastizitätsmodul	E	195000 [MPa]	Material-Sicherheit	1.15 [-]
Querdehnzahl	m	0.30 [-]	Fließgrenze f_y	1500.00 [MPa]
Schubmodul	G	75000 [MPa]	Druckfließgrenze f_{yc}	1500.00 [MPa]
Kompressionsmodul	K	162500 [MPa]	Zugfestigk. f_t	1770.00 [MPa]
Wichte	g	78.5 [kN/m ³]	Druckfestigkeit f_c	1770.00 [MPa]
Wichte Auftrieb	ga	78.5 [kN/m ³]	Bruchdehnung	60.00 [‰]
Temperaturkoeffiz.	a	1.20E-05 [1/°K]	Verbundwert relativ	0.70 [-]
Relaxation	CEB-1990	Klasse 2	Verbundwert k_l (EC2)	2.00 [-]
Relaxation	0.70*fpk	2.00 [%]	Verfestigungs-Modul	0.00 [MPa]
			Proportionalitätsgr.	1350.00 [MPa]
			Schwingbreite	185.00 [MPa]

Die Überbauquerschnitte werden als polygonale Querschnitte abgebildet. Jedes Fertigteil wird als eigener Stabzug abgebildet und erhält somit einen eigenen Querschnitt. Die Querneigung des Überbaus wird vernachlässigt. Zwischen den Anschnitten werden Knoten in allen 1/10-Punkten des Überbaus vorgesehen. Im Bereich der 9,0 m langen Vouten wird jeweils ein zusätzlicher Knoten zwischen den 1/10-Punkten vorgesehen, um den Steifigkeitsverlauf hinreichend genau abzubilden und die Knicke zwischen benachbarten Stäben gering zu halten. Die Vermeidung großer Knicke in den Stabzügen für den Überbau ist besonders für die Vorspannung von Bedeutung, da GEOS eigentlich keine Knicke innerhalb des Stabzugs für ein Spannglied zulässt. Die Querschnittshöhen der Fertigteilquerschnitte sind in Tabelle 1.1 zusammengefasst. Die 20 cm hohe Ortbetonergänzung erhält eigene Stäbe mit Rechteckquerschnitt. Die Widerlager erhalten Rechteckquerschnitte mit den jeweils zutreffenden Abmessungen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 16
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

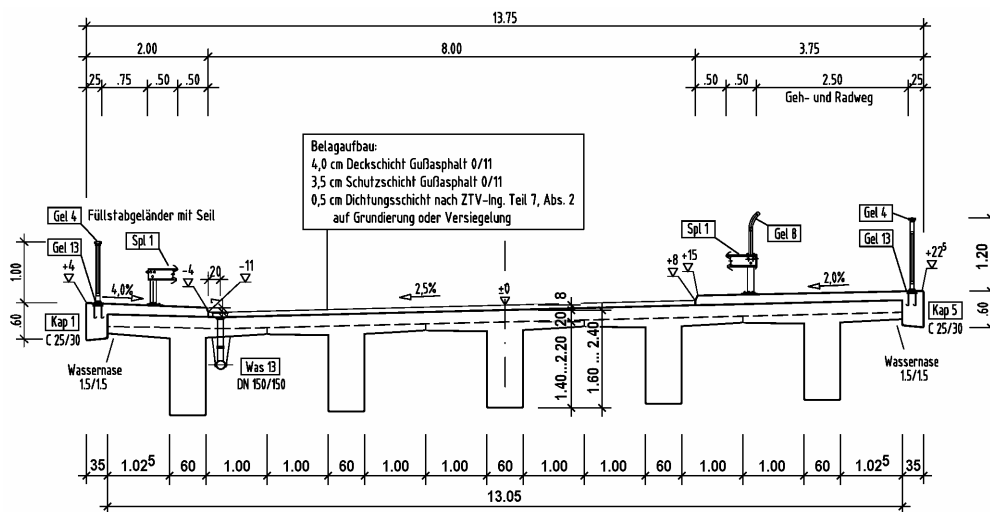


Bild 1.1 Überbaugesamtquerschnitt aus 5 Fertigteilen und Ortbetonergänzung

Tabelle 1.1 Querschnittshöhen der Spannbeton-Fertigteile

Querschnitt	h_{FT} [m]	Anmerkung
1	1,400	Feldbereich zwischen 1/4 Punkt und 3/4 Punkt
2	1,446	2/10-Punkt und 8/10-Punkt
3	1,562	3/20-Punkt und 17/20-Punkt
4	1,750	1/10-Punkt und 9/10-Punkt
5	2,009	1/20-Punkt und 19/20-Punkt
6	2,200	Anschnitt Stiel

Als Ausgangswert für die Bemessung in den Grenzzuständen wird eine Grundbewehrung vorgesehen. Sie entspricht der Mindestbewehrung nach DIN-Fachbericht 102, Tabelle 5.7, wobei $\min a_s = 3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($\phi 10 - 20$) nicht unterschritten werden darf. Die Ortbetonergänzung erhält am oberen Rand eine Mindestlängsbewehrung $\phi 12 - 15$ ($a_s = 7,53 \text{ cm}^2/\text{m}$, die mit $\sigma_s = 0,8 \cdot f_{yk}$ die zentrische Risslast der halben Ortbetonschicht bei $f_{ct,eff} = 3,0 \text{ N/mm}^2$ aufnehmen kann.

In den Stielen wird die Mindestoberflächenbewehrung auf $\min a_s = 13,4 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($\phi 16 - 15$) begrenzt (Tabelle 1.2).

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 17
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Tabelle 1.2 Mindestbewehrung für den oberen und unteren Querschnittsrand

Querschnitt	h, h_{FT} [m]	$\min \rho$ [%]	b_w [m]	$\min A_{s,u}$ [cm ²]	$\min A_{s,o}$ [cm ²]
1	1,400	0,121	0,600	10,16	10,16
2	1,446	0,121	0,600	10,50	10,50
3	1,562	0,121	0,600	11,34	11,34
4	1,750	0,121	0,600	12,70	12,70
5	2,009	0,121	0,600	14,58	14,58
6	2,200	0,121	0,600	15,97	15,97
7	0,200	konstruktiv	2,600	$b_w \cdot 3,92$	$b_w \cdot 7,53$
31	1,500	konstruktiv	2,600	34,8	34,8

Für die Pfähle wird die Mindestbewehrung aus der ehemaligen ZTV-K '96 übernommen, die vor allem zur Sicherstellung der Formhaltigkeit und Stabilität des Bewehrungskorbes während des Transports und des Einbaus ausgelegt war.

Die Mindestquerkraftbewehrung der Fertigteile aus C 45/55 mit gegliedertem Querschnitt und vorgespanntem Zuggurt beträgt [DIN-Fachbericht 102, II-5.4.2.2 (4) P]:


$$\min \rho_w = 1,6 \cdot \min \rho = 1,6 \cdot 0,121 \% \cdot 0,60 \text{ m} = 11,62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Aus konstruktiven Gründen sollte eine Bügelbewehrung von $\varnothing 14 - 15$ ($a_{sw} = 20,53 \text{ cm}^2/\text{m}$) jedoch nicht unterschritten werden.

Die wichtigsten Querschnittswerte sind im Folgenden als Auszug der Ausgabedatei von AQUA zusammengestellt.

Querschnitt Nr. 1		Fertigteilquerschnitte							
Querschnittswerte									
Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam	
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]	
1	7	1.0600E+00		2.099E-01	0.000	0.000	32846	26.50	
	5	5.940E-02		1.790E-01	0.766	0.422	13686		

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 18
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Querschnitt Nr. 2

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
2	7	1.0876E+00		2.297E-01	0.000	0.000	32846	27.19
	5	5.940E-02		1.798E-01	0.788	0.427	13686	

Querschnitt Nr. 3

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
3	7	1.1572E+00		2.846E-01	0.000	0.000	32846	28.93
	5	5.940E-02		1.819E-01	0.843	0.442	13686	

Querschnitt Nr. 4

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
4	7	1.2700E+00		3.905E-01	0.000	0.000	32846	31.75
	5	5.940E-02		1.853E-01	0.933	0.468	13686	

Querschnitt Nr. 5

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
5	7	1.4254E+00		5.733E-01	0.000	0.000	32846	35.64
	5	5.940E-02		1.900E-01	1.058	0.507	13686	

Querschnitt Nr. 6

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
6	7	1.5400E+00		7.385E-01	0.000	0.000	32846	38.50
	5	5.940E-02		1.934E-01	1.151	0.539	13686	

Querschnitt Nr. 7 - B/H = 260 / 20 cm

Ortbetonergänzung längs

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
7	=	B/H = 260 / 20 cm						
(CENT)	=	(D-As 2 / 2 cm)						
	4	5.2000E-01		1.733E-03	0.000	0.000	29878	13.00
	5	2.605E-03		2.929E-01	0.000	0.000	12449	


Querschnitt Nr. 11

Gesamtquerschnitte Überbau nur zur Kontrolle (nicht verwendet)

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m2]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m4]	[m2]	[m4]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
11	=	Verbund mit Materialien:	7	4				
	7	1.5709E+00		3.728E-01	0.000	0.000	32846	39.50
	5	7.250E-02		4.514E-01	0.562	0.265	13686	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 19
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Querschnitt Nr. 12

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
12	=	Verbund mit Materialien:		7	4			
	7	1.5986E+00		4.045E-01	0.000	0.000	32846	40.19
	5	7.250E-02		4.523E-01	0.581	0.268	13686	

Querschnitt Nr. 13

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
13	=	Verbund mit Materialien:		7	4			
	7	1.6687E+00		4.918E-01	0.000	0.000	32846	41.93
	5	7.250E-02		4.544E-01	0.629	0.275	13686	

Querschnitt Nr. 14

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
14	=	Verbund mit Materialien:		7	4			
	7	1.7823E+00		6.566E-01	0.000	0.000	32846	44.75
	5	7.250E-02		4.578E-01	0.708	0.286	13686	

Querschnitt Nr. 15

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
15	=	Verbund mit Materialien:		7	4			
	7	1.9387E+00		9.345E-01	0.000	0.000	32846	48.63
	5	7.250E-02		4.625E-01	0.820	0.305	13686	

Querschnitt Nr. 16

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
16	=	Verbund mit Materialien:		7	4			
	7	2.0541E+00		1.180E+00	0.000	0.000	32846	51.50
	5	7.250E-02		4.660E-01	0.905	0.320	13686	


Querschnitt Nr. 21 - B/H = 304 / 31 cm

Platte Querrichtung

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
21	=	B/H = 304 / 31 cm						
(CENT)	=	(D-As 3.1 / 3.1 cm)						
	4	9.4240E-01		7.547E-03	0.000	0.000	29878	23.56
	5	1.131E-02		7.258E-01	0.000	0.000	12449	

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 20
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Querschnitt Nr. 22 - B/H = 152 / 31 cm Platte Querrichtung vor den Stielen

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
22	=	B/H = 152 / 31 cm						
(CENT)	=	(D-As 3.1 / 3.1 cm)						
4		4.7120E-01		3.774E-03	0.000	0.000	29878	11.78
5		5.237E-03		9.072E-02	0.000	0.000	12449	

Querschnitt Nr. 25 - B/H = 150 / 150 cm

Rahmenstiele quer

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
25	=	B/H = 150 / 150 cm						
(CENT)	=	(D-As 15 / 15 cm)						
3		2.2500E+00		4.219E-01	0.000	0.000	28309	56.25
5		2.835E-01		4.219E-01	0.000	0.000	11796	

Querschnitt Nr. 31 - B/H = 260 / 150 cm

Rahmenstiele längs

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
31	=	B/H = 260 / 150 cm						
(CENT)	=	(D-As 15 / 15 cm)						
3		3.9000E+00		7.312E-01	0.000	0.000	28309	97.50
5		7.420E-01		2.197E+00	0.000	0.000	11796	


Querschnitt Nr. 33 - R 60 cm

Bohrpfahl

Querschnittswerte

Nr.	Mat	A [m ²]	Ay/Az/Ayz	Iy/Iz/Iyz	ys/zs	y/z-smp	E/G-Modul	gam
	MBw	It [m ⁴]	[m ²]	[m ⁴]	[m]	[m]	[MPa]	[kN/m]
33	=	R 60 cm						
(DRUC)	=	(R-As 52 cm)						
3		1.1310E+00		1.018E-01	0.000	0.000	28309	28.27
5		2.036E-01		1.018E-01	0.000	0.000	11796	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 21
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Zusammenstellung aller Stabelemente

Querschnitte

Nr.	GesLänge [m]	Max.Länge [m]	GesGewicht [t]	Oberfläche [m ²]	Bezeichnung
1	95.000	3.800	251.750	756.238	
6	7.500	0.750	28.875	71.703	
7	190.000	3.800	247.000		B/H = 260 / 20 cm
21	93.600	2.600	220.522		B/H = 304 / 31 cm
22	20.800	2.600	24.502		B/H = 152 / 31 cm
25	104.000	2.600	585.000		B/H = 150 / 150 cm
31	65.490	1.500	638.527		B/H = 260 / 150 cm
33	160.000	2.000	452.390		R 60 cm
	87.609	1.904	268.977	746.487	Voutenbereiche

Summe	823.999		2717.542	1574.428	

1.3 Statisches System

Der Überbau setzt sich aus 5 Spannbetonfertigteilen mit Ortbetonergänzung zusammen. Zur ausreichend genauen Abbildung des Tragverhaltens wird daher ein räumliches Rahmensystem mit allen 5 Hauptträgern abgebildet. Die Ortbetonergänzung wird sowohl in Längs-, als auch in Querrichtung durch eigene Stäbe abgebildet. Integrale Bauwerke müssen als Gesamttragwerk abgebildet werden. Im vorliegenden Fall wird am Fußpunkt der Rahmenstiele bzw. Widerlagerwände je ein Betongelenk ausgebildet (Bild 1.2). Auf diese Weise wird sichergestellt, dass sich der Stiel relativ zum Fundament verdrehen kann. Dadurch wirkt sich eine elastische Einspannung des Fundaments in den Boden nicht auf die Bemessung des Rahmens aus. Die Flügelwände sind ausschließlich in das Fundament eingespannt und von der Widerlagerwand durch eine Fuge getrennt. Bei der Variante mit Pfahlgründung werden die achsialen Wechsellastanteile der Pfähle durch das Betongelenk reduziert. Die Pfahlanordnung kann Bild 1.3 entnommen werden.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 22
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

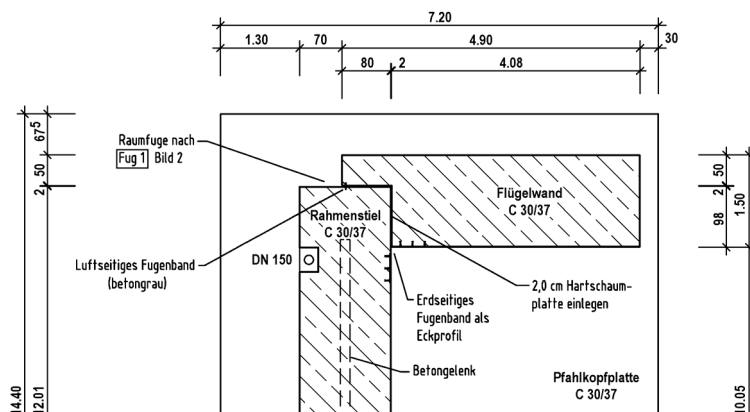


Bild 1.2 Widerlager oberhalb der Fundament- bzw. Pfahlkopfplatte geschnitten

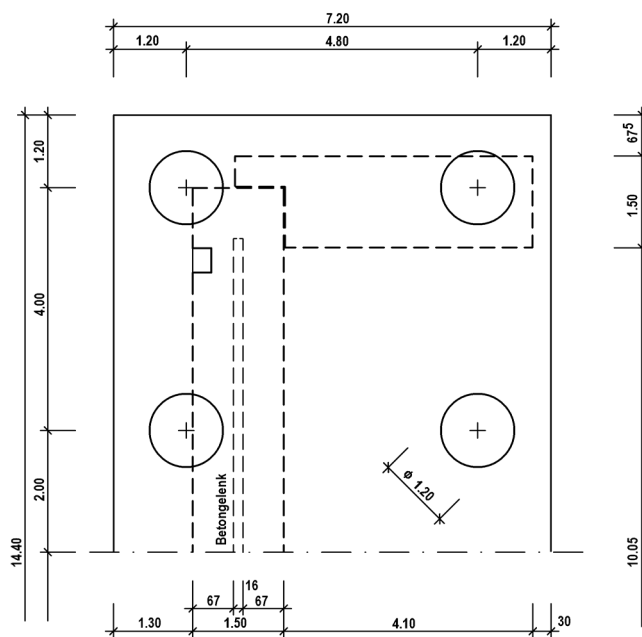



Bild 1.3 Anordnung der Pfähle bei der untersuchten Variante mit Tiefgründung

Das statische System des flachgegründeten Bauwerks wird für die SOFiSTiK-Berechnung vereinfachend ohne Fundamentplatte, d. h. bis zum Betongelenk am Wandfuß abgebildet. Die Bemessung der Fundamentplatte einschließlich der auskragenden Flügelwände erfolgt separat. Die Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Hinterfüllung ist realitätsnah auf der Grundlage charakteristischer Baugrundkenngrößen zu erfassen. Nach [1] und [2] wird die

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 23
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Wirkung der Hinterfüllung über den Ansatz des mobilisierten Erddrucks erfasst. Die zugehörigen Ansätze werden in dem Abschnitt V.2.6 als Einwirkungen behandelt. Die Nachgiebigkeit der Gründung kann über Bodenfedern abgebildet werden, im vorliegenden Fall ist der Einfluss aufgrund der Betongelenke jedoch gering.

Für die Variante mit Pfahlgründung muss das Gesamtsystem mit Pfählen abgebildet werden. Die Pfahlkopfplatte wird dabei entsprechend den Konventionen bei der Bemessung von Pfahlgruppen als starr angenommen. Realisiert wird das im statischen System über die Kopplung der Freiheitsgrade aller Pfahlkopfknoten mit den Stielfußknoten unter den Betongelenken.

Im statischen System wird der in der Ansicht gekrümmte Schwerachsenverlauf des Überbaus berücksichtigt. Im Muster-Beispiel fällt der Kuppenhochpunkt mit der Bauwerksmitte zusammen, so dass sich dort eine Symmetrieachse ergibt.


Folgende Knoten und Knotenkopplungen werden für das vollständige System mit Pfahlgründung benötigt (Auszug der Eingabedatei für GENF):

```

SYST RAUM OPTI NEIN
$
$ System   y = 0   ist die Bauwerksachse = Achse FT 3
$         x = 0   ist die Bauwerks-/Feldmitte
$
$ Achsen 10 und 20 in x-Richtung ansteigend
$
$ GRUP 1 Lagerung Fertigteile in Bauzustand
$       2 Fertigteile
$       3 Ortbetonergänzung, Unterbauten
$       4 Lagerung Unterbauten (bei Wahl einer Flachgründung)
$       5 Pfahlgründung (bei Wahl einer Tiefgründung)
$
LET#h -120.0  $ Höhe über NN
LET#xwl 19.0  $ Lage Stiel
$
KNOT   nr          x          y          z          fix
$ Knoten Stabzug 1
LET#y -5.20
      1105         -#xwl         #y         #h+7.70         $ Achse 10 unten
      1106         -#xwl         #y         #h+7.15
      1107         -#xwl         #y         #h+5.65
      1108         -#xwl         #y         #h+4.15
      1109         -#xwl         #y         #h+2.65
      1110         -#xwl         #y         #h+1.151         $ Achse 10 oben


```

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 24
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	


1111	-18.25	#y	#h+1.151	\$	Anschnitt
1112	-17.1	#y	#h+1.058	\$	1/20
1113	-15.2	#y	#h+0.933	\$	1/10
1114	-13.3	#y	#h+0.843	\$	3/20
1115	-11.4	#y	#h+0.788	\$	2/10
1116	-9.5	#y	#h+0.766	\$	1/4
1117	-7.6	#y	#h+0.766	\$	3/10
1118	-3.8	#y	#h+0.766	\$	4/10
1119	0.0	#y	#h+0.766	\$	5/10
1120	3.8	#y	#h+0.766	\$	6/10
1121	7.6	#y	#h+0.766	\$	7/10
1122	9.5	#y	#h+0.766	\$	3/4
1123	11.4	#y	#h+0.788	\$	8/10
1124	13.3	#y	#h+0.843	\$	17/20
1125	15.2	#y	#h+0.933	\$	9/10
1126	17.1	#y	#h+1.058	\$	19/20
1127	18.25	#y	#h+1.151	\$	Anschnitt
1128	#xw1	#y	#h+1.151	\$	Achse 20 oben
1129	#xw1	#y	#h+2.65		
1130	#xw1	#y	#h+4.15		
1131	#xw1	#y	#h+5.65		
1132	#xw1	#y	#h+7.15		
1133	#xw1	#y	#h+7.70	\$	Achse 20 unten
2110	-#xw1	#y	#h+0.1	\$	Ortbetonplatte
2111	-18.25	#y	#h+0.1		
2112	-17.1	#y	#h+0.1		
2113	-15.2	#y	#h+0.1		
2114	-13.3	#y	#h+0.1		
2115	-11.4	#y	#h+0.1		
2116	-9.5	#y	#h+0.1		
2117	-7.6	#y	#h+0.1		
2118	-3.8	#y	#h+0.1		
2119	0.0	#y	#h+0.1		
2120	3.8	#y	#h+0.1		
2121	7.6	#y	#h+0.1		
2122	9.5	#y	#h+0.1		
2123	11.4	#y	#h+0.1		
2124	13.3	#y	#h+0.1		
2125	15.2	#y	#h+0.1		
2126	17.1	#y	#h+0.1		
2127	18.25	#y	#h+0.1		
2128	#xw1	#y	#h+0.1		
\$ Knoten Stabzug 2					
LET#y -2.60					
1205	-#xw1	#y	#h+7.70	\$	Achse 10 unten
1206	-#xw1	#y	#h+7.15		
1207	-#xw1	#y	#h+5.65		
1208	-#xw1	#y	#h+4.15		
1209	-#xw1	#y	#h+2.65		
1210	-#xw1	#y	#h+1.151	\$	Achse 10 oben
1211	-18.25	#y	#h+1.151		

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 25
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008


1212	-17.1	#y	#h+1.058	
1213	-15.2	#y	#h+0.933	
1214	-13.3	#y	#h+0.843	
1215	-11.4	#y	#h+0.788	
1216	-9.5	#y	#h+0.766	
1217	-7.6	#y	#h+0.766	
1218	-3.8	#y	#h+0.766	
1219	0.0	#y	#h+0.766	\$ Feldmitte
1220	3.8	#y	#h+0.766	
1221	7.6	#y	#h+0.766	
1222	9.5	#y	#h+0.766	
1223	11.4	#y	#h+0.788	
1224	13.3	#y	#h+0.843	
1225	15.2	#y	#h+0.933	
1226	17.1	#y	#h+1.058	
1227	18.25	#y	#h+1.151	
1228	#xw1	#y	#h+1.151	\$ Achse 20 oben
1229	#xw1	#y	#h+2.65	
1230	#xw1	#y	#h+4.15	
1231	#xw1	#y	#h+5.65	
1232	#xw1	#y	#h+7.15	
1233	#xw1	#y	#h+7.70	\$ Achse 20 unten
2210	-#xw1	#y	#h+0.1	\$ Ortbetonplatte
2211	-18.25	#y	#h+0.1	
2212	-17.1	#y	#h+0.1	
2213	-15.2	#y	#h+0.1	
2214	-13.3	#y	#h+0.1	
2215	-11.4	#y	#h+0.1	
2216	-9.5	#y	#h+0.1	
2217	-7.6	#y	#h+0.1	
2218	-3.8	#y	#h+0.1	
2219	0.0	#y	#h+0.1	
2220	3.8	#y	#h+0.1	
2221	7.6	#y	#h+0.1	
2222	9.5	#y	#h+0.1	
2223	11.4	#y	#h+0.1	
2224	13.3	#y	#h+0.1	
2225	15.2	#y	#h+0.1	
2226	17.1	#y	#h+0.1	
2227	18.25	#y	#h+0.1	
2228	#xw1	#y	#h+0.1	
\$ Knoten Stabzug 3				
LET#y 0.0				
1305	-#xw1	#y	#h+7.70	\$ Achse 10 unten
1306	-#xw1	#y	#h+7.15	
1307	-#xw1	#y	#h+5.65	
1308	-#xw1	#y	#h+4.15	
1309	-#xw1	#y	#h+2.65	
1310	-#xw1	#y	#h+1.151	\$ Achse 10 oben
1311	-18.25	#y	#h+1.151	
1312	-17.1	#y	#h+1.058	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 26
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008


1313	-15.2	#y	#h+0.933	
1314	-13.3	#y	#h+0.843	
1315	-11.4	#y	#h+0.788	
1316	-9.5	#y	#h+0.766	
1317	-7.6	#y	#h+0.766	
1318	-3.8	#y	#h+0.766	
1319	0.0	#y	#h+0.766	\$ Feldmitte
1320	3.8	#y	#h+0.766	
1321	7.6	#y	#h+0.766	
1322	9.5	#y	#h+0.766	
1323	11.4	#y	#h+0.788	
1324	13.3	#y	#h+0.843	
1325	15.2	#y	#h+0.933	
1326	17.1	#y	#h+1.058	
1327	18.25	#y	#h+1.151	
1328	#xwl	#y	#h+1.151	\$ Achse 20 oben
1329	#xwl	#y	#h+2.65	
1330	#xwl	#y	#h+4.15	
1331	#xwl	#y	#h+5.65	
1332	#xwl	#y	#h+7.15	
1333	#xwl	#y	#h+7.70	\$ Achse 20 unten
2310	-#xwl	#y	#h+0.1	\$ Ortbetonplatte
2311	-18.25	#y	#h+0.1	
2312	-17.1	#y	#h+0.1	
2313	-15.2	#y	#h+0.1	
2314	-13.3	#y	#h+0.1	
2315	-11.4	#y	#h+0.1	
2316	-9.5	#y	#h+0.1	
2317	-7.6	#y	#h+0.1	
2318	-3.8	#y	#h+0.1	
2319	0.0	#y	#h+0.1	
2320	3.8	#y	#h+0.1	
2321	7.6	#y	#h+0.1	
2322	9.5	#y	#h+0.1	
2323	11.4	#y	#h+0.1	
2324	13.3	#y	#h+0.1	
2325	15.2	#y	#h+0.1	
2326	17.1	#y	#h+0.1	
2327	18.25	#y	#h+0.1	
2328	#xwl	#y	#h+0.1	
\$ Knoten Stabzug 4				
LET#y 2.6				
1405	-#xwl	#y	#h+7.70	\$ Achse 10 unten
1406	-#xwl	#y	#h+7.15	
1407	-#xwl	#y	#h+5.65	
1408	-#xwl	#y	#h+4.15	
1409	-#xwl	#y	#h+2.65	
1410	-#xwl	#y	#h+1.151	\$ Achse 10 oben
1411	-18.25	#y	#h+1.151	
1412	-17.1	#y	#h+1.058	
1413	-15.2	#y	#h+0.933	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 27
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

1414	-13.3	#y	#h+0.843	
1415	-11.4	#y	#h+0.788	
1416	-9.5	#y	#h+0.766	
1417	-7.6	#y	#h+0.766	
1418	-3.8	#y	#h+0.766	
1419	0.0	#y	#h+0.766	\$ Feldmitte
1420	3.8	#y	#h+0.766	
1421	7.6	#y	#h+0.766	
1422	9.5	#y	#h+0.766	
1423	11.4	#y	#h+0.788	
1424	13.3	#y	#h+0.843	
1425	15.2	#y	#h+0.933	
1426	17.1	#y	#h+1.058	
1427	18.25	#y	#h+1.151	
1428	#xwl	#y	#h+1.151	\$ Achse 20 oben
1429	#xwl	#y	#h+2.65	
1430	#xwl	#y	#h+4.15	
1431	#xwl	#y	#h+5.65	
1432	#xwl	#y	#h+7.15	
1433	#xwl	#y	#h+7.7	\$ Achse 20 unten
2410	-#xwl	#y	#h+0.1	\$ Ortbetonplatte
2411	-18.25	#y	#h+0.1	
2412	-17.1	#y	#h+0.1	
2413	-15.2	#y	#h+0.1	
2414	-13.3	#y	#h+0.1	
2415	-11.4	#y	#h+0.1	
2416	-9.5	#y	#h+0.1	
2417	-7.6	#y	#h+0.1	
2418	-3.8	#y	#h+0.1	
2419	0.0	#y	#h+0.1	
2420	3.8	#y	#h+0.1	
2421	7.6	#y	#h+0.1	
2422	9.5	#y	#h+0.1	
2423	11.4	#y	#h+0.1	
2424	13.3	#y	#h+0.1	
2425	15.2	#y	#h+0.1	
2426	17.1	#y	#h+0.1	
2427	18.25	#y	#h+0.1	
2428	#xwl	#y	#h+0.1	
\$ Knoten Stabzug 5				
LET#y 5.2				
1505	-#xwl	#y	#h+7.70	\$ Achse 10 unten
1506	-#xwl	#y	#h+7.15	
1507	-#xwl	#y	#h+5.65	
1508	-#xwl	#y	#h+4.15	
1509	-#xwl	#y	#h+2.65	
1510	-#xwl	#y	#h+1.151	\$ Achse 10 oben
1511	-18.25	#y	#h+1.151	
1512	-17.1	#y	#h+1.058	
1513	-15.2	#y	#h+0.933	
1514	-13.3	#y	#h+0.843	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 28
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

1515	-11.4	#y	#h+0.788	
1516	-9.5	#y	#h+0.766	
1517	-7.6	#y	#h+0.766	
1518	-3.8	#y	#h+0.766	
1519	0.0	#y	#h+0.766	\$ Feldmitte
1520	3.8	#y	#h+0.766	
1521	7.6	#y	#h+0.766	
1522	9.5	#y	#h+0.766	
1523	11.4	#y	#h+0.788	
1524	13.3	#y	#h+0.843	
1525	15.2	#y	#h+0.933	
1526	17.1	#y	#h+1.058	
1527	18.25	#y	#h+1.151	
1528	#xw1	#y	#h+1.151	\$ Achse 20 oben
1529	#xw1	#y	#h+2.65	
1530	#xw1	#y	#h+4.15	
1531	#xw1	#y	#h+5.65	
1532	#xw1	#y	#h+7.15	
1533	#xw1	#y	#h+7.70	\$ Achse 20 unten
2510	-#xw1	#y	#h+0.1	\$ Ortbetonplatte
2511	-18.25	#y	#h+0.1	
2512	-17.1	#y	#h+0.1	
2513	-15.2	#y	#h+0.1	
2514	-13.3	#y	#h+0.1	
2515	-11.4	#y	#h+0.1	
2516	-9.5	#y	#h+0.1	
2517	-7.6	#y	#h+0.1	
2518	-3.8	#y	#h+0.1	
2519	0.0	#y	#h+0.1	
2520	3.8	#y	#h+0.1	
2521	7.6	#y	#h+0.1	
2522	9.5	#y	#h+0.1	
2523	11.4	#y	#h+0.1	
2524	13.3	#y	#h+0.1	
2525	15.2	#y	#h+0.1	
2526	17.1	#y	#h+0.1	
2527	18.25	#y	#h+0.1	
2528	#xw1	#y	#h+0.1	

\$


\$ Kopplungen zwischen FT und Ortbetonergänzung

\$

KNOT	NR	FIX	KREF	
	(2110 2128 1)	KF	(1110 1)	\$ Verbundkopplungen Überbau
	(2210 2228 1)	KF	(1210 1)	
	(2310 2328 1)	KF	(1310 1)	
	(2410 2428 1)	KF	(1410 1)	
	(2510 2528 1)	KF	(1510 1)	

\$

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 29
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

\$ Knoten der Pfahlgründung

\$

KNOT nr x y z fix

\$ Knoten Stabzug 1

LET#x -#xw1-3.95

LET#y -6.00

1160	#x	#y	#h+19.20	\$ Achse 10 hinten
1161	#x	#y	#h+17.20	
1162	#x	#y	#h+15.20	
1163	#x	#y	#h+13.20	
1164	#x	#y	#h+11.20	
1165	#x	#y	#h+9.20	

LET#y -2.00

1260	#x	#y	#h+19.20
1261	#x	#y	#h+17.20
1262	#x	#y	#h+15.20
1263	#x	#y	#h+13.20
1264	#x	#y	#h+11.20
1265	#x	#y	#h+9.20

LET#y 2.00

1360	#x	#y	#h+19.20
1361	#x	#y	#h+17.20
1362	#x	#y	#h+15.20
1363	#x	#y	#h+13.20
1364	#x	#y	#h+11.20
1365	#x	#y	#h+9.20

LET#y 6.00

1460	#x	#y	#h+19.20
1461	#x	#y	#h+17.20
1462	#x	#y	#h+15.20
1463	#x	#y	#h+13.20
1464	#x	#y	#h+11.20
1465	#x	#y	#h+9.20

LET#x -#xw1+0.85

LET#y -6.00

1170	#x	#y	#h+19.20	\$ Achse 10 vorne
1171	#x	#y	#h+17.20	
1172	#x	#y	#h+15.20	
1173	#x	#y	#h+13.20	
1174	#x	#y	#h+11.20	
1175	#x	#y	#h+9.20	


LET#y -2.00

1270	#x	#y	#h+19.20
1271	#x	#y	#h+17.20
1272	#x	#y	#h+15.20
1273	#x	#y	#h+13.20
1274	#x	#y	#h+11.20
1275	#x	#y	#h+9.20

LET#y 2.00


1370	#x	#y	#h+19.20
1371	#x	#y	#h+17.20

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 30
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

1372	#x	#y	#h+15.20	
1373	#x	#y	#h+13.20	
1374	#x	#y	#h+11.20	
1375	#x	#y	#h+9.20	
LET#y	6.00			
1470	#x	#y	#h+19.20	
1471	#x	#y	#h+17.20	
1472	#x	#y	#h+15.20	
1473	#x	#y	#h+13.20	
1474	#x	#y	#h+11.20	
1475	#x	#y	#h+9.20	
LET#x	#xw1-0.85			
LET#y	-6.00			
1180	#x	#y	#h+19.20	§ Achse 20 vorne
1181	#x	#y	#h+17.20	
1182	#x	#y	#h+15.20	
1183	#x	#y	#h+13.20	
1184	#x	#y	#h+11.20	
1185	#x	#y	#h+9.20	
LET#y	-2.00			
1280	#x	#y	#h+19.20	
1281	#x	#y	#h+17.20	
1282	#x	#y	#h+15.20	
1283	#x	#y	#h+13.20	
1284	#x	#y	#h+11.20	
1285	#x	#y	#h+9.20	
LET#y	2.00			
1380	#x	#y	#h+19.20	
1381	#x	#y	#h+17.20	
1382	#x	#y	#h+15.20	
1383	#x	#y	#h+13.20	
1384	#x	#y	#h+11.20	
1385	#x	#y	#h+9.20	
LET#y	6.00			
1480	#x	#y	#h+19.20	
1481	#x	#y	#h+17.20	
1482	#x	#y	#h+15.20	
1483	#x	#y	#h+13.20	
1484	#x	#y	#h+11.20	
1485	#x	#y	#h+9.20	
LET#x	#xw1+3.95			
LET#y	-6.00			
1190	#x	#y	#h+19.20	§ Achse 20 hinten
1191	#x	#y	#h+17.20	
1192	#x	#y	#h+15.20	
1193	#x	#y	#h+13.20	
1194	#x	#y	#h+11.20	
1195	#x	#y	#h+9.20	
LET#y	-2.00			
1290	#x	#y	#h+19.20	
1291	#x	#y	#h+17.20	

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 31
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

1292	#x	#y	#h+15.20
1293	#x	#y	#h+13.20
1294	#x	#y	#h+11.20
1295	#x	#y	#h+9.20
LET#y	2.00		
1390	#x	#y	#h+19.20
1391	#x	#y	#h+17.20
1392	#x	#y	#h+15.20
1393	#x	#y	#h+13.20
1394	#x	#y	#h+11.20
1395	#x	#y	#h+9.20
LET#y	6.00		
1490	#x	#y	#h+19.20
1491	#x	#y	#h+17.20
1492	#x	#y	#h+15.20
1493	#x	#y	#h+13.20
1494	#x	#y	#h+11.20
1495	#x	#y	#h+9.20


⌘

⌘ Kopplungen zwischen Rahmenstielen und Pfählen

⌘

KNOT	NR	FIX	KREF	
	1105	KF	1205	\$ Betongelenke 10
	1205	KF	1305	
	1305	KF	1405	
	1405	KF	1505	
	1133	KF	1233	\$ Betongelenke 20
	1233	KF	1333	
	1333	KF	1433	
	1433	KF	1533	
	1165	KF	1265	\$ Pfahlköpfe 10 hinten
	1265	KF	1365	
	1365	KF	1465	
	1465	KF	1505	
	1175	KF	1275	\$ Pfahlköpfe 10 vorne
	1275	KF	1375	
	1375	KF	1475	
	1475	KF	1505	
	1185	KF	1285	\$ Pfahlköpfe 20 vorne
	1285	KF	1385	
	1385	KF	1485	
	1485	KF	1533	
	1195	KF	1295	\$ Pfahlköpfe 20 hinten
	1295	KF	1395	
	1395	KF	1495	
	1495	KF	1533	

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 32
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Die Stäbe und Federn werden in 5 Gruppen unterteilt, so dass mit dem gleichen statischen Grundsystem die Fertigteile einzeln, das System mit Flachgründung und das System mit Tiefgründung gerechnet werden können:

- Gruppe 1 Lagerung der Fertigteile im Bauzustand
- Gruppe 2 Fertigteile
- Gruppe 3 Ortbetonergänzung des Überbaus, Rahmenstiele
- Gruppe 4 Lagerung der Stiele bei Wahl einer Flachgründung
- Gruppe 5 Pfahlgründung als Variante

Die Pfahlgründung erhält Fußfedern, die bei Ausnutzung des Spitzendrucks von $\sigma_s = 3,0 \text{ MN/m}^2$ eine Setzung von 1 cm erfahren.

$$c_{fz,inf} \approx c_{fz,sup} = \frac{1,2 \cdot 1,2 \text{ m}^2 \cdot \pi \cdot 3000 \text{ kN/m}^2}{4 \cdot 0,010 \text{ m}} \approx 3,4 \cdot 10^5 \text{ kN/m}$$

Als Bettung wird der untere Grenzwert der Steifemoduln $E_{s,k}$ direkt angegeben und programmintern mit dem Pfahldurchmesser multipliziert. Für den nicht tragfähigen Baugrund wird die Bettung von den Sand-Kies Schichten mit geringem Schluffanteil bestimmt, für die der Bodengutachter charakteristische Werte des Steifemoduls zwischen $E_{sk} = 40 \text{ MN/m}^2$ und $E_{sk} = 60 \text{ MN/m}^2$ angegeben hat. Da die maximale Auslenkung der Pfähle maßgebend ist, wird im Rahmen dieser statischen Vorberechnung lediglich der untere charakteristische Wert untersucht. Für den tragfähigen Sandstein wurde cal $E_s = 200 \text{ MNm}^2$ festgelegt.

Bild 1.4 zeigt den angenommenen Baugrund sowie die Bettung des Einzelpfahls. Die Gruppenwirkung der Pfähle wird nach DIN 1054 berücksichtigt. Bei den gewählten Abmessungen ist lediglich in der Längsrichtung ein Abminderungsfaktor $\alpha_L = 0,75$ für die vordere Pfahlreihe zu berücksichtigen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 33
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

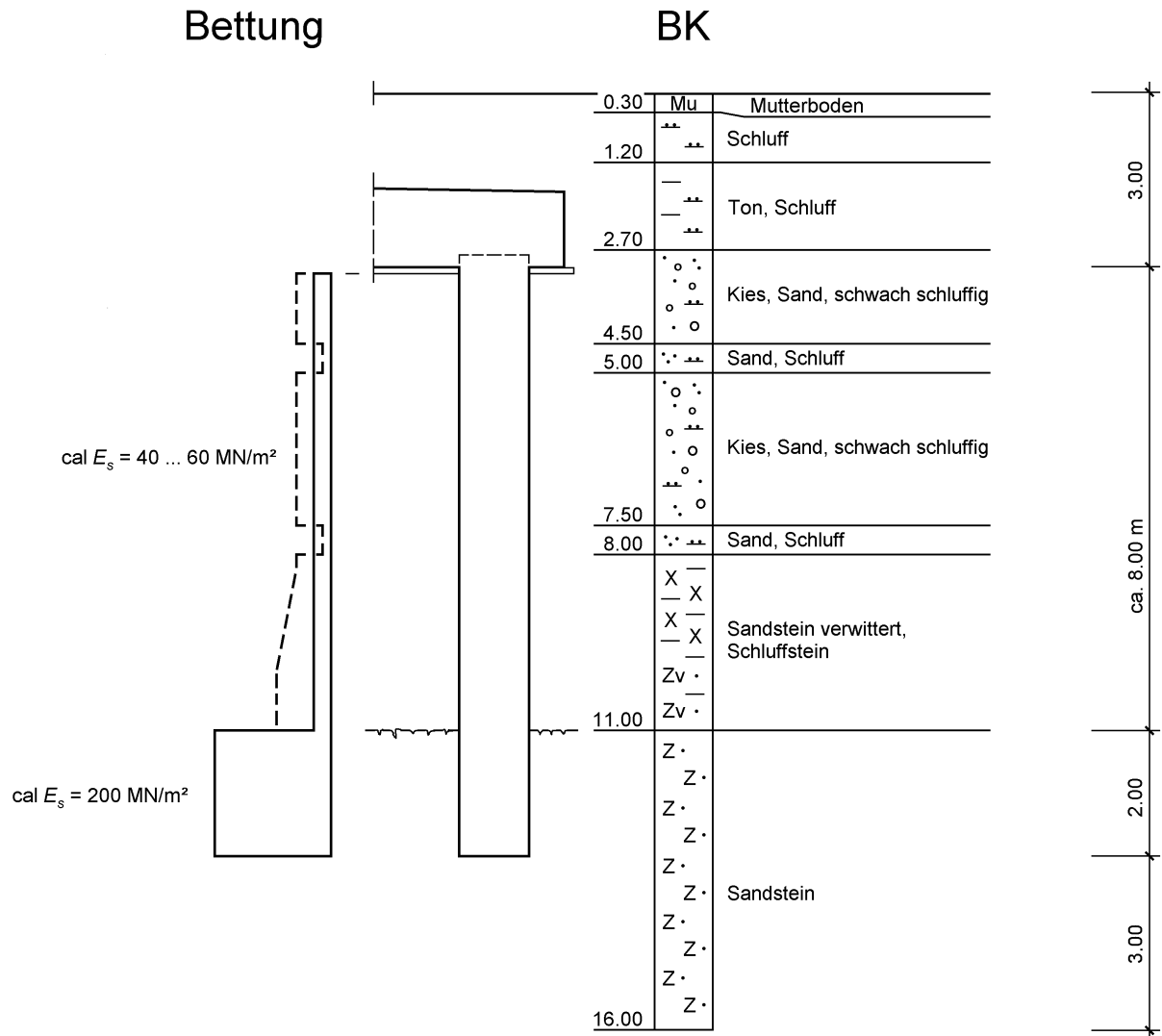



Bild 1.4 Baugrund und Steifemodul für die Pfahlgründung

Für den Fall mit Flachgründung wird die horizontale Festhalterung c_{fx} der Gründung im System mit dem oberen Grenzwert der Steifigkeit $c_{fx,sup}$ als annähernd starre Lagerung abgebildet. Die untere Grenze der Steifigkeit wird nicht über eine Feder $c_{fx,inf}$, sondern auf der Einwirkungsseite über eine erdseitige Horizontalverschiebung von 1,0 cm der Auflager abgebildet (siehe V.2.5). Für die jeweils ermittelten Auflagerkräfte muss später der Nachweis gegen Gleiten nach DIN 1054 geführt werden.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 34
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Die Definition der Stäbe und Federn in der Eingabe zu GENF wird wie folgt vorgenommen:

```

$ Rahmen-Stabzüge
$
STAB  nr          ka          ke          kr          qnr
$ Stabzug 1, y = -5.20 m
  3108          1105          1106          -270          31          ANFA MY
(3109 3112 1) (1106 1) (1107 1) -270          31
  2113          1110          1111           -           6
  2114          1111          1112           -          6.05
  2115          1112          1113           -          5.04
  2116          1113          1114           -          4.03
  2117          1114          1115           -          3.02
  2118          1115          1116           -          2.01
(2119 2124 1) (1116 1) (1117 1) -           1
  2125          1122          1123           -          1.02
  2126          1123          1124           -          2.03
  2127          1124          1125           -          3.04
  2128          1125          1126           -          4.05
  2129          1126          1127           -          5.06
  2130          1127          1128           -           6
(3113 3130 1) (2110 1) (2111 1) -           7
(3131 3134 1) (1128 1) (1129 1) -270          31
  3135          1132          1133          -270          31          ENDE MY
$ Stabzug 2, y = -2.60 m
  3208          1205          1206          -270          31          ANFA MY
(3209 3212 1) (1206 1) (1207 1) -270          31
  2213          1210          1211           -           6
  2214          1211          1212           -          6.05
  2215          1212          1213           -          5.04
  2216          1213          1214           -          4.03
  2217          1214          1215           -          3.02
  2218          1215          1216           -          2.01
(2219 2224 1) (1216 1) (1217 1) -           1
  2225          1222          1223           -          1.02
  2226          1223          1224           -          2.03
  2227          1224          1225           -          3.04
  2228          1225          1226           -          4.05
  2229          1226          1227           -          5.06
  2230          1227          1228           -           6
(3213 3230 1) (2210 1) (2211 1) -           7
(3231 3234 1) (1228 1) (1229 1) -270          31
  3235          1232          1233          -270          31          ENDE MY
$ Stabzug 3, y = 0.0 m
  3308          1305          1306          -270          31          ANFA MY
(3309 3312 1) (1306 1) (1307 1) -270          31
  2313          1310          1311           -           6
  2314          1311          1312           -          6.05
  2315          1312          1313           -          5.04
  2316          1313          1314           -          4.03
  2317          1314          1315           -          3.02
  2318          1315          1316           -          2.01
(2319 2324 1) (1316 1) (1317 1) -           1
  2325          1322          1323           -          1.02


```

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 35
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008	

2326	1323	1324	-	2.03	
2327	1324	1325	-	3.04	
2328	1325	1326	-	4.05	
2329	1326	1327	-	5.06	
2330	1327	1328	-	6	
(3313 3330 1)	(2310 1)	(2311 1)	-	7	
(3331 3334 1)	(1328 1)	(1329 1)	-270	31	
3335	1332	1333	-270	31	ENDE MY
§ Stabzug 4, y = 2.60 m					
3408	1405	1406	-270	31	ANFA MY
(3409 3412 1)	(1406 1)	(1407 1)	-270	31	
2413	1410	1411	-	6	
2414	1411	1412	-	6.05	
2415	1412	1413	-	5.04	
2416	1413	1414	-	4.03	
2417	1414	1415	-	3.02	
2418	1415	1416	-	2.01	
(2419 2424 1)	(1416 1)	(1417 1)	-	1	
2425	1422	1423	-	1.02	
2426	1423	1424	-	2.03	
2427	1424	1425	-	3.04	
2428	1425	1426	-	4.05	
2429	1426	1427	-	5.06	
2430	1427	1428	-	6	
(3413 3430 1)	(2410 1)	(2411 1)	-	7	
(3431 3434 1)	(1428 1)	(1429 1)	-270	31	
3435	1432	1433	-270	31	ENDE MY
§ Stabzug 5, y = 5.20 m					
3508	1505	1506	-270	31	ANFA MY
(3509 3512 1)	(1506 1)	(1507 1)	-270	31	
2513	1510	1511	-	6	
2514	1511	1512	-	6.05	
2515	1512	1513	-	5.04	
2516	1513	1514	-	4.03	
2517	1514	1515	-	3.02	
2518	1515	1516	-	2.01	
(2519 2524 1)	(1516 1)	(1517 1)	-	1	
2525	1522	1523	-	1.02	
2526	1523	1524	-	2.03	
2527	1524	1525	-	3.04	
2528	1525	1526	-	4.05	
2529	1526	1527	-	5.06	
2530	1527	1528	-	6	
(3513 3530 1)	(2510 1)	(2511 1)	-	7	
(3531 3534 1)	(1528 1)	(1529 1)	-270	31	
3535	1532	1533	-270	31	ENDE MY
§					
§ Wandstreifen quer Achse 10 (b = 1.50 m)					
§					
STAB	nr	ka	ke	kr	qnr
	(3601 3604 1)	(1106 100)	(1206 100)	-270	25
	(3605 3608 1)	(1107 100)	(1207 100)	-270	25
	(3609 3612 1)	(1108 100)	(1208 100)	-270	25
	(3613 3616 1)	(1109 100)	(1209 100)	-270	25
	(3617 3620 1)	(1110 100)	(1210 100)	-270	25
§					

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen	Seite: 36
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

§ Wandstreifen quer Achse 20 (b = 1.50 m)

STAB	nr	ka	ke	kr	qnr
	(3651 3654 1)	(1132 100)	(1232 100)	-90	25
	(3655 3658 1)	(1131 100)	(1231 100)	-90	25
	(3659 3662 1)	(1130 100)	(1230 100)	-90	25
	(3663 3666 1)	(1129 100)	(1229 100)	-90	25
	(3667 3670 1)	(1128 100)	(1228 100)	-90	25


§
§ Plattenstreifen (b = 4.00 m)

STAB	nr	ka	ke	qnr	
	(3001 3004 1)	(2110 100)	(2210 100)	22	\$ x = -19.0
	(3005 3008 1)	(2113 100)	(2213 100)	21	\$ x = -15.2
	(3009 3012 1)	(2115 100)	(2215 100)	21	\$ x = -11.4
	(3013 3016 1)	(2117 100)	(2217 100)	21	\$ x = -7.6
	(3017 3020 1)	(2118 100)	(2218 100)	21	\$ x = -3.8
	(3021 3024 1)	(2119 100)	(2219 100)	21	\$ x = 0.0
	(3025 3028 1)	(2120 100)	(2220 100)	21	\$ x = 3.8
	(3029 3032 1)	(2121 100)	(2221 100)	21	\$ x = 7.6
	(3033 3036 1)	(2123 100)	(2223 100)	21	\$ x = 11.4
	(3037 3040 1)	(2125 100)	(2225 100)	21	\$ x = 15.2
	(3041 3044 1)	(2128 100)	(2228 100)	22	\$ x = 19.0

§
§ Lagerung der Fertigteile im Bauzustand

FEDE	1911	1112	DX 1.0	CP 1.00E12	CM 1.00E12	\$ 10.1
	1912	1112	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1913	1112	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1915	1126	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1916	1126	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1921	1212	DX 1.0	CP 1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.1
	1922	1212	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1923	1212	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1925	1226	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1926	1226	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1931	1312	DX 1.0	CP 1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.1
	1932	1312	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1933	1312	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1935	1326	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1936	1326	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1941	1412	DX 1.0	CP 1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.1
	1942	1412	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1943	1412	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1945	1426	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1946	1426	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1951	1512	DX 1.0	CP 1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.1
	1952	1512	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1953	1512	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$
	1955	1526	DY 1.0	CP 1.00E12		\$
	1956	1526	DZ 1.0	CP 1.00E12		\$

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 37
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

§
§ Pfahlgründung (GRUP 5)


STAB	nr	ka	ke	kr	qnr
	(5111 5115 1)	(1160 1)	(1161 1)	-90	33
	(5211 5215 1)	(1260 1)	(1261 1)	-90	33
	(5311 5315 1)	(1360 1)	(1361 1)	-90	33
	(5411 5415 1)	(1460 1)	(1461 1)	-90	33
	(5121 5125 1)	(1170 1)	(1171 1)	-90	33
	(5221 5225 1)	(1270 1)	(1271 1)	-90	33
	(5321 5325 1)	(1370 1)	(1371 1)	-90	33
	(5421 5425 1)	(1470 1)	(1471 1)	-90	33
	(5131 5135 1)	(1180 1)	(1181 1)	-90	33
	(5231 5235 1)	(1280 1)	(1281 1)	-90	33
	(5331 5335 1)	(1380 1)	(1381 1)	-90	33
	(5431 5435 1)	(1480 1)	(1481 1)	-90	33
	(5141 5145 1)	(1190 1)	(1191 1)	-90	33
	(5241 5245 1)	(1290 1)	(1291 1)	-90	33
	(5341 5345 1)	(1390 1)	(1391 1)	-90	33
	(5441 5445 1)	(1490 1)	(1491 1)	-90	33

§
§ Pfahlfussfedern

FEDE	nr	ka	ke	kr	qnr
	5160	1160	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5260	1260	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5360	1360	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5460	1460	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5170	1170	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5270	1270	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5370	1370	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5470	1470	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5180	1180	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5280	1280	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5380	1380	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5480	1480	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5190	1190	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5290	1290	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5390	1390	DZ 1.0	CP 3.4E5	
	5490	1490	DZ 1.0	CP 3.4E5	

§

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 38
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

\$ Pfahlbettung

\$


LET#EF 20000.0 \$ Esk für Fels ohne Gruppenwirkung

LET#ES 40000.0 \$ Esk für Sand ohne Gruppenwirkung

\$

RAND 5161 BEZ "Pfahl 10 hinten 1 x"
 RAND 1160 1161 1 CX #EF
 1161 1165 1 CX #ES
 RAND 5162 BEZ "Pfahl 10 hinten 1 y"
 RAND 1160 1161 1 CY #EF
 1161 1165 1 CY #ES
 RAND 5261 BEZ "Pfahl 10 hinten 2 x"
 RAND 1260 1261 1 CX #EF
 1261 1265 1 CX #ES
 RAND 5262 BEZ "Pfahl 10 hinten 2 y"
 RAND 1260 1261 1 CY #EF
 1261 1265 1 CY #ES
 RAND 5361 BEZ "Pfahl 10 hinten 3 x"
 RAND 1360 1361 1 CX #EF
 1361 1365 1 CX #ES
 RAND 5362 BEZ "Pfahl 10 hinten 3 y"
 RAND 1360 1361 1 CY #EF
 1361 1365 1 CY #ES
 RAND 5461 BEZ "Pfahl 10 hinten 4 x"
 RAND 1460 1461 1 CX #EF
 1461 1465 1 CX #ES
 RAND 5462 BEZ "Pfahl 10 hinten 4 y"
 RAND 1460 1461 1 CY #EF
 1461 1465 1 CY #ES
 RAND 5171 BEZ "Pfahl 10 vorne 1 x"
 RAND 1170 1171 1 CX #EF*0.75
 1171 1175 1 CX #ES*0.75
 RAND 5172 BEZ "Pfahl 10 vorne 1 y"
 RAND 1170 1171 1 CY #EF
 1171 1175 1 CY #ES
 RAND 5271 BEZ "Pfahl 10 vorne 2 x"
 RAND 1270 1271 1 CX #EF*0.75
 1271 1275 1 CX #ES*0.75
 RAND 5272 BEZ "Pfahl 10 vorne 2 y"
 RAND 1270 1271 1 CY #EF
 1271 1275 1 CY #ES
 RAND 5371 BEZ "Pfahl 10 vorne 3 x"
 RAND 1370 1371 1 CX #EF*0.75
 1371 1375 1 CX #ES*0.75
 RAND 5372 BEZ "Pfahl 10 vorne 3 y"
 RAND 1370 1371 1 CY #EF
 1371 1375 1 CY #ES
 RAND 5471 BEZ "Pfahl 10 vorne 4 x"
 RAND 1470 1471 1 CX #EF*0.75
 1471 1475 1 CX #ES*0.75
 RAND 5472 BEZ "Pfahl 10 vorne 4 y"
 RAND 1470 1471 1 CY #EF
 1471 1475 1 CY #ES
 RAND 5181 BEZ "Pfahl 20 vorne 1 x"
 RAND 1180 1181 1 CX #EF*0.75
 1181 1185 1 CX #ES*0.75

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 39
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

RAND 5182 BEZ "Pfahl 20 vorne 1 y"
 RAND 1180 1181 1 CY #EF
 1181 1185 1 CY #ES
 RAND 5281 BEZ "Pfahl 20 vorne 2 x"
 RAND 1280 1281 1 CX #EF*0.75
 1281 1285 1 CX #ES*0.75
 RAND 5282 BEZ "Pfahl 20 vorne 2 y"
 RAND 1280 1281 1 CY #EF
 1281 1285 1 CY #ES
 RAND 5381 BEZ "Pfahl 20 vorne 3 x"
 RAND 1380 1381 1 CX #EF*0.75
 1381 1385 1 CX #ES*0.75
 RAND 5382 BEZ "Pfahl 20 vorne 3 y"
 RAND 1380 1381 1 CY #EF
 1381 1385 1 CY #ES
 RAND 5481 BEZ "Pfahl 20 vorne 4 x"
 RAND 1480 1481 1 CX #EF*0.75
 1481 1485 1 CX #ES*0.75
 RAND 5482 BEZ "Pfahl 20 vorne 4 y"
 RAND 1480 1481 1 CY #EF
 1481 1485 1 CY #ES
 RAND 5191 BEZ "Pfahl 20 hinten 1 x"
 RAND 1190 1191 1 CX #EF
 1191 1195 1 CX #ES
 RAND 5192 BEZ "Pfahl 20 hinten 1 y"
 RAND 1190 1191 1 CY #EF
 1191 1195 1 CY #ES
 RAND 5291 BEZ "Pfahl 20 hinten 2 x"
 RAND 1290 1291 1 CX #EF
 1291 1295 1 CX #ES
 RAND 5292 BEZ "Pfahl 20 hinten 2 y"
 RAND 1290 1291 1 CY #EF
 1291 1295 1 CY #ES
 RAND 5391 BEZ "Pfahl 20 hinten 3 x"
 RAND 1390 1391 1 CX #EF
 1391 1395 1 CX #ES
 RAND 5392 BEZ "Pfahl 20 hinten 3 y"
 RAND 1390 1391 1 CY #EF
 1391 1395 1 CY #ES
 RAND 5491 BEZ "Pfahl 20 hinten 4 x"
 RAND 1490 1491 1 CX #EF
 1491 1495 1 CX #ES
 RAND 5492 BEZ "Pfahl 20 hinten 4 y"
 RAND 1490 1491 1 CY #EF
 1491 1495 1 CY #ES


\$

\$ Lagerung mit Flachgründung alternativ zur Pfahlgründung (GRUP 4)

\$

FEDE	4911	1105	DX	1.0	CP	1.00E12	CM	1.00E12	\$	10.1
	4912	1105	DY	1.0	CP	1.00E12	CM	2.84E6	\$	
	4913	1105	DZ	1.0	CP	5.63E5			\$	
	4914	1133	DX	1.0	CP	1.00E12	CM	1.00E12	\$	20.1
	4915	1133	DY	1.0	CP	1.00E12	CM	2.84E6	\$	
	4916	1133	DZ	1.0	CP	5.63E5			\$	
	4921	1205	DX	1.0	CP	1.00E12	CM	1.00E12	\$	10.2
	4922	1205	DY	1.0	CP	1.00E12	CM	2.84E6	\$	

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 40
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

4923	1205	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4924	1233	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.2
4925	1233	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4926	1233	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4931	1305	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 10.3
4932	1305	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4933	1305	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4934	1333	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.3
4935	1333	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4936	1333	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4941	1405	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 10.4
4942	1405	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4943	1405	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4944	1433	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.4
4945	1433	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4946	1433	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4951	1505	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 10.5
4952	1505	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4953	1505	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$
4954	1533	DX	1.0	CP	1.00E12	CM 1.00E12	\$ 20.5
4955	1533	DY	1.0	CP	1.00E12	CM 2.84E6	\$
4956	1533	DZ	1.0	CP	5.63E5		\$

Das statische System ist in Bild 1.5 in der Ansicht und in Bild 1.6 im Grundriss dargestellt. Bild 1.7 zeigt eine Isometrie mit Querschnitten.

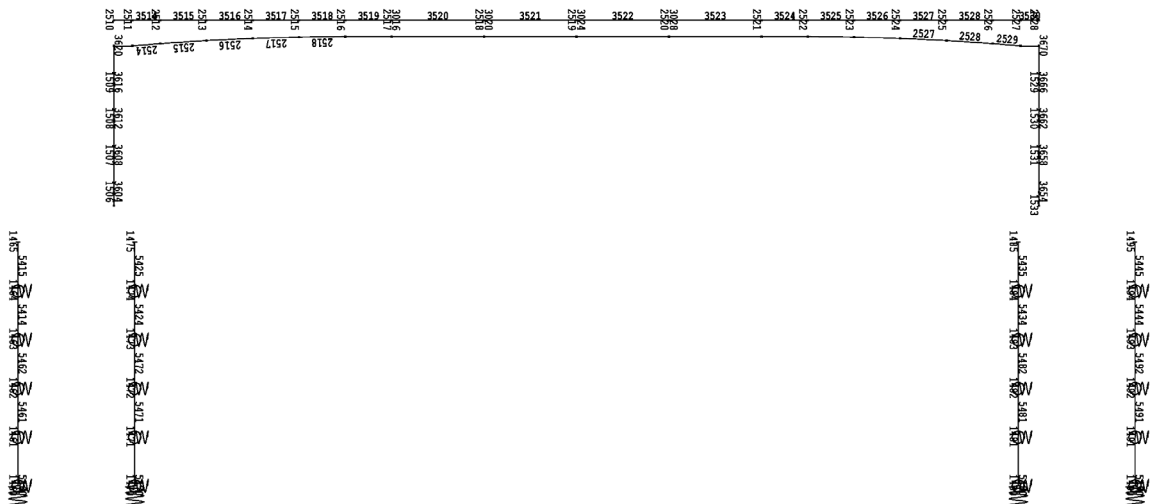


Bild 1.5 Statisches System, Ansicht

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen	Seite: 41
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

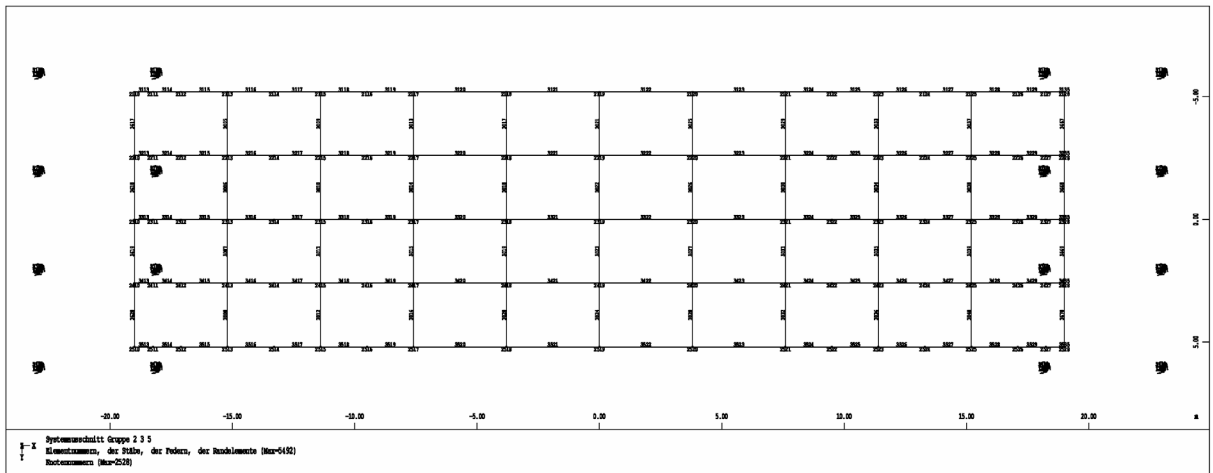


Bild 1.6 Statisches System, Draufsicht

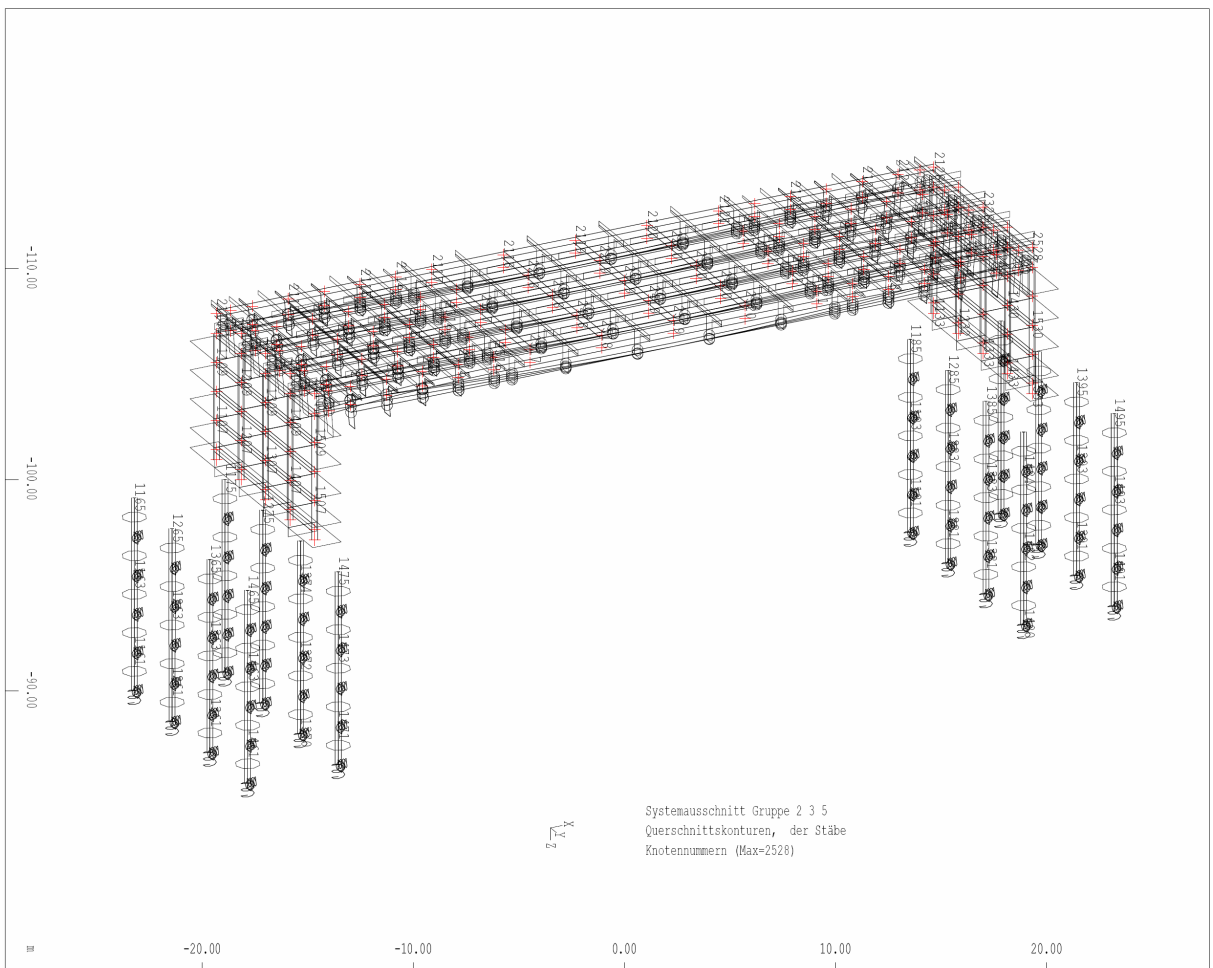



Bild 1.7 Statisches System, Isometrie mit Querschnitten

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 42
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

1.4 Vorspannung

Die Fertigteile erhalten ausschließlich Vorspannung im nachträglichen Verbund. Vorgesehen werden jeweils 4 Litzenspannglieder mit 15 Litzen à 150 mm² Querschnittsfläche. Für die statische Vorberechnung wird das bbv-Litzenspannverfahren nach Zulassung Z-13.1-114 angenommen. Die wichtigsten Daten sind in Tabelle 1.3 zusammengestellt.

Tabelle 1.3 Daten des Spannverfahrens BBV L15 (150 mm², St 1570/1770)

	Bezeichnung	Wert
Spannstahlquerschnitt	A_p [mm ²]	15 × 150 = 2250
Zugfestigkeit	f_{pk} [N/mm ²]	1770
Dehngrenze (0,1 %)	$f_{p0,1k}$ [N/mm ²]	1500
E-Modul	E_p [N/mm ²]	195000
max. Spannkraft beim Spannen	$P_{0,max}$ [kN]	3038
zulässige Spannkraft	$\max P_{m0}$ [kN]	2869
Hüllrohr Innendurchmesser	d_{hi} [mm]	85
Außendurchmesser	d_{ha} [mm]	92
ungewollte Ausmitte	Δe_p [mm]	11
Reibung	μ	0,20
ungewollte Umlenkung	k [°/m]	0,30
min. Radius	$\min R$ [°/m]	7,10
Spannankeranker:		
Keilschlupf	Δl_k [mm]	3
Spannkraftverlust	$\Delta P_\mu / P_{m0}$	0,8 %
Stahlsp. beim Spannen	$\sigma_{p0,max}$ [N/mm ²]	1350
Stahlsp. nach Absetzen	$\max \sigma_{pm0}$ [N/mm ²]	1275


Die Vorspannung wird in GEOS wie folgt definiert:

```

SZUG  NRH    s      von   bis  delt  typ  Boge
      1     0.0  1110  1128  1    KNOT nein
      2     0.0  1210  1228  1    KNOT nein
      3     0.0  1310  1328  1    KNOT nein
      4     0.0  1410  1428  1    KNOT nein
      5     0.0  1510  1528  1    KNOT nein
$
ECHO SPLI JA
$

```

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 43
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

```

LET#h 1.60 $
LET#xm 19.01 $
LET#x1a 0.0 $
LET#x1e 37.02 $
LET#x2a 1.0 $
LET#x2e 38.02 $
LET#x3a 0.0 $
LET#x3e 37.02 $
LET#x4a 1.0 $
LET#x4e 38.02 $
$
#DEFINE HR-1
ZPQU NR X U V DVS
-1 #x1a 0. 1.10 -
-1 #xm 0. 1.462 0.0
-1 #x1e 0. 1.462 0.0
#ENDDF
$
#DEFINE HR-2
ZPQU NR X U V DVS
-1 #x2a 0. 1.462 0.0
-1 #xm 0. 1.462 0.0
-1 #x2e 0. 1.10 -
#ENDDF
$
#DEFINE HR-3
ZPQU NR X U V DVS
-1 #x3a 0. 0.70 -
-1 #xm 0. 1.462 0.0
-1 #x3e 0. 0.80 -
#ENDDF
$
#DEFINE HR-4
ZPQU NR X U V DVS
-1 #x4a 0. 0.80 -
-1 #xm 0. 1.278 0.0
-1 #x4e 0. 0.70 -
#ENDDF
$
$
SGEO 1 1 'ft-1-h1' EXZ 11.
#INCLUDE HR-1
$
SGEO 2 1 'ft-1-h2' EXZ 11.
#INCLUDE HR-2
$
SGEO 3 1 'ft-1-h3' EXZ 11.
#INCLUDE HR-3
$
SGEO 4 1 'ft-1-h4' EXZ 11.
#INCLUDE HR-4

```

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 44
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

```

$
SGEO 5 2 'ft-2-h1' EXZ 11.
#INCLUDE HR-1
$
SGEO 6 2 'ft-2-h2' EXZ 11.
#INCLUDE HR-2
$
SGEO 7 2 'ft-2-h3' EXZ 11.
#INCLUDE HR-3
$
SGEO 8 2 'ft-2-h4' EXZ 11.
#INCLUDE HR-4
$
SGEO 9 3 'ft-3-h1' EXZ 11.
#INCLUDE HR-1
$
SGEO 10 3 'ft-3-h2' EXZ 11.
#INCLUDE HR-2
$
SGEO 11 3 'ft-3-h3' EXZ 11.
#INCLUDE HR-3
$
SGEO 12 3 'ft-3-h4' EXZ 11.
#INCLUDE HR-4
$
SGEO 13 4 'ft-4-h1' EXZ 11.
#INCLUDE HR-1
$
SGEO 14 4 'ft-4-h2' EXZ 11.
#INCLUDE HR-2
$
SGEO 15 4 'ft-4-h3' EXZ 11.
#INCLUDE HR-3
$
SGEO 16 4 'ft-4-h4' EXZ 11.
#INCLUDE HR-4
$
SGEO 17 5 'ft-5-h1' EXZ 11.
#INCLUDE HR-1
$
SGEO 18 5 'ft-5-h2' EXZ 11.
#INCLUDE HR-2
$
SGEO 19 5 'ft-5-h3' EXZ 11.
#INCLUDE HR-3
$
SGEO 20 5 'ft-5-h4' EXZ 11.
#INCLUDE HR-4
$
ECHO REIB NEIN
$


```

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 45
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

```
#define BBV-L15
VSYS MNR ZV AZ EZ minR BETA MUE MUE- SS DH DV BEZ
      7009 2869 2250 195000 7.1 0.3 0.20 0.20 3 88 76 'BBV-L15'
LET#Pmax 0.992*3038.
#enddef
$
#include BBV-L15
$
VORS 1 1 1 2 0 'Strang 1'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x1a #x1e spur NSP 1
$
VORS 2 2 1 2 0 'Strang 2'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x2a #x2e spur NSP 1
$
VORS 3 3 1 2 0 'Strang 3'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x3a #x3e spur NSP 1
$
VORS 4 4 1 2 0 'Strang 4'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x4a #x4e spur NSP 1
$
VORS 5 5 1 2 0 'Strang 5'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x1a #x1e spur NSP 1
$
VORS 6 6 1 2 0 'Strang 6'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x2a #x2e spur NSP 1
$
VORS 7 7 1 2 0 'Strang 7'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x3a #x3e spur NSP 1
$
VORS 8 8 1 2 0 'Strang 8'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x4a #x4e spur NSP 1
$
VORS 9 9 1 2 0 'Strang 9'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x1a #x1e spur NSP 1
$
VORS 10 10 1 2 0 'Strang 10'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x2a #x2e spur NSP 1
$
VORS 11 11 1 2 0 'Strang 11'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x3a #x3e spur NSP 1
```

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.1	Berechnungsgrundlagen		Seite: 46
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

```

$
VORS 12 12 1 2 0 'Strang 12'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x4a #x4e spur NSP 1
$
VORS 13 13 1 2 0 'Strang 13'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x1a #x1e spur NSP 1
$
VORS 14 14 1 2 0 'Strang 14'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x2a #x2e spur NSP 1
$
VORS 15 15 1 2 0 'Strang 15'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x3a #x3e spur NSP 1
$
VORS 16 16 1 2 0 'Strang 16'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x4a #x4e spur NSP 1
$
VORS 17 17 1 2 0 'Strang 17'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x1a #x1e spur NSP 1
$
VORS 18 18 1 2 0 'Strang 18'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x2a #x2e spur NSP 1
$
VORS 19 19 1 2 0 'Strang 19'
VVOR LI AL #Pmax SL -3
STRG #x3a #x3e spur NSP 1
$
VORS 20 20 1 2 0 'Strang 20'
VVOR RE AR #Pmax SR -3
STRG #x4a #x4e spur NSP 1
$
LAST (1 20 1) 901

```

Die Geometrie der Spannglieder für Fertigteil 1 ist stellvertretend für alle fünf Fertigteile in Bild 1.8 dargestellt. Die Vorspannung wird im Rahmen dieser Vorberechnung zunächst unter Ausnutzung der Höchstkraft beim Spannen $P_{0,max}$ nach DIN-Fachbericht 102, Gl. (4.5) und dem rechnerischen Mittelwert der Reibung μ ermittelt. Die Berücksichtigung der Überspannreserve mit $\kappa = 1,5$ nach DIN-Fachbericht 102, II-4.2.3.5.4 (2)*P erfolgt aufgrund der insgesamt geringen Verluste aus Reibung erst im Rahmen der Ausführungsplanung.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 47
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

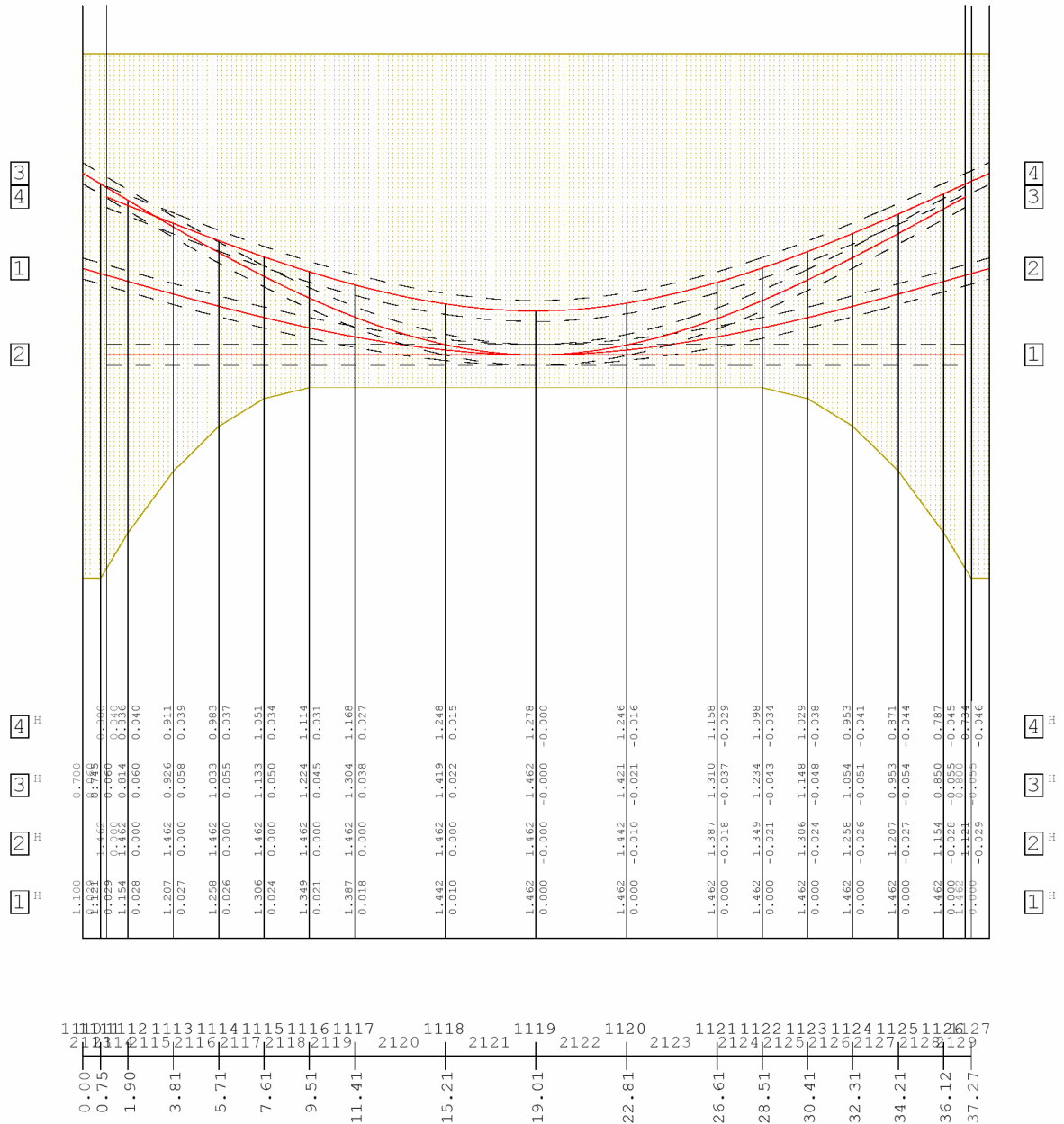



Bild 1.8 Spanngliedführung für Stabzug 2113 – 2130 (Fertigteil 1)

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.1 Berechnungsgrundlagen	Seite: 48
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

2 Einwirkungen

2.1 Eigengewicht der Konstruktion

Das Eigengewicht der Betonkonstruktion (Überbau und Widerlager) wird mit $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ermittelt. Es werden 3 Lastfälle aufbereitet:


Lastfall 1 beschreibt das Eigengewicht der Fertigteile im Lagerungs- bzw. Montagezustand. Vom Feld (Querschnitt 1) mit $g_{11} = 26,5 \text{ kN/m}$ steigt das Gewicht bis zum Trägerende (Querschnitt 6) auf $g_{11} = 38,5 \text{ kN/m}$ an. Die Berechnung erfolgt am Fertigteil (GRUP = 2) auf temporären Lagerungen (GRUP = 1)

LF	1	1.0	BEZ 'G11'			
TL	(2113	2513	100)	PZ	38.5	38.5
	(2114	2514	100)	PZ	38.5	35.6
	(2115	2515	100)	PZ	35.6	31.8
	(2116	2516	100)	PZ	31.8	28.9
	(2117	2517	100)	PZ	28.9	27.2
	(2118	2518	100)	PZ	27.2	26.5
	(2119	2519	100)	PZ	26.5	26.5
	(2120	2520	100)	PZ	26.6	26.5
	(2121	2521	100)	PZ	26.5	26.5
	(2122	2522	100)	PZ	26.5	26.5
	(2123	2523	100)	PZ	26.5	26.5
	(2124	2524	100)	PZ	26.5	26.5
	(2125	2525	100)	PZ	26.5	27.2
	(2126	2526	100)	PZ	27.2	28.9
	(2127	2527	100)	PZ	28.9	31.8
	(2128	2528	100)	PZ	31.8	35.6
	(2129	2529	100)	PZ	35.6	38.5
	(2130	2530	100)	PZ	38.5	38.5

Lastfall 2 beschreibt das Eigengewicht der Ortbetoneergänzung $g_{12} = 13 \text{ kN/m}$. Die Berechnung erfolgt wie bei Lastfall 1 am statisch bestimmt unterstützten Fertigteil.

LF	2	1.0	BEZ 'G12'			
TL	(2113	2130	1)	PZP	13.0	13.0
	(2213	2230	1)	PZP	13.0	13.0
	(2313	2330	1)	PZP	13.0	13.0
	(2413	2430	1)	PZP	13.0	13.0
	(2513	2530	1)	PZP	13.0	13.0
						\$ HT 1 Ortbetoneergänzung
						\$ HT 2
						\$ HT 3
						\$ HT 4
						\$ HT 5

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 49
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Lastfall 3 beschreibt das Eigengewicht der Unterbauten einschließlich Pfahlkopfplatte sowie den Ausbau der temporären Unterstützung der Fertigteile mit 796,7 kN Last aus den Lastfällen 1 und 2.


LF	3	1.0	BEZ	'G13'				
TL	(3108	3508	100)	PZ	97.5	97.5		\$ Stiele Achse 10
	(3109	3509	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3110	3510	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3111	3511	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3112	3512	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3131	3531	100)	PZ	97.5	97.5		\$ Stiele Achse 20
	(3132	3532	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3133	3533	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3134	3534	100)	PZ	97.5	97.5		
	(3135	3535	100)	PZ	97.5	97.5		
KL	(1165	1465	100)	PZ	486.0			
	(1175	1475	100)	PZ	486.0			
	(1185	1485	100)	PZ	486.0			
	(1195	1495	100)	PZ	486.0			
KL	(1112	1512	100)	PZ	796.7			\$ Ausbau der Joche am EGS
	(1126	1526	100)	PZ	796.7			\$ 549.7 + 247,0 kN

2.2 Zusatzeigengewicht

Die Lasten aus Fahrbahnbelag, Belagsmehreinbau, Kappen, Leiteinrichtungen, Geländern und Entwässerung werden in Lastfall 4 zusammengefasst. Die Lasten werden statisch bestimmt auf die fünf Hauptträger verteilt. Die Torsionsmomente aus den Kragarmlasten werden über Lastausmitten in Querrichtung abgebildet. Hinzu kommen die Erdaufasten der Hinterfüllung, die statisch bestimmt auf die Pfahlköpfe verteilt werden. Die Berechnung erfolgt am Endsystem.

LF	4	1.0	BEZ	'G2'				
TL	(2113	2130	1)	PZP	17.4	17.4	DYA	-0.569
	(2213	2230	1)	PZP	7.5	7.5	DYA	-0.232
	(2313	2330	1)	PZP	5.5	5.5		
	(2413	2430	1)	PZP	5.5	5.5		
	(2513	2530	1)	PZP	15.0	15.0	DYA	0.724
KL	(1165	1465	100)	PZ	1835			
	(1175	1475	100)	PZ	483.0+71.0			
	(1185	1485	100)	PZ	483.0+71.0			
	(1195	1495	100)	PZ	1835			

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 50
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

2.3 Vorspannung

Die Vorspannung wurde bereits in Kapitel V.1 beschrieben. Mit der Definition der Spann- gliedführung und der Spannkkräfte wurden die statisch bestimmten Anteile je Stab in LF 901 abgelegt. Diese Anteile werden nun auf das statisch bestimmt gelagerte Fertigteilssystem (GRUP 1; 2) angesetzt. Die Schnittgrößen in den Fertigteilen werden in Lastfall 5 abgelegt.

LF 5 1.0 BEZ 'PM0-BZ'
LC 901 1.0


2.4 Kriechen und Schwinden

Die zeitabhängigen Betonverformungen haben bei Spannbetonbrücken in Fertigteilbauweise nicht nur Einfluss auf die Tragwerksverformung und die Spannkraftverluste. Durch die zeitlich versetzt aufgebrachte Ortbetonergänzung können Eigenspannungen im Überbauquer- schnitt aus älterem, vorgespannten Fertigteil und Ortbetonergänzung verursacht werden. Weiterhin können Schnittgrößenumlagerungen von den statisch bestimmt gelagerten Fertig- teilen hin zum statisch unbestimmten Rahmensystem erfolgen. Im Rahmen der Ausführungs- planung sind diese Einflüsse mit einem realistischen Bauablauf zu verfolgen.

Für die vorliegende statische Vorberechnung werden folgende vereinfachte Annahmen getroffen:

- Die Spannkraftverluste infolge Kriechen und Schwinden werden insgesamt pauschal zu 10 % der ursprünglichen Vorspannkraft angenommen.
- Die Verkürzung der Ortbetonergänzung infolge Schwinden und abfließender Hydratations- wärme sowie die Verkürzung der Fertigteile aus Kriechen und Schwinden am Endsystem sind nahezu gleich groß, so dass keine nennenswerten Eigenspannungen im Überbau- querschnitt entstehen.
- Unter ständigen Einwirkungen treten keine nennenswerten resultierenden Überbaudurch- biegungen auf. Dies wird durch eine entsprechende Wahl der Vorspannung erreicht. Eine Umlagerung von Schnittgrößen aus Eigengewicht (LF 1 und LF 2) sowie Vorspannung (LF 5) hin zum Rahmensystem findet daher nicht statt.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 51
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Für die überschlägige Berechnung wird angenommen, dass die Fertigteile nach 3 Tagen vorgespannt und ausgeschalt werden. Für das Aufbringen der Ortbetonergänzung nach dem Verlegen wird ein mittleres Alter der Fertigteile von 28 Tagen angesetzt. Die wichtigsten Kenngrößen der zeitabhängigen Verformungen für die Vorberechnung sind in Tabelle 2.1 und Tabelle 2.2 zusammengestellt.


Tabelle 2.1 Effektive Höhe der Überbauquerschnitte

Querschnitt	A_c [m ²]	u [m]	$h_{0,eff}$ [m]
Fertigteil, QNR = 1	1,06	8,00	0,27
Fertigteil, QNR = 6	1,54	9,60	0,32
Ortbetonergänzung, QNR = 7	0,52	2,60	0,40
Gesamtquerschnitt, QNR = 11	1,57	7,80	0,40
Gesamtquerschnitt, QNR = 16	2,05	9,40	0,44

Tabelle 2.2 Kennwerte für die zeitabhängigen Verformungen

Querschnitt	3 d → 28 d		28 d → 30000 d	
	ε_s [‰]	φ [-]	ε_s [‰]	φ [-]
Fertigteile	-0,064	0,70	-0,262	1,30
Ortbetonergänzung	-	-	-0,330	2,25

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 52
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

2.5 Baugrundbewegung

Für die Variante mit Flachgründung werden folgende Verschiebungen von je 1,0 cm des Betongelenks infolge möglicher Baugrundbewegung als unabhängige Lastfälle 11 bis 14 angesetzt:

```

LET#ws 0.01
$
LF 11 1.0 BEZ 'DS-10'
EL (3108 3508 100) WS -#ws 0.01
$
LF 12 1.0 BEZ 'DS-20'
EL (3135 3535 100) WS -#ws -0.01
$
LET#w2 0.01
$
LF 13 1.0 BEZ 'DH-10'
EL (3108 3508 100) W2 -#w2 0.01
$
LF 14 1.0 BEZ 'DH-20'
EL (3135 3535 100) W2 #w2 -0.01

```

Ausführliche Hinweise zum Ansatz der Baugrundbewegungen bei integralen Brücken mit Flachgründung können [15] entnommen werden.

Für die Variante mit Pfahlgründung wird die Nachgiebigkeit des Baugrundes über die Pfahlfußfedern und die Bettung der Pfähle abgebildet, die in Abschnitt V.1.3 bereits beschrieben wurde. Die maximal zulässige Pfahlkopfverschiebung von 4 mm liegt zwischen den bei der Flachgründung betrachteten Grenzen $0 \leq s_h \leq 1,0$ cm.

2.6 Erddruck aus der Hinterfüllung

Der Erddruck aus der Hinterfüllung wird durch die zyklischen Bewegungen infolge Temperaturänderung im Überbau beeinflusst. Gemäß [1] und [2] wird die Erddruckmobilisierung nach *Vogt* berücksichtigt. Die Bodenkenngrößen für die Hinterfüllung sind in Tabelle 2.3 zusammengestellt.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 53
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Tabelle 2.3 Bodenkennwerte für die Hinterfüllung

	γ [kN/m ³]	φ' [°]	δ [°]	$\tan \delta_{S,k}$ [-]	E_a, E_0, E_p [-]	σ_{zul} [kN/m ²]	c' [kN/m ²]
Hinterfüllung nach Was 7	19	35	0 $2/3 \cdot \varphi'$	0 0,43	$E_{mob}(s_h)$	-	0

Ausgehend vom Erdruchedruck $E_0(z)$ wird in Abhängigkeit von der Wandverschiebung $s_h(z)$ der mobilisierte Erddruck getrennt für positive (luftseitige) und negative (erdseitige) Wandbewegungen ermittelt. Als Verschiebungsfigur wird eine Drehung der Widerlagerwände um den Wandfußpunkt (Betongelenk) angenommen. Die maximale Kopfverschiebung ergibt sich aus der Längenänderung des Überbaus infolge von Temperaturänderung $\Delta T_N = \pm 27$ K. Die Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Die benötigten Erddruckbeiwerte sind in Tabelle 2.4 zusammengestellt.

Tabelle 2.4 Grenzwerte des Erddruckbeiwertes für die drainierte Hinterfüllung mit $\varphi' = 35^\circ$


$\varphi' = 35^\circ$		δ_a [°]	$\tan \delta_{S,k}$ [-]	K [-]	Gleitfläche
Aktiver Erddruck	K_a	0	0	0,27	eben nach <i>Culmann</i>
Erdruchedruck	K_0	0	0	0,43	eben nach <i>Culmann</i>
Passiver Erddruck	K_{ph}	$-2/3 \cdot \varphi'$	-0,43	7,59	gekrümmt nach <i>Caquot / Kérisel</i>

$$e_{h,mob}(z) = K_{h,mob}(s_h/z) \cdot \gamma \cdot z$$

Für die aktive Mobilisierung gilt dabei, ausgehend vom Erdruchedruck [2]:

$$K_{a,mob}(z) = K_0 - (K_0 - K_{ah}) \cdot \frac{s_h/z}{b + s_h/z}$$

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 54
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Für die passive Mobilisierung gilt entsprechend [2]:

$$K_{ph,mob}(z) = K_0 + (K_{ph} - K_0) \cdot \frac{s_h/z}{a + s_h/z}$$

mit: $a = 0,01$ [1]

$b = a/10 = 0,001$ [2]

$\max s_h = 27 \text{ K} \cdot 38,00 \text{ m} / 2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} / \text{K} = 0,0051 \text{ m}$ für: $\Delta T_{N,neg} = -27 \text{ K}$

$\min s_h = -27 \text{ K} \cdot 38,00 \text{ m} / 2 \cdot 10 \cdot 10^{-6} / \text{K} = -0,0051 \text{ m}$ für: $\Delta T_{N,pos} = 27 \text{ K}$

Für positive Wandverschiebungen wird sehr schnell der aktive Erddruck erreicht. Deshalb wird vereinfachend der aktive Erddruck als unterer Grenzwert angesetzt. In Tabelle 2.5 sind die wichtigsten Erddruckwerte für die Hinterfüllung zusammengestellt.

Tabelle 2.5 Erddruck aus der Hinterfüllung

z [m]	z/h [-]	$v(z)$ [m]	$v(z)/z$ [‰]	K_{mob} [-]	e_a [kN/m ²]	e_{mob} [kN/m ²]	$e_a - e_0$ [kN/m ²]	e_0 [kN/m ²]	$e_{mob} - e_0$ [kN/m ²]
0	0	0,0051	–	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,151	0,15	0,0044	3,79	2,40	5,9	52,4	-3,5	9,4	43,0
2,650	0,34	0,0034	1,27	1,24	13,6	62,3	-8,1	21,7	40,6
4,150	0,54	0,0024	0,57	0,82	21,3	64,3	-12,6	33,9	30,4
5,650	0,73	0,0014	0,24	0,60	29,0	64,3	-17,2	46,2	18,1
7,150	0,93	0,0004	0,05	0,47	36,7	63,4	-21,7	58,4	5,0
7,700	1,00	0	0	0,43	39,5	62,9	-23,4	62,9	0,0

Bild 2.1 gibt den Verlauf des Erddrucks aus der Hinterfüllung für die betrachteten Grenzen wieder. Der Erddruck wird dabei auf die Wandhöhe h und die Wichte γ normiert.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 55
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

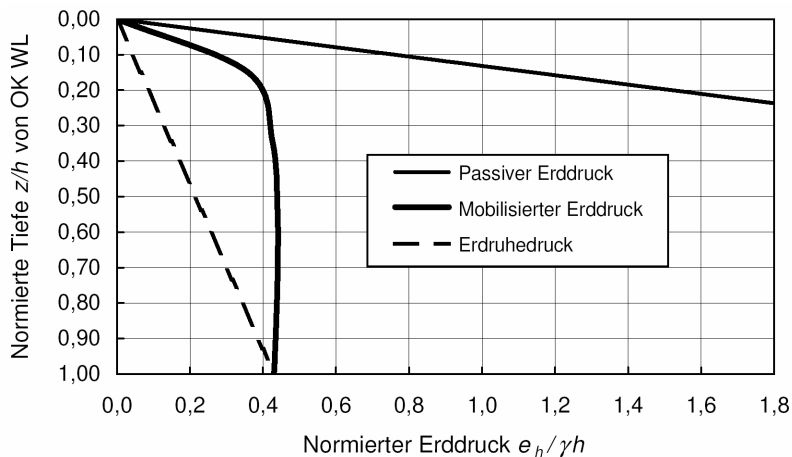


Bild 2.1 Normierter Erddruck $e_{ph} / \gamma h = K_{ph,mob} \cdot z/h$ aus der Hinterfüllung

Der Erdruhedruck e_0 wird als LF 15 berechnet. Er wird als ständige Einwirkung in der Bemessung stets mit den Gewichtslasten überlagert. Die Differenz aus mobilisiertem passivem Erddruck zum Erdruhedruck $e_{ph,mob} - e_0$ wird unter Lastfall 16 berechnet. Sie wird der Erwärmung $\Delta T_{N,pos}$ zugeordnet (Sommerstellung). Der Lastfall 17 enthält die Schnittgrößen für die Differenz aus aktivem Erddruck und Erdruhedruck $e_a - e_0$, die der Abkühlung $\Delta T_{N,neg}$ zugeordnet wird (Winterstellung).

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 56
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

2.7 Verkehr

Für alle Nachweise in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen, mit Ausnahme der Nachweise gegen Ermüdung, ist das Lastmodell 1 nach DIN-Fachbericht 101, IV-4.3.2 anzusetzen. Bei einer Fahrbahnbreite von $w = 8,00$ m ergeben sich nach DIN-Fachbericht 101, IV-4.2.3 zwei Fahrstreifen mit einer rechnerischen Breite von $w_l = 3,00$ m und eine Breite von 2,00 m für die Restfläche.

Für das Lastmodell 1 sind folgende Lasten anzusetzen (siehe Bild 2.2):

Fahrstreifen 1:

Doppelachse (TS) mit einer Achslast von $\alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 0,8 \cdot 300 \text{ kN} = 240 \text{ kN}$

Gleichmäßig verteilte Last (UDL) $\alpha_{q1} \cdot q_{1k} = 1,0 \cdot 9,0 \text{ kN/m}^2 = 9,0 \text{ kN/m}^2$

Fahrstreifen 2:

Doppelachse (TS) mit einer Achslast von $\alpha_{Q2} \cdot Q_{2k} = 0,8 \cdot 200 \text{ kN} = 160 \text{ kN}$

Gleichmäßig verteilte Last (UDL) $\alpha_{q2} \cdot q_{2k} = 1,0 \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Außerhalb der Fahrstreifen und im Kappenbereich ist die Verkehrslast mit $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen.

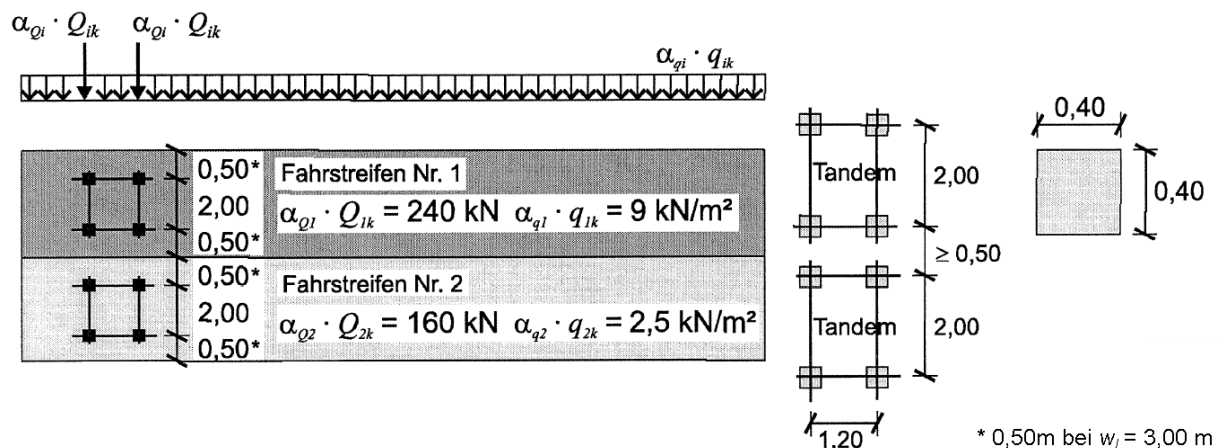


Bild 2.2 Lastansatz für Lastmodell 1 nach DIN-Fachbericht 101, IV-4.3.2

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 57
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	

Zur Ermittlung der maßgebenden Schnittgrößen für die einzelnen Hauptträger werden insgesamt 4 mögliche Spuraufteilungen ausgewählt (Bild 2.3). Der Fahrstreifen 1 liegt dabei am linken Fahrbahnrand, mittig über dem Hauptträger 2, mittig über dem Hauptträger 3 oder am rechten Fahrbahnrand.

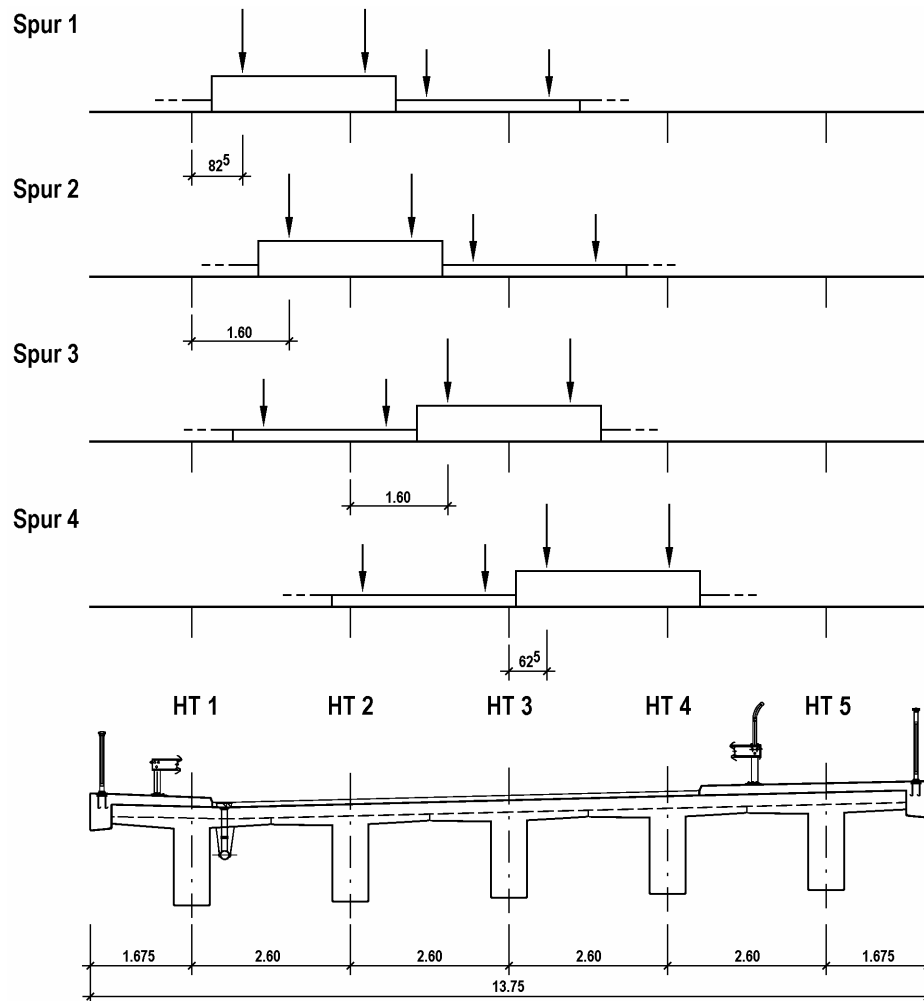



Bild 2.3 Spuraufteilung

Die Lasten werden direkt auf die Hauptträger angesetzt. Dazu wird zunächst eine statisch bestimmte Querverteilung angenommen. Die Verträglichkeit der Hauptträgerdurchbiegungen wird über die Stäbe für die Querrichtung bei der Berechnung berücksichtigt.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Seite: 58	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen		
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Für die gleichmäßig verteilte Last $q_{2k} = q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ werden insgesamt 6 Lastfälle berücksichtigt. Die Kragarme sowie die Felder zwischen den Hauptträgern werden dabei jeweils unabhängig belastet:

```

LET#q2 2.5
$
LF 21 1.0 BEZ 'q2k-1'
TL (2113 2130 1) PZ #q2*1.45 #q2*1.45 DYA -0.725
$
LF 22 1.0 BEZ 'q2k-2'
TL (2113 2130 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA 0.65
(2213 2230 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA -0.65
$
LF 23 1.0 BEZ 'q2k-3'
TL (2213 2230 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA 0.65
(2313 2330 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA -0.65
$
LF 24 1.0 BEZ 'q2k-4'
TL (2313 2330 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA 0.65
(2413 2430 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA -0.65
$
LF 25 1.0 BEZ 'q2k-5'
TL (2413 2430 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA 0.65
(2513 2530 1) PZ #q2*1.30 #q2*1.30 DYA -0.65
$
LF 26 1.0 BEZ 'q2k-6'
TL (2513 2530 1) PZ #q2*1.45 #q2*1.45 DYA 0.725

```


Die gleichmäßig verteilte Last $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$ wird als Überlast zu $q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ entsprechend den in Bild 2.3 dargestellten Spurlagen berechnet.

```

LET#q1 6.5
$
LF 27 1.0 BEZ 'q1k-1'
TL (2113 2130 1) PZ #q1*0.975 DYA 0.813
(2213 2230 1) PZ #q1*2.025 DYA -0.288
$
LF 28 1.0 BEZ 'q1k-2'
TL (2113 2130 1) PZ #q1*0.20 DYA 1.2
(2213 2230 1) PZ #q1*2.60 DYA 0.0
(2313 2330 1) PZ #q1*0.20 DYA -1.2
$
LF 29 1.0 BEZ 'q1k-3'
TL (2213 2230 1) PZ #q1*0.20 DYA 1.2
(2313 2330 1) PZ #q1*2.60 DYA 0.0
(2413 2430 1) PZ #q1*0.20 DYA -1.2

```

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 59
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

§

LF 30 1.0 BEZ 'q1k-4'

TL (2313 2330 1) PZ #q1*1.175 DYA 0.713

(2413 2430 1) PZ #q1*1.825 DYA -0.388


Die Achslasten der Tandems auf die fünf Hauptträger ergeben sich für die Spuren aus Bild 2.3 entsprechend Tabelle 2.6. Dabei wird sowohl die Kombination beider Tandems nebeneinander (Fall *a*) als auch die alleinige Anordnung von Tandem 1 (Fall *b*) untersucht.

Tabelle 2.6 Tandem Achslasten für die Hauptträger

	Q_{HT1} [kN/Achse]	Q_{HT2} [kN/Achse]	Q_{HT3} [kN/Achse]	Q_{HT4} [kN/Achse]	Q_{HT5} [kN/Achse]	Anm.
Spur 1						
	81,9	147,7	10,4			Fall <i>b</i>
		42,3	98,5	19,2		
	81,9	190,0	108,8	19,2		Fall <i>a</i>
Spur 2						
	46,2	147,7	46,2			Fall <i>b</i>
		18,5	98,5	43,1		
	46,2	166,2	144,6	43,1		Fall <i>a</i>
Spur 3						
	43,1	46,2	147,7	46,2		Fall <i>b</i>
		98,5	18,5			
	43,1	144,6	166,2	46,2		Fall <i>a</i>
Spur 4						
			91,2	147,7	1,2	Fall <i>b</i>
		84,6	75,4			
		84,6	166,5	147,7	1,2	Fall <i>a</i>

Für die Berechnung des Längssystems müssen die Tandemlasten in den ungünstigsten Stellungen untersucht werden. In SOFiSTiK werden hierzu die 1/10-Punkte einschließlich der Widerlagerachsen sowie die Anschnitte ausgewählt. Es ergeben sich somit für eine Spurlage je 13 verschiedene Laststellungen für die Fälle *a* und *b*. Insgesamt werden 104 Lastfälle ausgewertet:

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 60
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Lastfälle 31 bis 56: Tandemstellungen a und b für Spur 1

Lastfälle 57 bis 82: Tandemstellungen a und b für Spur 2

Lastfälle 83 bis 108: Tandemstellungen a und b für Spur 3

Lastfälle 109 bis 134: Tandemstellungen a und b für Spur 4

Als Horizontalkraft Q_{lk} aus Bremsen und Anfahren ist insgesamt nach DIN-Fachbericht 101, IV-4.4.1 (2) anzusetzen:

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 300 \text{ kN}) + 0,10 \cdot 1,0 \cdot 9,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} \cdot 38,0 \text{ m} = 390,6 \text{ kN}$$

Für die Berechnung wird die Bremslast Q_{lk} gleichmäßig über die Riegelänge von 38,0 m verteilt, so dass sich rechnerisch $q_{lk} = 10,3 \text{ kN/m}$ ergibt. In Querrichtung werden wieder die 4 Hauptspurlagen aus Bild 2.3 untersucht, wobei q_{lk} jeweils in positiver und negativer x -Richtung getrennt angesetzt wird. Die 8 unabhängigen Bremslastfälle werden wie folgt eingegeben:

```

LF 171  1.0  BEZ 'Q1k-1'
TL  (2113 2130 1)  PX    3.0    3.0
    (2213 2230 1)  PX    7.3    7.3
$
LF 172  1.0  BEZ 'Q1k-2'
TL  (2213 2230 1)  PX   10.3   10.3
$
LF 173  1.0  BEZ 'Q1k-3'
TL  (2313 2330 1)  PX   10.3   10.3
$
LF 174  1.0  BEZ 'Q1k-4'
TL  (2313 2330 1)  PX    3.9    3.9
    (2413 2430 1)  PX    6.4    6.4
$
LF 175  1.0  BEZ 'Q1k-5'
LC  171  -1.0
$
LF 176  1.0  BEZ 'Q1k-6'
LC  172  -1.0
$
LF 177  1.0  BEZ 'Q1k-7'
LC  173  -1.0
$
LF 178  1.0  BEZ 'Q1k-8'
LC  174  -1.0

```

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 61
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	

2.8 Verkehrslasten für die Ermüdungsberechnung

Sofern im Grenzzustand der Ermüdung ein genauer Nachweis gemäß DIN-Fachbericht 102, Anhang 106 erforderlich ist, sind die ermüdungswirksamen Schnittgrößen mit Lastmodell 3 nach DIN-Fachbericht 101, IV-4.6.4 zu ermitteln.

Die Brücke einer Bundesstraße ist nach DIN-Fachbericht 101 der Verkehrskategorie 2 zuzuordnen. Daraus ergibt sich nach FB 101, Tabelle 4.5 der Zahlenwert $N_{obs} = 0,5 \cdot 10^6$ für die erwartete Anzahl von LKW-Überfahrten pro LKW-Fahrstreifen und Jahr. Auf dem zweiten Fahrstreifen wird ebenfalls LKW-Verkehr angesetzt. Die Vorgaben zum Ermüdungsnachweis sind in Tabelle 2.7 und Bild 2.4 zusammengestellt. Die rechnerische Nutzungsdauer für den Nachweis der Ermüdung beträgt $N_{years} = 100$ Jahre.

Tabelle 2.7 Vorgaben zum Ermüdungsnachweis

	Q_{ik}	$N_{obs,i}$
Fahrstreifen 1	480 kN	$0,5 \cdot 10^6$
Fahrstreifen 2	480 kN	$0,5 \cdot 10^6$
Verkehrsart	große Entfernung ($\bar{Q} = 1,00$)	
Nutzungsdauer	$N_{years} = 100$	

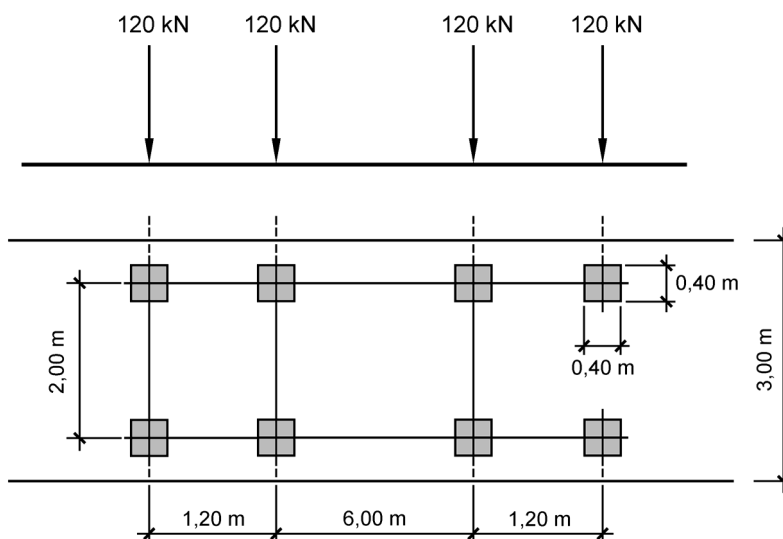



Bild 2.4 Lastansatz für das Ermüdungslastmodell 3 nach FB 101, IV-4.6.4

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:	
Block:	V.2 Einwirkungen		Seite: 62
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

2.9 Lastmodelle für die Hinterfüllung

Die Vertikallasten im Bereich der Hinterfüllung sind direkt aus Lastmodell 1 abgeleitet. Die Tandemlasten dürfen in ihrem Fahrstreifen dabei auf eine Länge von 5,0 m verteilt werden. Die gleichmäßig verteilten Lasten q_{ik} in den Fahrstreifen laufen auch im Bereich der Tandemachsen durch. Es sind demnach im Bereich der Hinterfüllung Lasten nach Tabelle 2.8 anzusetzen.

Tabelle 2.8 Verkehrslasten im Bereich der Hinterfüllung


Bereich	Gleichmäßig verteilte Last im Tandembereich von (3,0 x 5,0 m)	Gleichmäßig verteilte Last außerhalb des Tandembereiches
Verlängerung von Fahrstreifen 1	$2 \cdot \alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} / 15 \text{ m}^2 + q_{1k}$ = 41,0 kN/m ²	9,0 kN/m ²
Verlängerung von Fahrstreifen 2	$2 \cdot \alpha_{Q2} \cdot Q_{2k} / 15 \text{ m}^2 + q_{2k}$ = 23,8 kN/m ²	2,5 kN/m ²
Kappen	2,5 kN/m ²	2,5 kN/m ²

2.10 Militärische Verkehrslasten

Das Bauwerk ist für militärische Verkehrslasten der MLC 50/50 – 100 gemäß STANAG 2021 zu bemessen. Dazu darf vereinfachend mit den Lasterhöhungsfaktoren gemäß ARS 6/1987 bezogen auf die charakteristischen Werte der Verkehrslasten aus Lastmodell 1 gerechnet werden, wenn gezeigt wird, dass die Schnittgrößen S_{LM1} aus LM 1 höchstens die Werte S_{DIN} aus BKL 60/30 nach DIN 1072 erreichen.

Wird die o. g. Bedingung nicht erfüllt ist analog ARS 6/1987 eine Ermittlung von Erhöhungsfaktoren η_S für die Schnittgrößen aus zivilen Verkehrslasten gemäß DIN-Fachbericht 101 erforderlich. Dabei sind zunächst die Schnittgrößen $S_{Militär}$ aus militärischen Lasten für MLC 50/50 – 100 nach STANAG 2021 zu bestimmen. Werden dabei die Schnittgrößen S_{LM1} infolge ziviler Verkehrslasten aus Lastmodell 1 gemäß FB 101 überschritten, so sind im jeweils betrachteten Bauteil bzw. Bemessungsschnitt die Schnittgrößen aus zivilen Verkehrslasten rechnerisch um den Erhöhungsfaktor η_S zu steigern.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 63
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

$$\eta_S = \frac{S_{\text{Militär}}}{S_{LM1}} \geq 1,0$$

Die Ermittlung der Erhöhungsfaktoren kann insbesondere für die Brückenquerrichtung erforderlich werden, da die Tandemachsen von LM 1 mit ihrem geringen Abstand von nur 1,20 m eine deutlich günstigere Lastverteilung ermöglichen als die SLW-Gruppe nach DIN 1072 oder beispielsweise das Gleiskettenfahrzeug im Einbahnverkehr nach STANAG 2021.

Im Rahmen der statischen Vorberechnung wird auf die Ermittlung der Schnittgrößen aus militärischen Verkehrslasten verzichtet, da erfahrungsgemäß kein maßgebender Einfluss für die Querschnittsgestaltung, Spanngliedführung und die insgesamt benötigte Bewehrung vorhanden ist.

2.11 Temperatur

Die Temperatureinwirkungen sind für Betonbrücken nach DIN-Fachbericht 101, Kapitel V anzusetzen. Das Betonbauwerk gehört dabei zur Gruppe 3. Es wird eine Aufstelltemperatur von $T_0 = 10^\circ\text{C}$ angenommen. Die Schwankung des konstanten Temperaturanteils beträgt:

$$\Delta T_{N, \text{pos}} = T_{e, \text{max}} - T_0 = 37 - 10 = 27 \text{ K} \quad \text{LF 183}$$

$$\Delta T_{N, \text{neg}} = T_{e, \text{min}} - T_0 = -17 - 10 = -27 \text{ K} \quad \text{LF 184}$$

Die linearen Temperaturunterschiede ΔT_M im Überbau nach Tabelle 6.1 in DIN-Fachbericht 101, Kapitel V werden durch die Anpassungsfaktoren K_{sur} nach Tabelle 6.2 modifiziert. Dabei wird eine Belagsdicke von 80 mm zugrunde gelegt.

Zu beachten ist die Vorzeichendefinition von ΔT_M als Unterschied $T_{\text{oben}} - T_{\text{unten}}$. Die meisten Statikprogramme definieren dagegen eine in lokaler z -Richtung zunehmende Temperatur als positiven Temperaturunterschied. Entsprechend den Konventionen der Statik ist die lokale z -Achse von Überbaustäben allgemein in Richtung der Gravitation orientiert. In der EDV ist also i. d. R. $\Delta T_{M, \text{pos}}$ aus DIN-Fachbericht 101 mit negativem Vorzeichen einzugeben und $\Delta T_{M, \text{neg}}$ mit positivem Vorzeichen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 64
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Positiver, linearer Temperaturanteil (LF 185, oben wärmer als unten):

$$\Delta T_{M, pos} = K_{sur} \cdot 15 \text{ K} = 0,82 \cdot 15 = 12,3 \text{ K} \quad \text{für STAR2: } \Delta T_{My} = -12,3 \text{ K}$$

Negativer, linearer Temperaturanteil (LF 186, unten wärmer als oben):

$$\Delta T_{M, neg} = K_{sur} \cdot -8 \text{ K} = 1,0 \cdot -8 = -8 \text{ K} \quad \text{für STAR2: } \Delta T_{My} = +8 \text{ K}$$

Bei der Modellierung des Überbaus wurden die Fertigteile und die Ortbetonergänzung mit jeweils eigenen Stäben abgebildet. Daher müssen die linearen Temperaturanteile auf die beiden Querschnitte bzw. Stäbe verteilt werden (Bild 2.5).

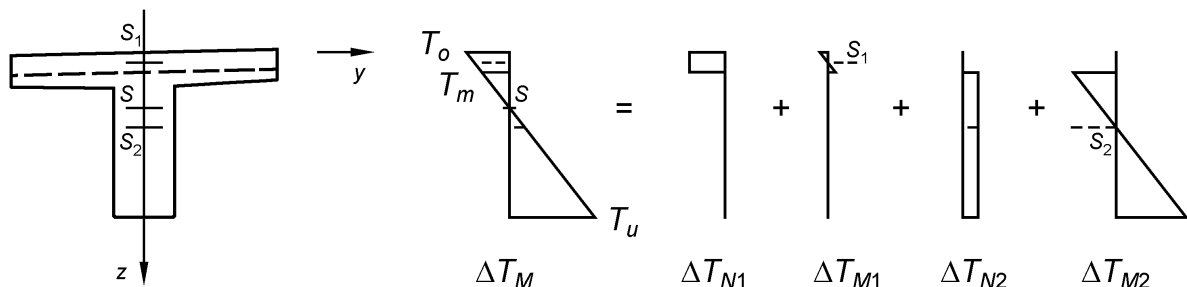


Bild 2.5 Aufteilung des linearen Temperaturanteils für Fertigteil und Ortbetonergänzung

Die Temperaturanteile zu einem linearen Temperaturunterschied ΔT_M des Gesamtquerschnitts können geometrisch durch Interpolation ermittelt werden. Die dafür benötigten Querschnittsmaße sind in Tabelle 2.9 zusammengestellt. Tabelle 2.10 enthält die Anteile für den Temperaturunterschied oben wärmer als unten, Tabelle 2.11 für den Temperaturunterschied unten wärmer als oben. Die Vorzeichendefinition entspricht der Konvention von SOFiSTiK und anderen gebräuchlichen Statikprogrammen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.2 Einwirkungen	Seite: 65
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Tabelle 2.9 Geometriedaten für die Ermittlung der Temperaturanteile

QNR	h [m]	h_1 [m]	z_s [m]	z_{s1} [m]	z_{s2} [m]
11	1,600	0,200	0,562	0,100	0,766
12	1,646	0,200	0,581	0,100	0,788
13	1,762	0,200	0,629	0,100	0,843
14	1,950	0,200	0,708	0,100	0,933
15	2,209	0,200	0,820	0,100	1,058
16	2,400	0,200	0,905	0,100	1,151


Tabelle 2.10 Temperaturanteile für einen linearen Temperaturunterschied $\Delta T_M = -12,3$ K
(LF 185, oben wärmer als unten)

QNR	T_o [K]	T_m [K]	T_u [K]	ΔT_{N1} [K]	ΔT_{M1} [K]	ΔT_{N2} [K]	ΔT_{M2} [K]
11	4,32	2,78	-7,98	3,55	-1,54	-1,57	-10,76
12	4,34	2,85	-7,96	3,59	-1,49	-1,55	-10,81
13	4,39	2,99	-7,91	3,69	-1,40	-1,49	-10,90
14	4,47	3,20	-7,83	3,84	-1,26	-1,42	-11,04
15	4,57	3,45	-7,73	4,01	-1,11	-1,33	-11,19
16	4,64	3,61	-7,66	4,13	-1,03	-1,26	-11,28

Tabelle 2.11 Temperaturanteile für einen linearen Temperaturunterschied $\Delta T_M = 8,0$ K
(LF 186, unten wärmer als oben)

QNR	T_o [K]	T_m [K]	T_u [K]	ΔT_{N1} [K]	ΔT_{M1} [K]	ΔT_{N2} [K]	ΔT_{M2} [K]
11	-2,81	-1,81	5,19	-2,31	1,00	1,02	7,00
12	-2,82	-1,85	5,18	-2,34	0,97	1,01	7,03
13	-2,86	-1,95	5,14	-2,40	0,91	0,97	7,09
14	-2,90	-2,08	5,10	-2,49	0,82	0,92	7,18
15	-2,97	-2,25	5,03	-2,61	0,72	0,86	7,28
16	-3,02	-2,35	4,98	-2,68	0,67	0,82	7,33

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 66
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Für die Widerlager wird auf der sicheren Seite liegend nach DIN-Fachbericht 101, V-6.3.2 ein linearer Temperaturunterschied von $\Delta T_{M,pos} = -\Delta T_{M,neg} = 5 \text{ K}$ ungünstig wirkend angenommen.

Für die Bemessung sind die Temperaturanteile nach DIN-Fachbericht , V-6.3.1.5 (1) zu überlagern. Dabei wird die jeweils ungünstigste von insgesamt 8 möglichen Kombinationen maßgebend. Die Differenz zwischen dem mit der Verschiebung der Überbauenden mobilisierten Erddruck und dem Erdrühdruk wird abhängig von der Schwankungen des konstanten Temperaturanteils angesetzt und in die Temperaturlastgruppen integriert.


$$\begin{aligned}
 \text{gr } T_1 &= \Delta T_{N,pos} + E_{p,mob} - E_0 + 0,75 \cdot \Delta T_{M,pos} && \rightarrow \text{LF 191} \\
 \text{gr } T_2 &= \Delta T_{N,pos} + E_{p,mob} - E_0 + 0,75 \cdot \Delta T_{M,neg} && \rightarrow \text{LF 192} \\
 \text{gr } T_3 &= \Delta T_{N,neg} + E_a - E_0 + 0,75 \cdot \Delta T_{M,pos} && \rightarrow \text{LF 193} \\
 \text{gr } T_4 &= \Delta T_{N,neg} + E_a - E_0 + 0,75 \cdot \Delta T_{M,neg} && \rightarrow \text{LF 194} \\
 \text{gr } T_5 &= 0,35 \cdot (\Delta T_{N,pos} + E_{p,mob} - E_0) + \Delta T_{M,pos} && \rightarrow \text{LF 195} \\
 \text{gr } T_6 &= 0,35 \cdot (\Delta T_{N,neg} + E_a - E_0) + \Delta T_{M,pos} && \rightarrow \text{LF 196} \\
 \text{gr } T_7 &= 0,35 \cdot (\Delta T_{N,pos} + E_{p,mob} - E_0) + \Delta T_{M,neg} && \rightarrow \text{LF 197} \\
 \text{gr } T_8 &= 0,35 \cdot (\Delta T_{N,neg} + E_a - E_0) + \Delta T_{M,neg} && \rightarrow \text{LF 198}
 \end{aligned}$$

2.12 Wind

Die Windeinwirkungen werden in DIN-Fachbericht 101, IV-Anhang N, Tabelle N.1 vorgegeben. Nach DIN-Fachbericht 101, IV-Anhang C müssen Windlasten bei Straßenbrücken nicht mit Temperatureinwirkungen kombiniert werden.

Im vorliegenden Fall sind die Windeinwirkungen nicht maßgebend für die Dimensionierung des Tragwerks. Die Schnittgrößen aus Wind werden deshalb im Rahmen der Vorstatik nicht weiter verfolgt.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.2	Einwirkungen		Seite: 67
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008


3 Schnittgrößen

3.1 Schnittgrößen der Grundlastfälle

Die Schnittgrößen der wichtigsten Grundlastfälle aus Block V.2 sind im folgenden dargestellt. Für die Bemessung sind dabei vor allem das Biegemoment M_y , die Querkraft V_z und die Normalkraft N von Interesse. Bei veränderlichen Einwirkungen aus Verkehr und Temperatur mit mobilisiertem Erddruck werden dabei jeweils die Grenzlinien der minimalen und maximalen Werte aufbereitet. Folgende Lastfälle sind im Einzelnen dargestellt:

LF 1	Eigengewicht, FT	M_y	70
		V_z	70
		N	71
LF 2	Eigengewicht, Ortbetonerg.	M_y	71
		V_z	72
		N	72
LF 3	Eigengewicht, Unterbauten	M_y	73
		V_z	73
		N	74
LF 4	Zusatzeigengewicht	M_y	74
		V_z	75
		N	75
LF 5	Vorspannung, FT	M_y	76
		V_z	76
		N	77
LF 383	$G_1 + G_2 + P_{m0} + E_0$	M_y	77
		V_z	78
		N	78

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 68
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

LF 201, 202	Stützensenkung	max M_y , min M_y	79
LF 203, 204		max V_z , min V_z	79
LF 205, 206		max N , min N	80
LF 211, 212	Verkehr, UDL	max M_y , min M_y	80
LF 213, 214		max V_z , min V_z	81
LF 215, 216		max N , min N	81
LF 221, 222	Verkehr, TS	max M_y , min M_y	82
LF 223, 224		max V_z , min V_z	82
LF 225, 226		max N , min N	83
LF 231, 232	Verkehr, Q_{lk}	max M_y , min M_y	83
LF 233, 234		max V_z , min V_z	84
LF 235, 236		max N , min N	84
LF 241, 242	Verkehr	max M_y , min M_y	85
LF 243, 244		max V_z , min V_z	85
LF 245, 246		max N , min N	86
LF 251, 252	Temperatur und Erddruck	max M_y , min M_y	86
LF 253, 254		max V_z , min V_z	87
LF 255, 256		max N , min N	87

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 69
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

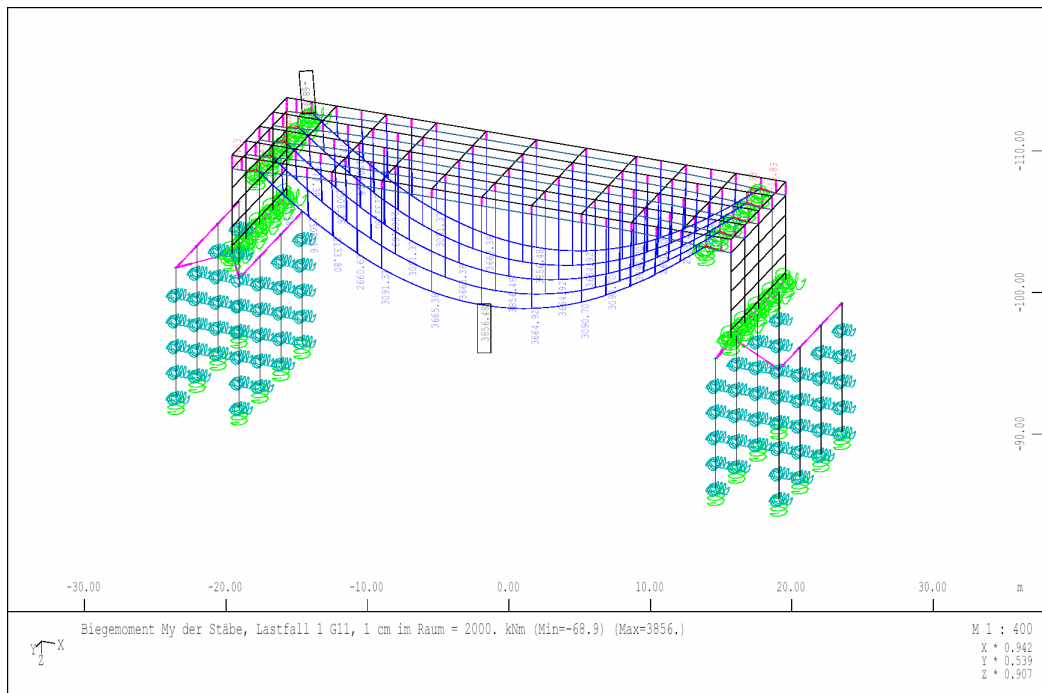


Bild 3.1 LF 1 G_{11} Eigengewicht Fertigteil M_y [kNm]

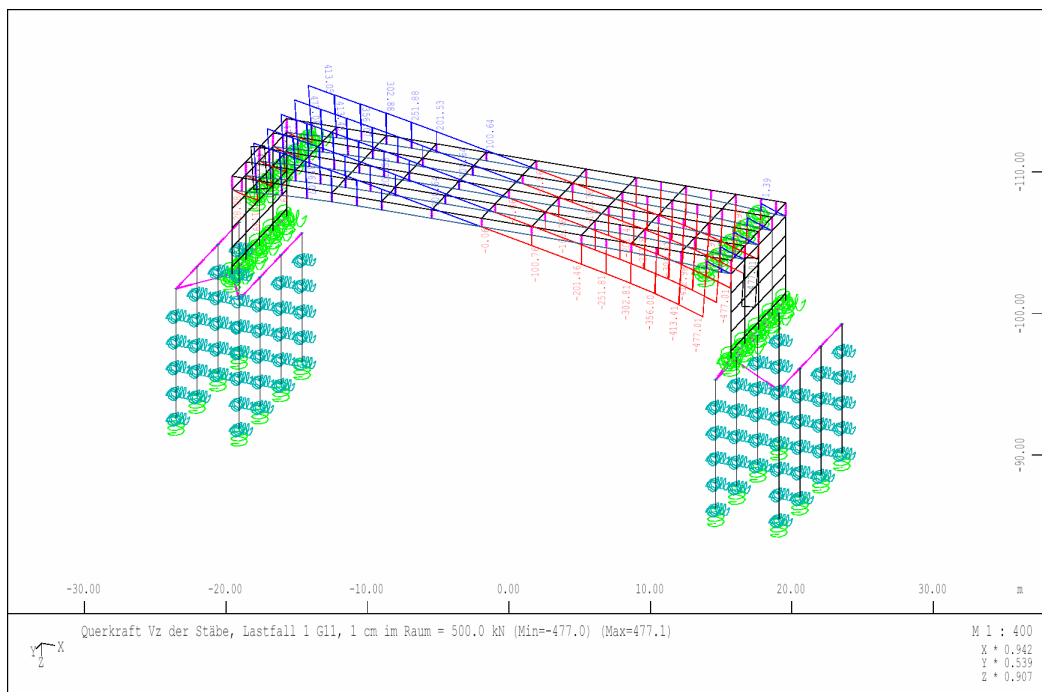


Bild 3.2 LF 1 G_{11} Eigengewicht Fertigteil V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 70
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

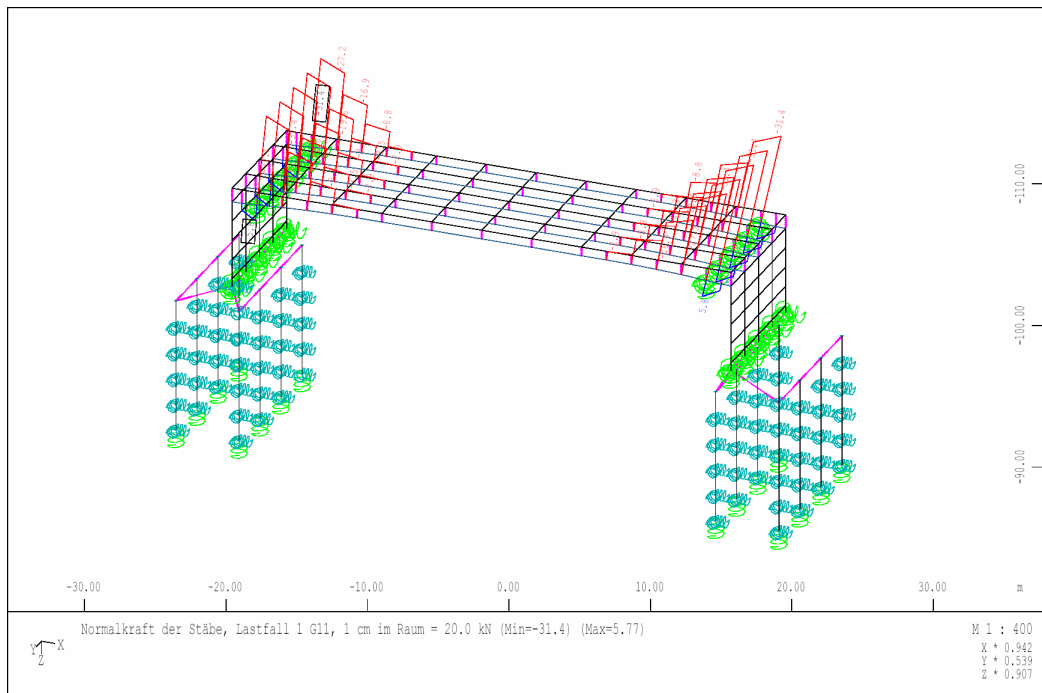


Bild 3.3 LF 1 G_{11} Eigengewicht Fertigteil N [kN]

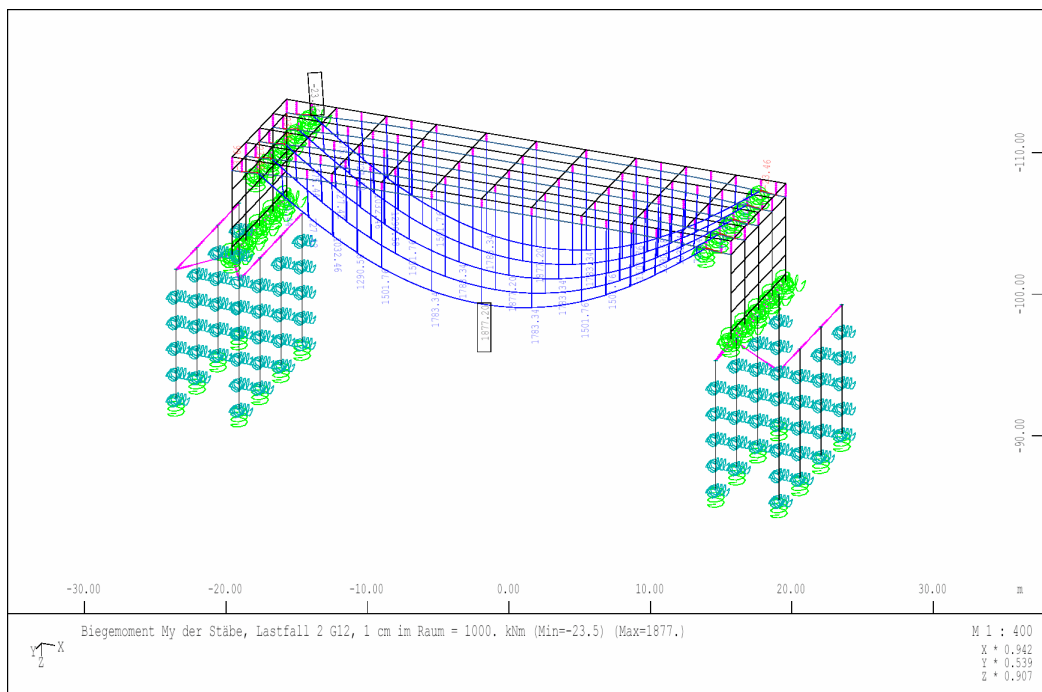


Bild 3.4 LF 2 G_{12} Eigengewicht Ortbetonergänzung M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 71
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

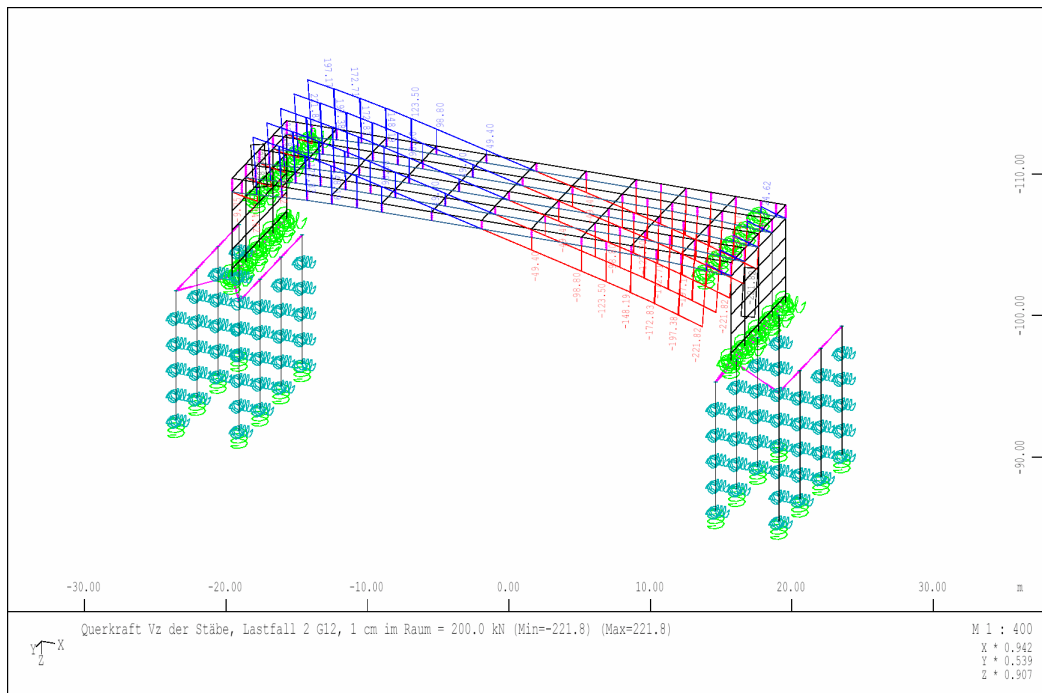


Bild 3.5 LF 2 G_{12} Eigengewicht Ortbetonergänzung V_z [kN]

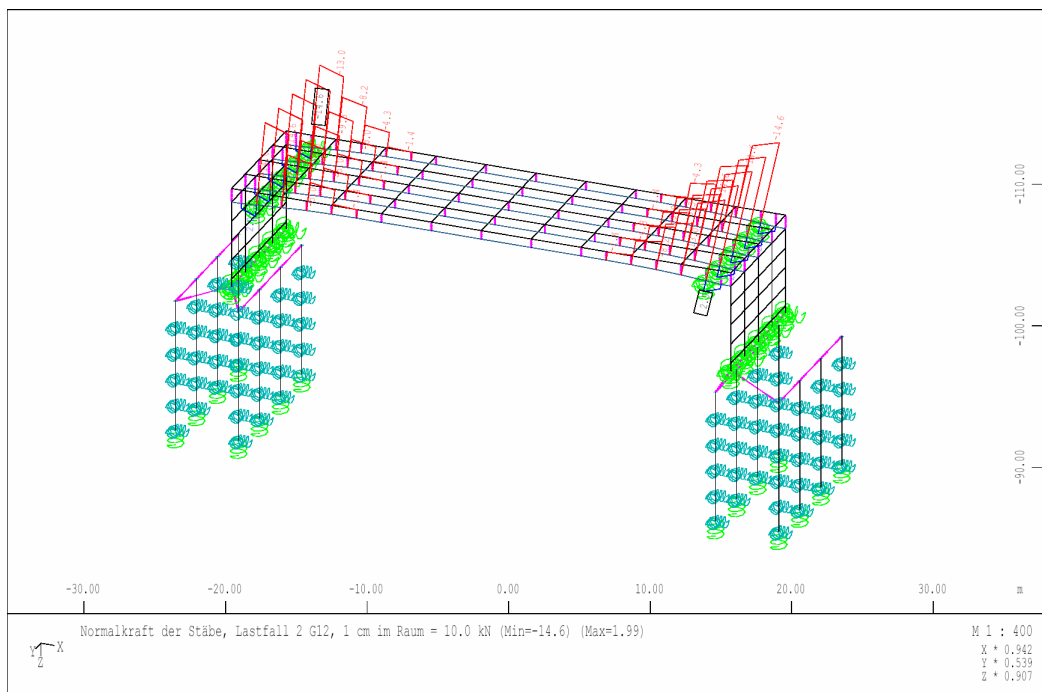


Bild 3.6 LF 2 G_{12} Eigengewicht Ortbetonergänzung N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 72
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

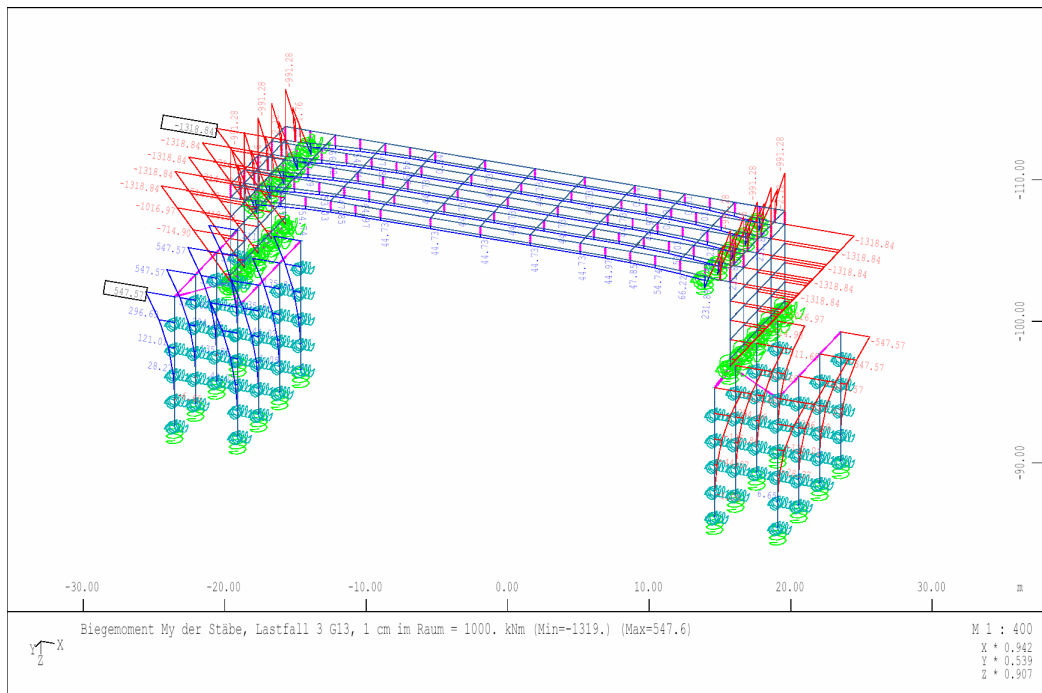


Bild 3.07 LF 3 G_{13} Eigengewicht Unterbauten, Erdauflast M_y [kNm]

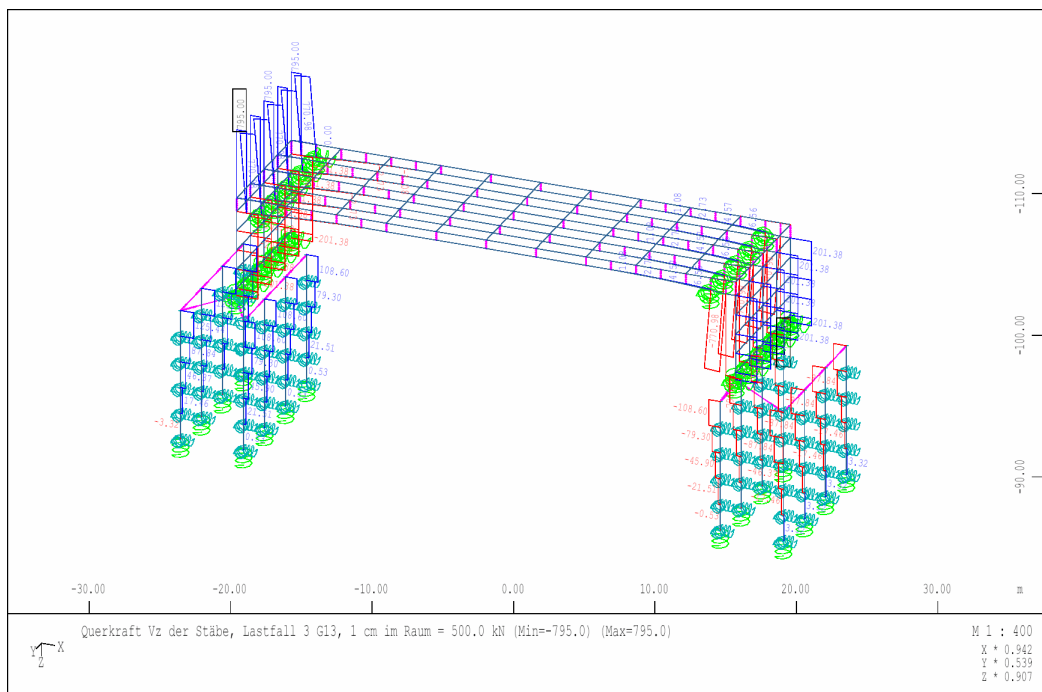


Bild 3.08 LF 3 G_{13} Eigengewicht Unterbauten, Erdauflast V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 73
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

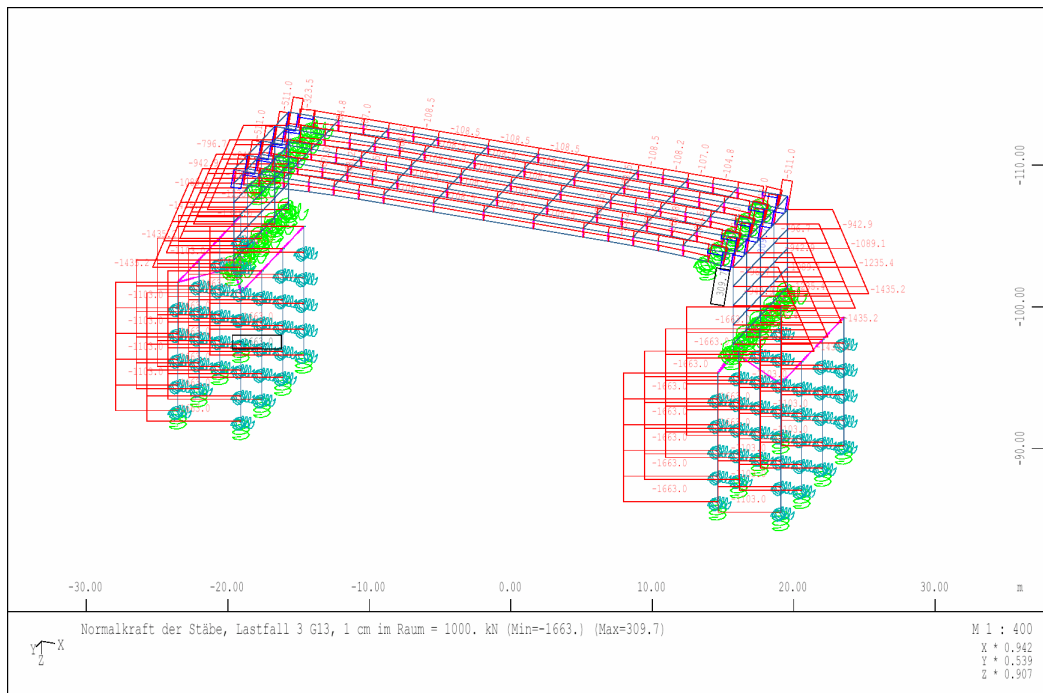


Bild 3.09 LF 3 G_{13} Eigengewicht Unterbauten, Erdauflast N [kN]

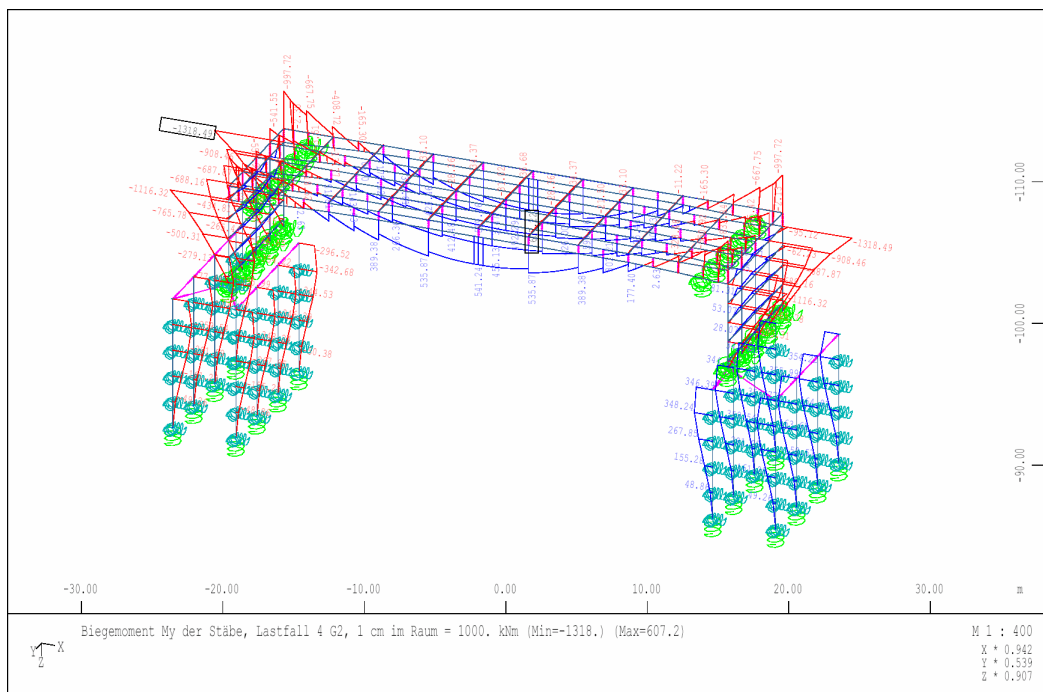


Bild 3.10 LF 4 G_2 Zusatzeigengewicht M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 74
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

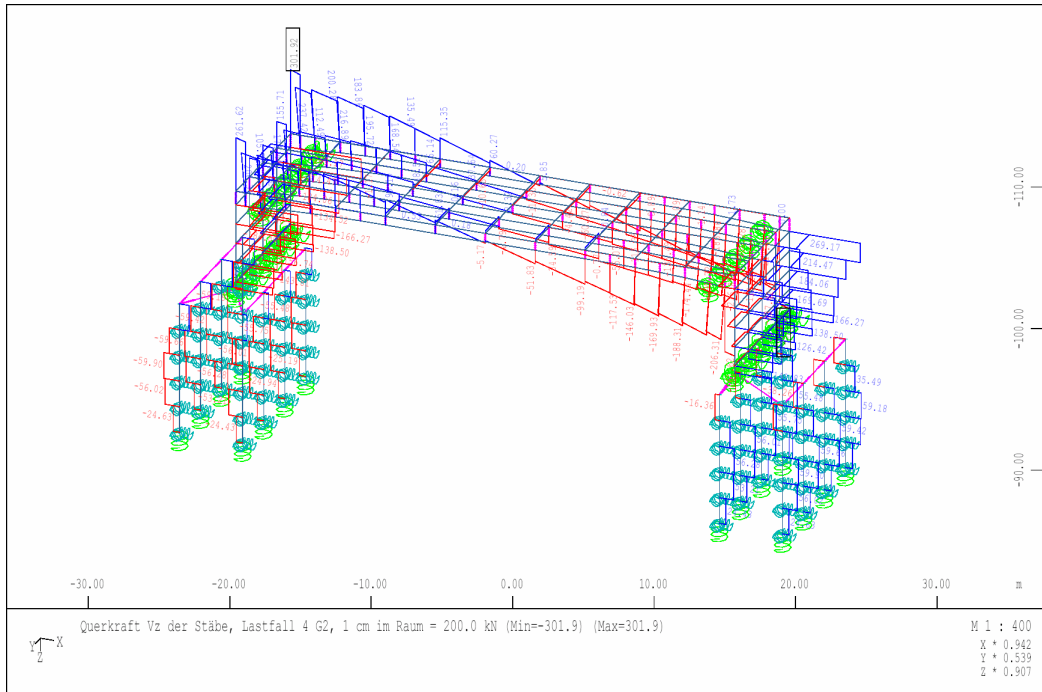


Bild 3.11 LF 4

G_2 Zusatzeigengewicht

V_z [kN]

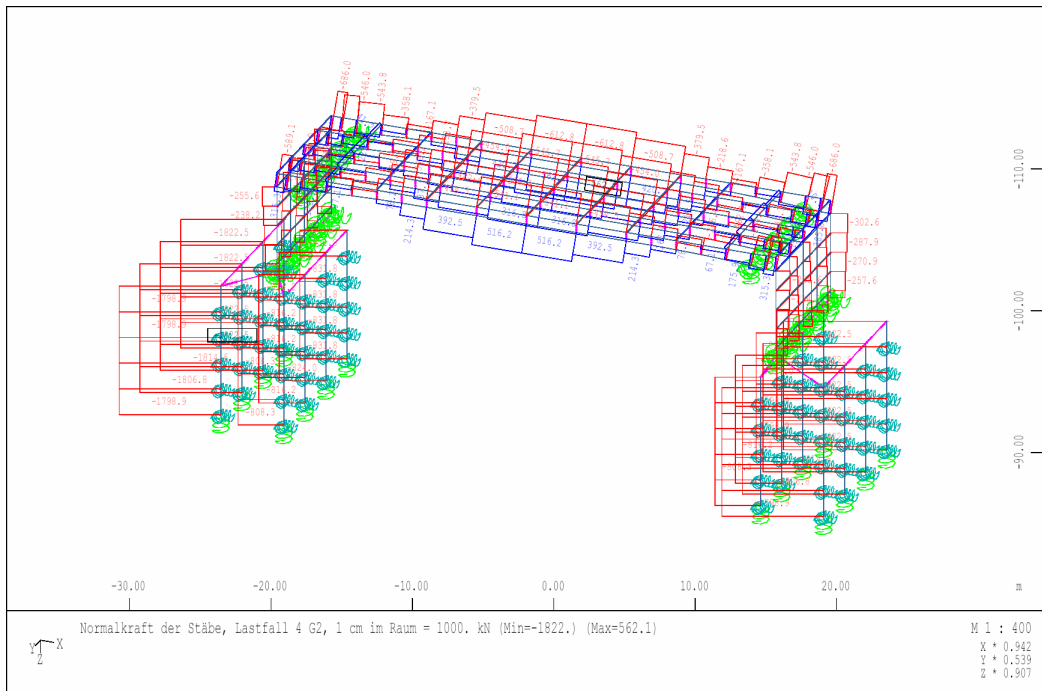


Bild 3.12 LF 4

G_2 Zusatzeigengewicht

N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 75
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

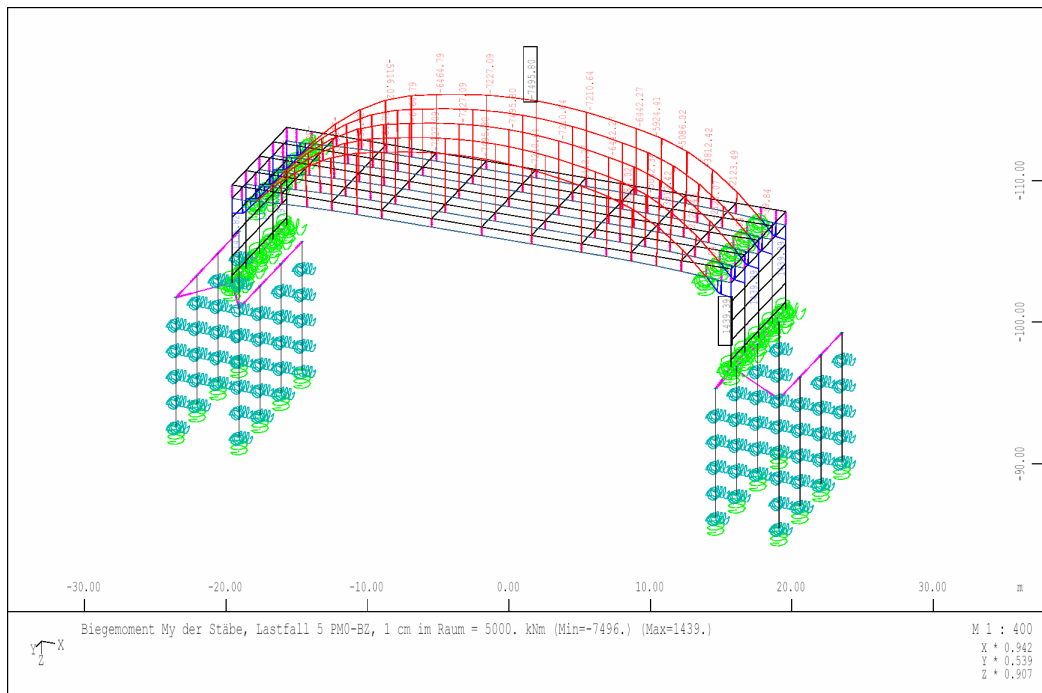


Bild 3.13 LF 3

Vorspannung P_{m0}

M_y [kNm]

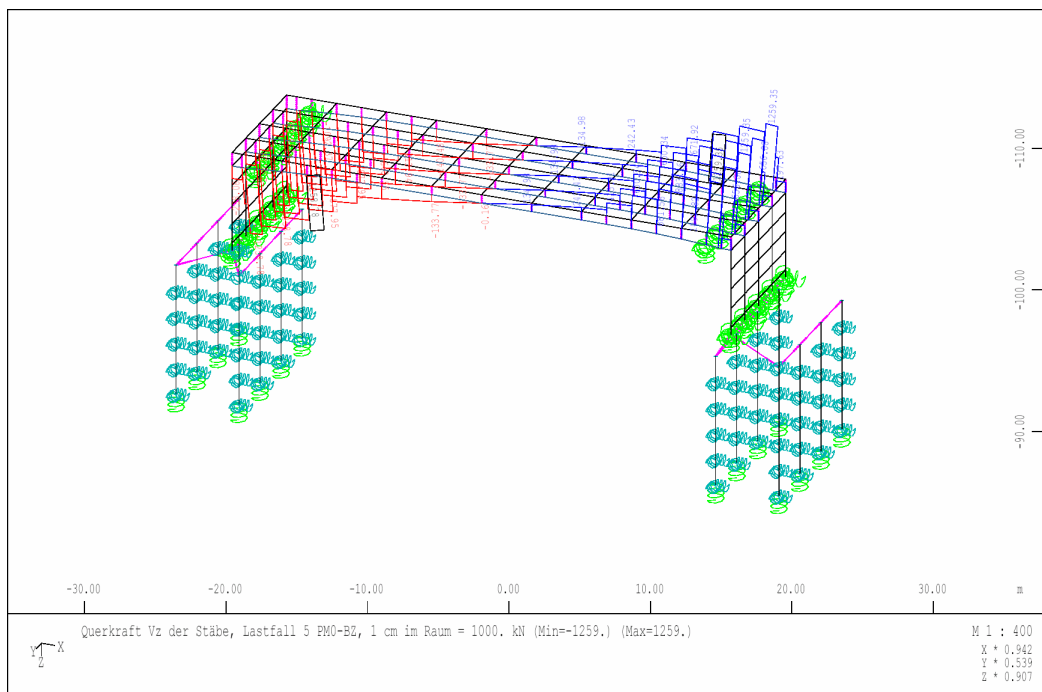


Bild 3.14 LF 5

Vorspannung P_{m0}

V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 76
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

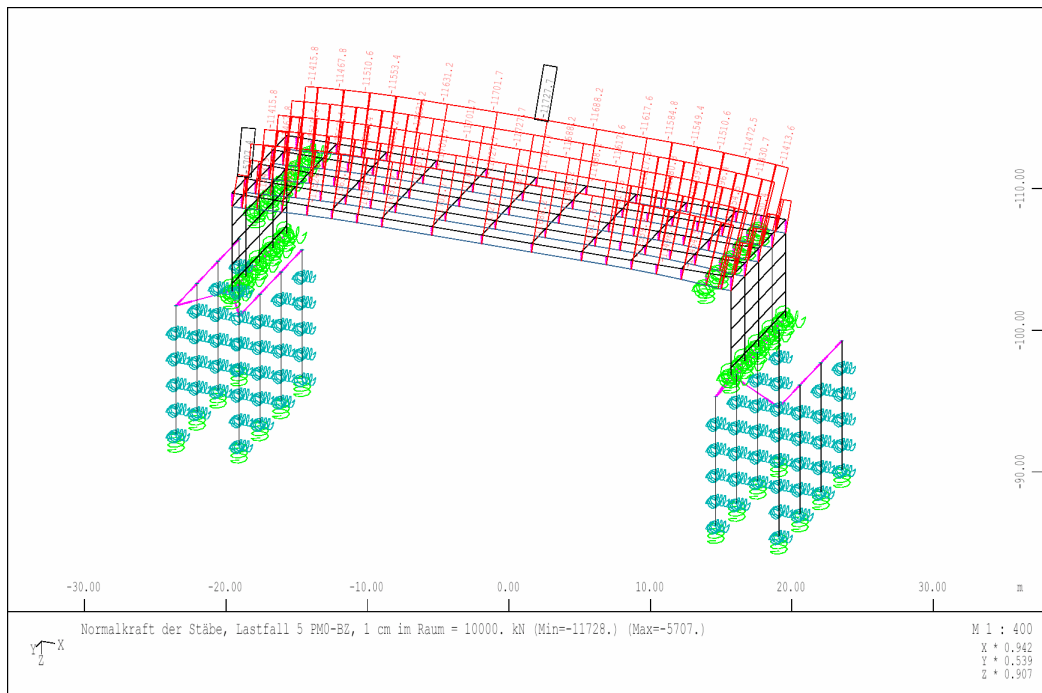


Bild 3.15 LF 5 Vorspannung P_{m0} N [kN]

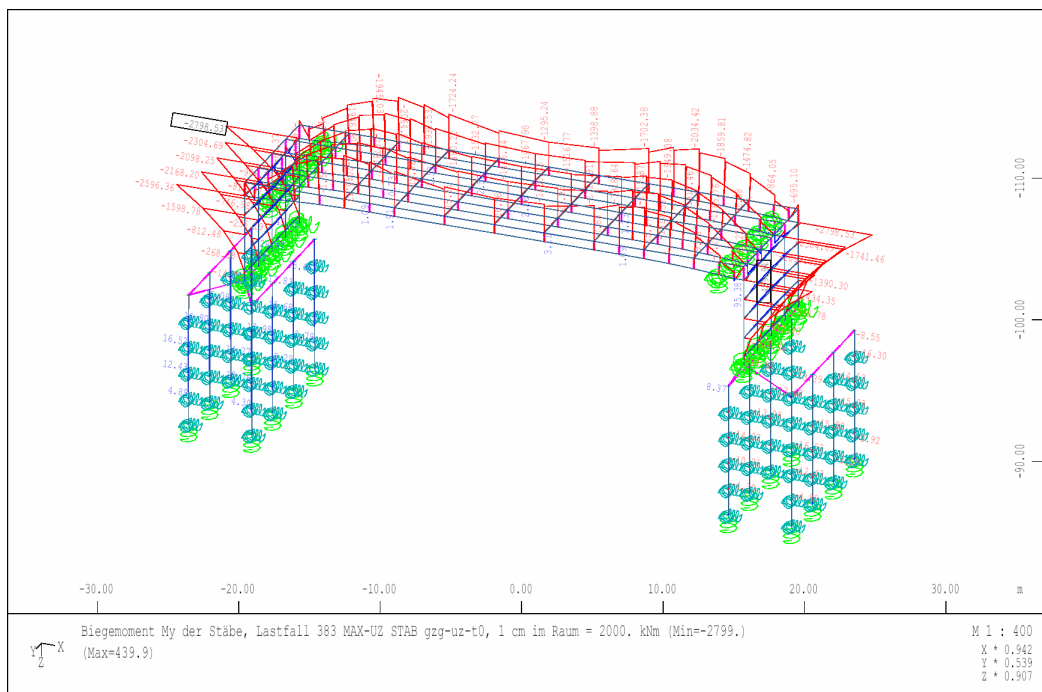


Bild 3.16 LF 383 $G_1 + G_2 + P_{m0} + E_0$ (ständig $t = 0$) M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 77
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

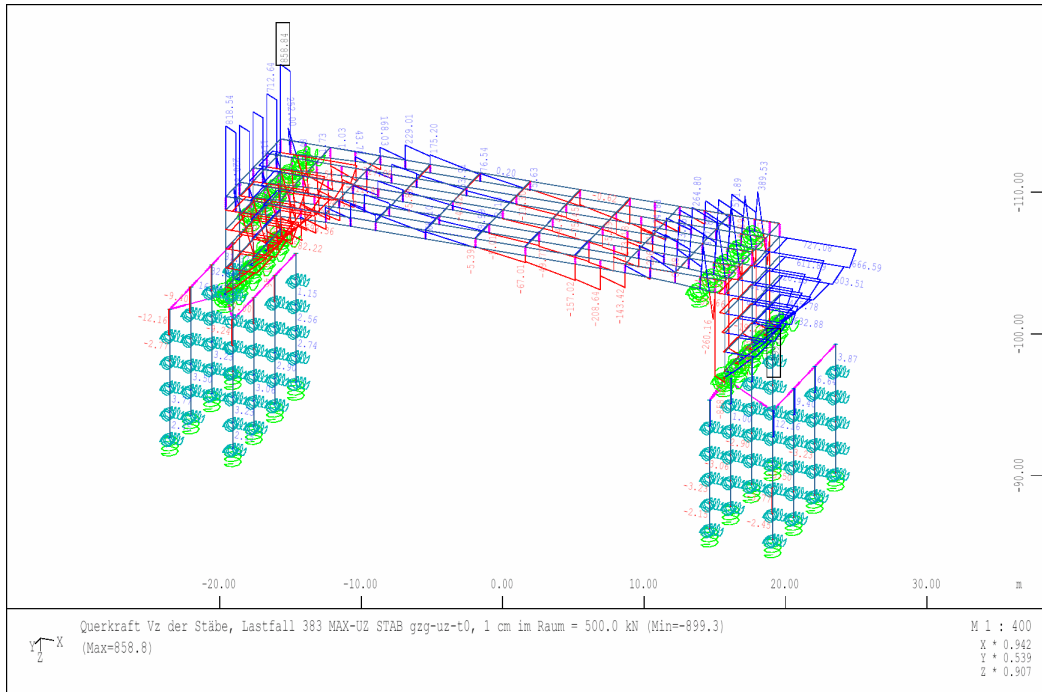


Bild 3.17 LF 383 $G_1 + G_2 + P_{m0} + E_0$ (ständig $t = 0$) V_z [kN]

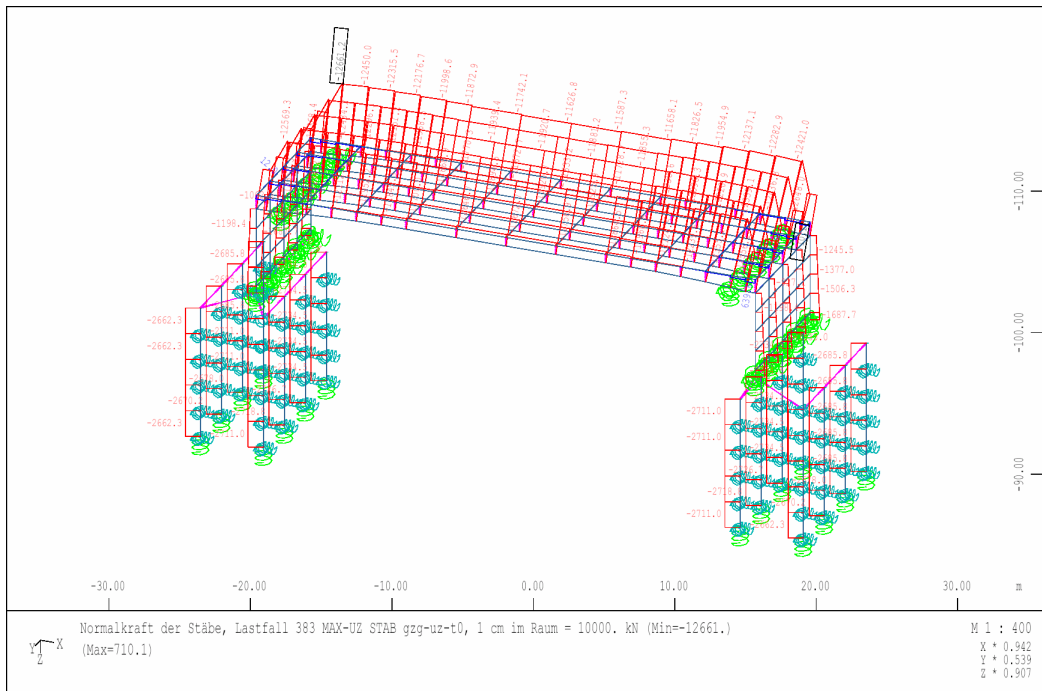


Bild 3.18 LF 383 $G_1 + G_2 + P_{m0} + E_0$ (ständig $t = 0$) N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 78
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

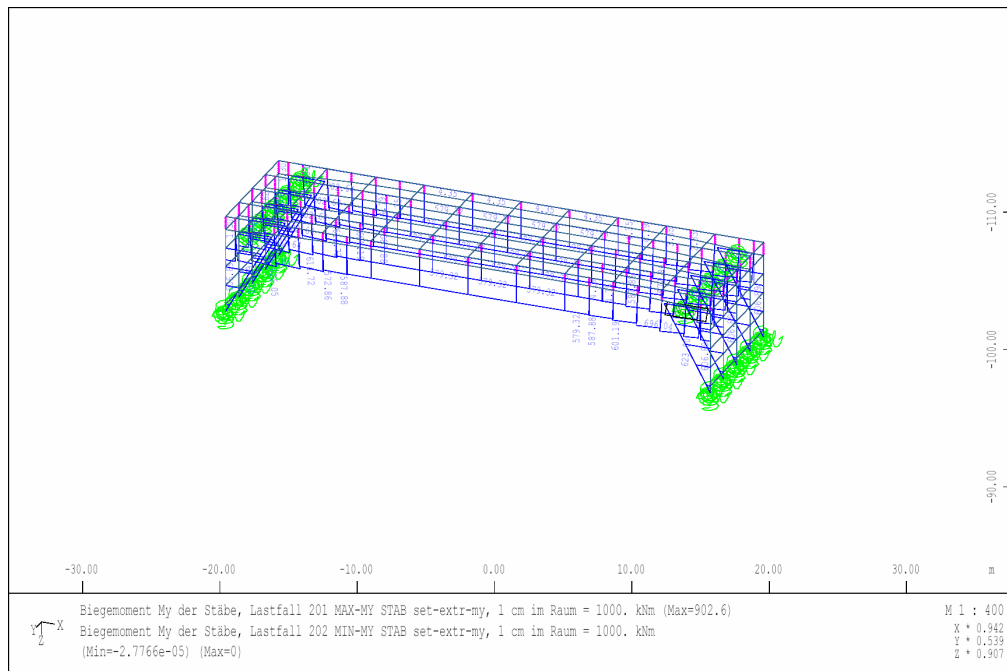


Bild 3.19 LF 201 Baugrundbewegung für Flachgründung max M_y [kNm]
LF 202 min M_y [kNm]

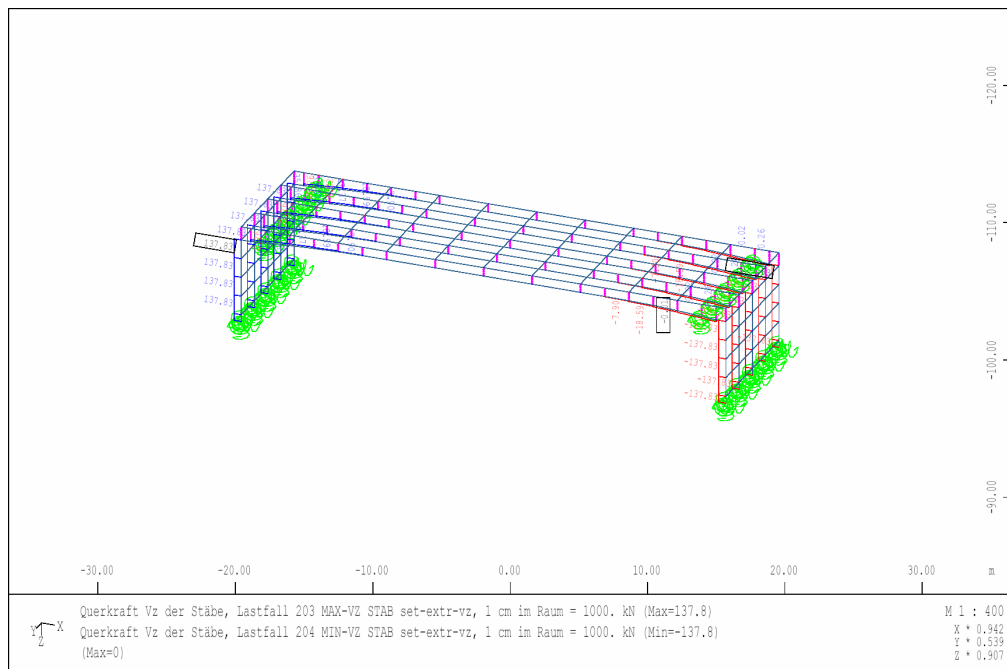


Bild 3.20 LF 203 Baugrundbewegung für Flachgründung max V_z [kN]
LF 204 min V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 79
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

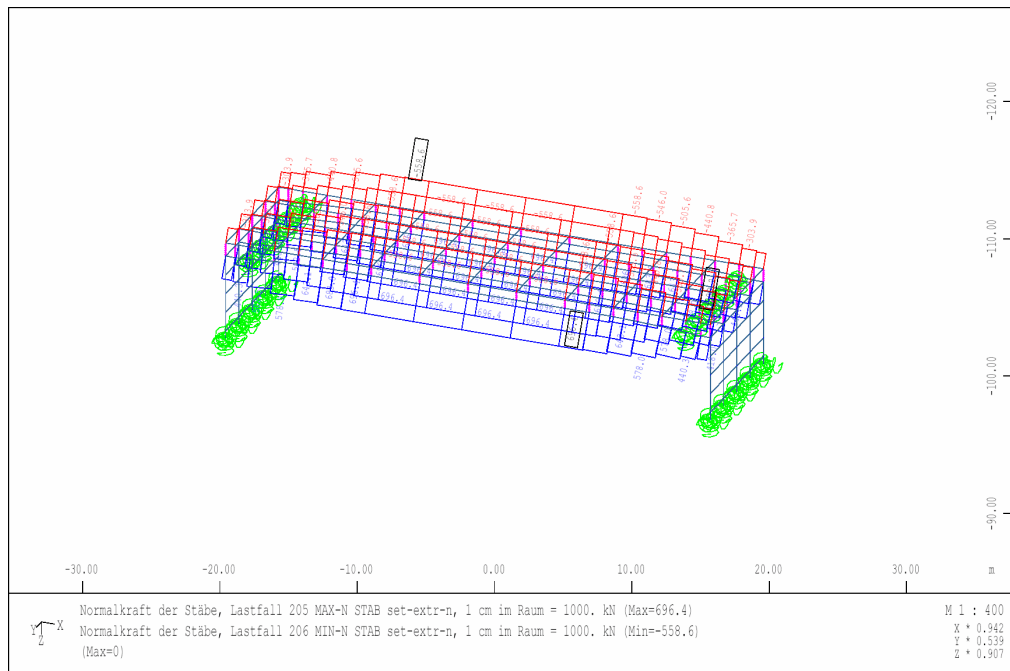


Bild 3.21 LF 205
LF 206

Baugrundbewegung für Flachgründung

max N [kN]
min N [kN]

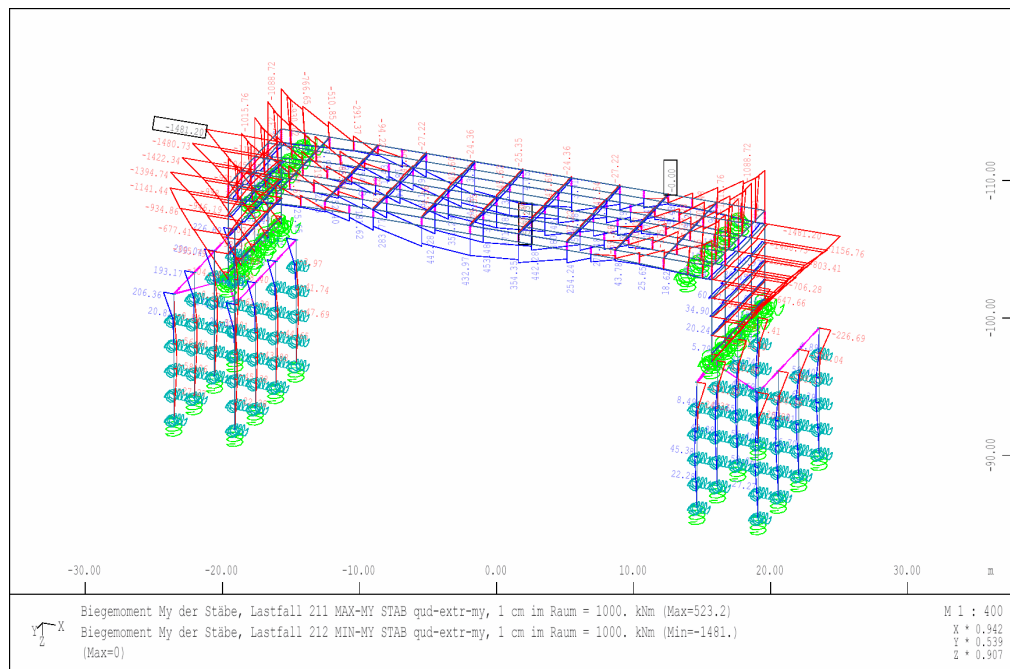


Bild 3.22 LF 211
LF 212

Verkehr UDL

max M_y [kNm]
min M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 80
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

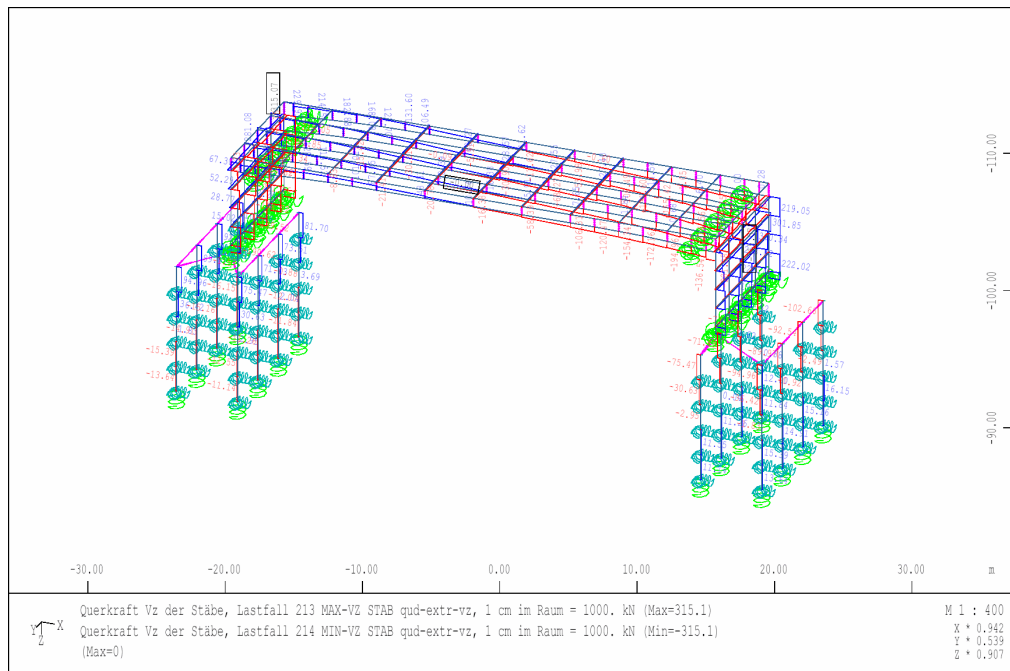


Bild 3.23 LF 213 Verkehr UDL max V_z [kN]
LF 214 min V_z [kN]

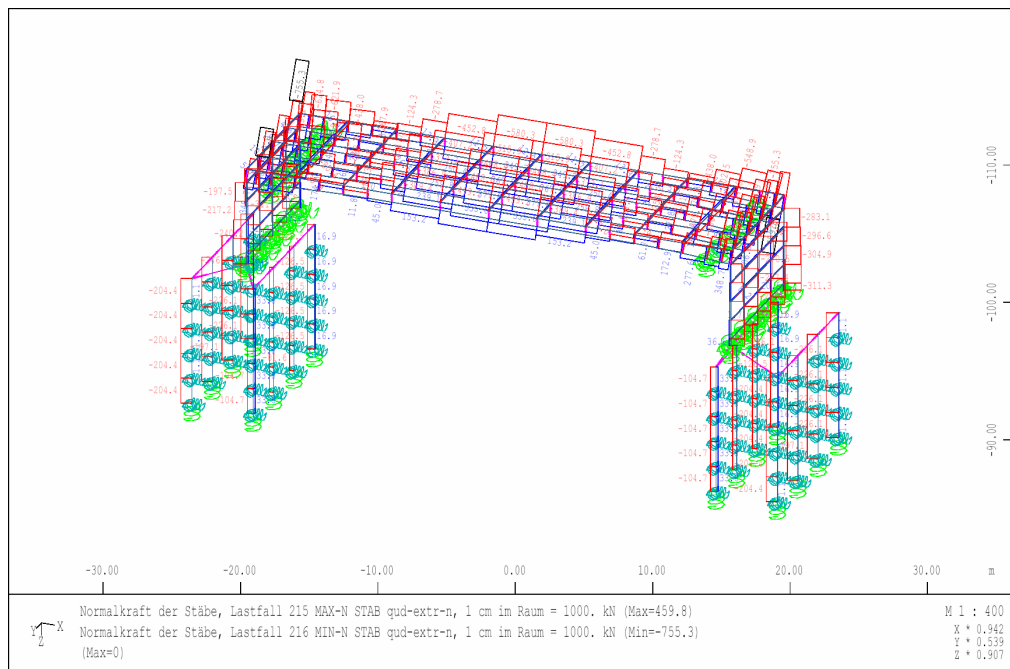


Bild 3.24 LF 215 Verkehr UDL max N [kN]
LF 216 min N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 81
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

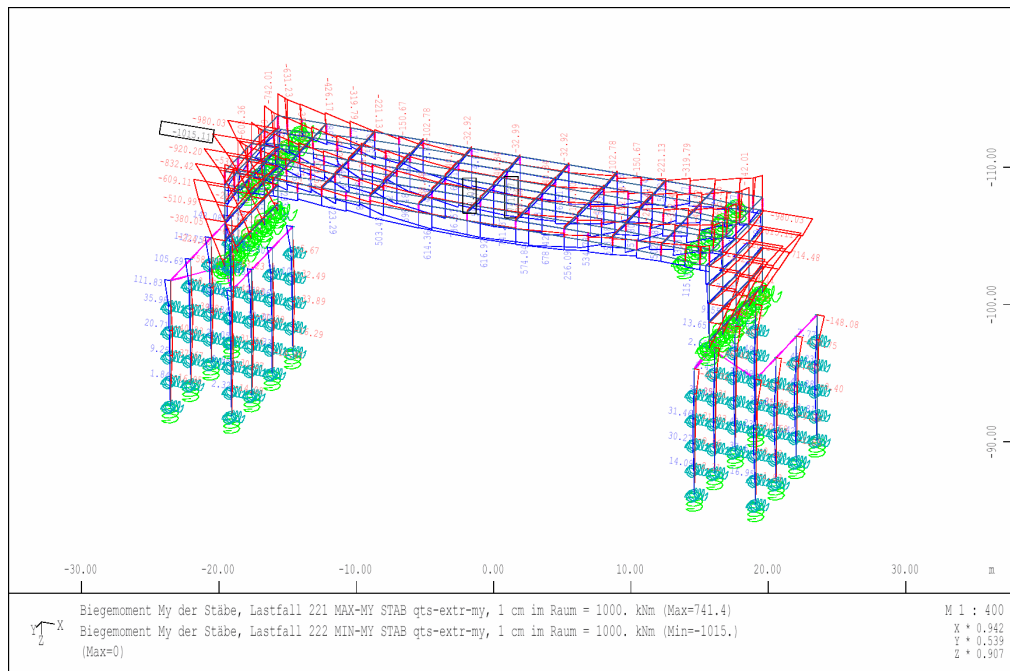


Bild 3.25 LF 221 Verkehr TS max M_y [kNm]
 LF 222 min M_y [kNm]

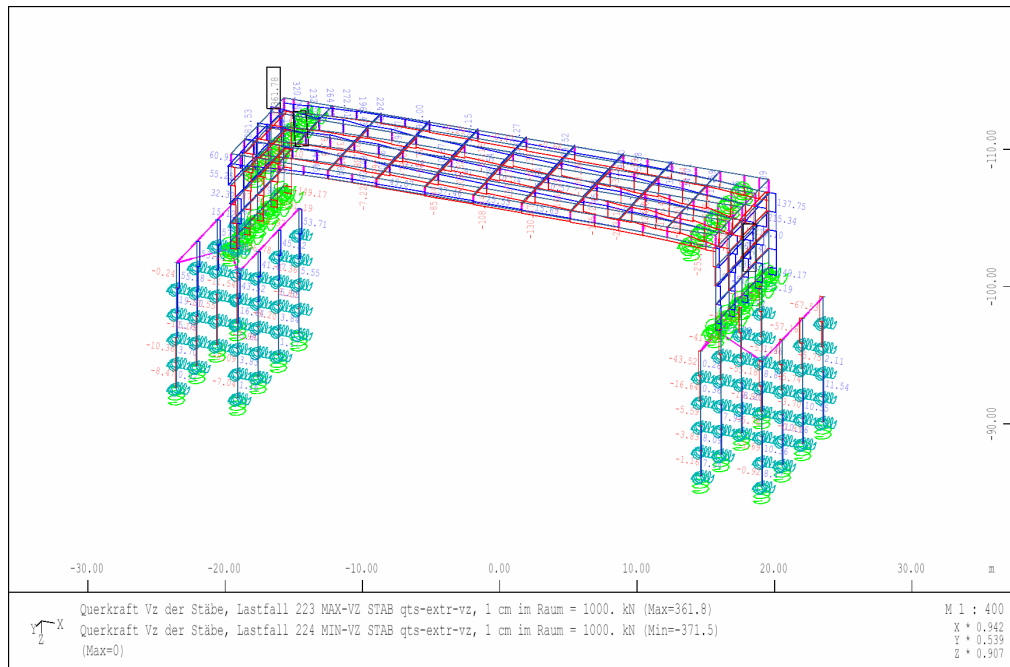


Bild 3.26 LF 223 Verkehr TS max V_z [kN]
 LF 224 min V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 82
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

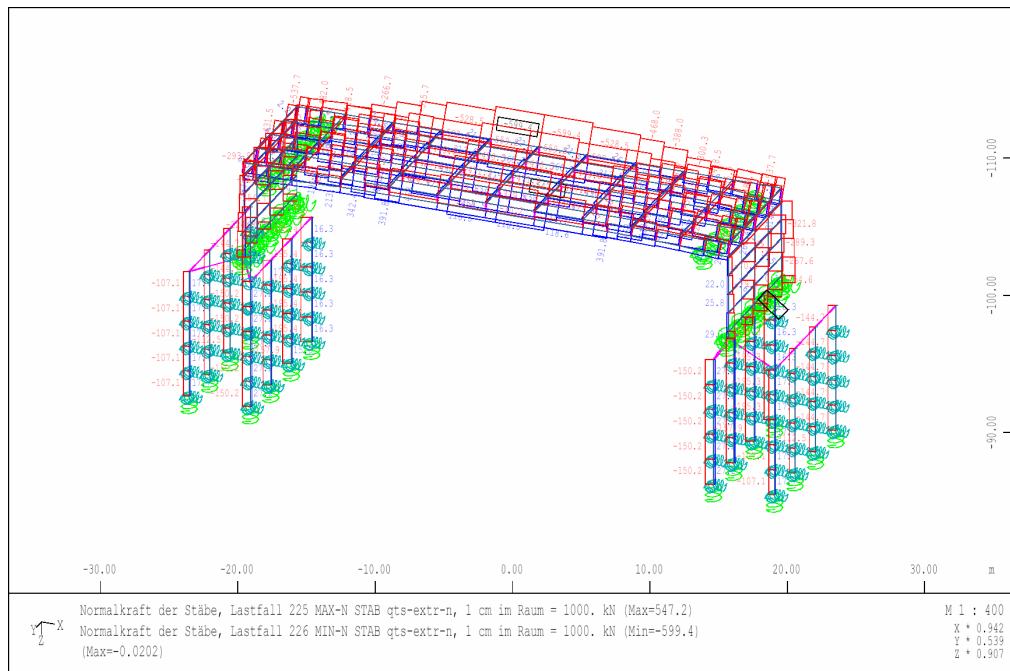


Bild 3.27 LF 225 Verkehr TS max N [kN]
LF 226 min N [kN]

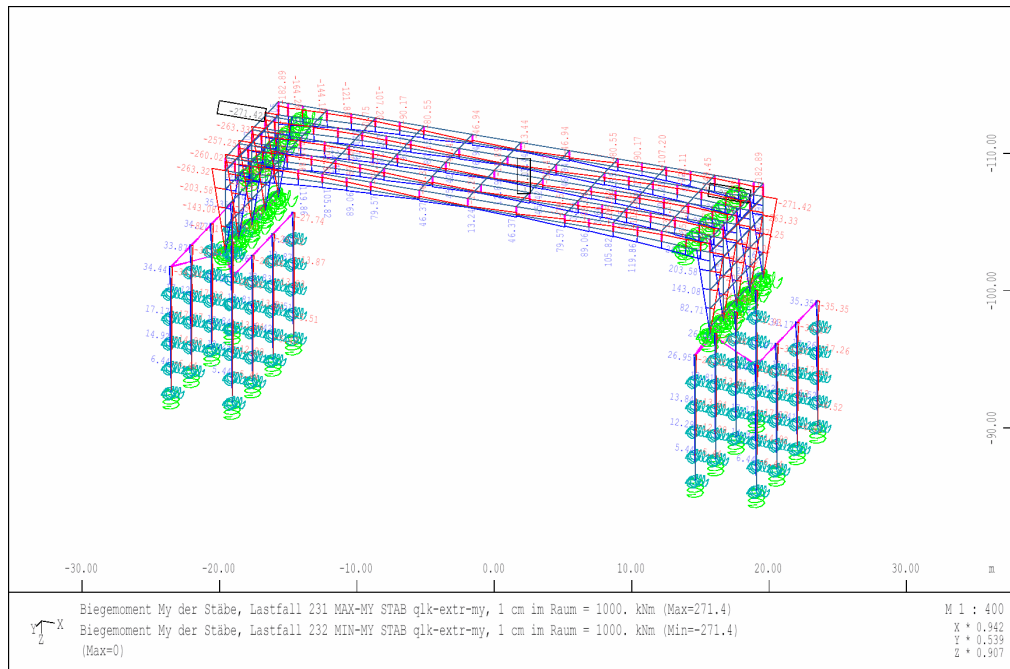


Bild 3.28 LF 231 Verkehr Q_{Ik} max M_y [kNm]
LF 232 min M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 83
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

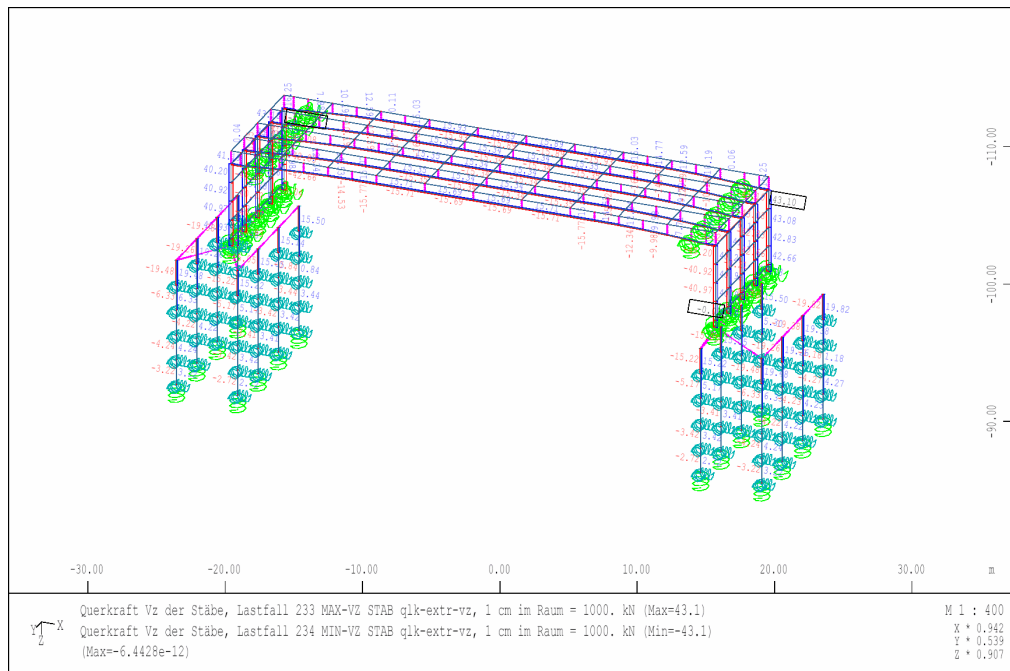


Bild 3.29 LF 233 Verkehr Q_{ik} max V_z [kN]
LF 234 min V_z [kN]

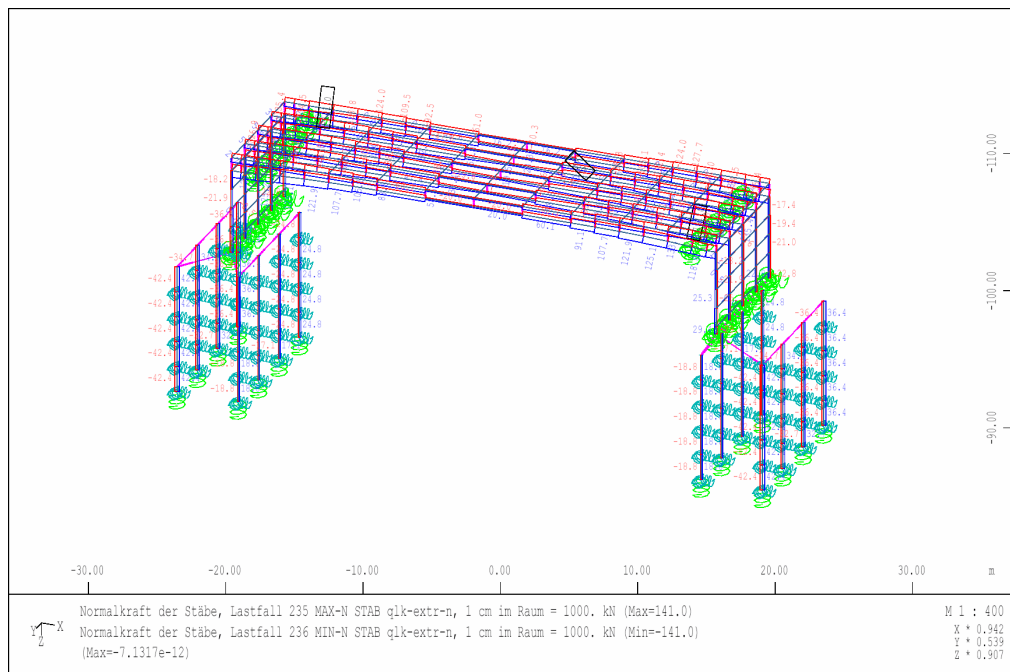


Bild 3.30 LF 235 Verkehr Q_{ik} max N [kN]
LF 236 min N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 84
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

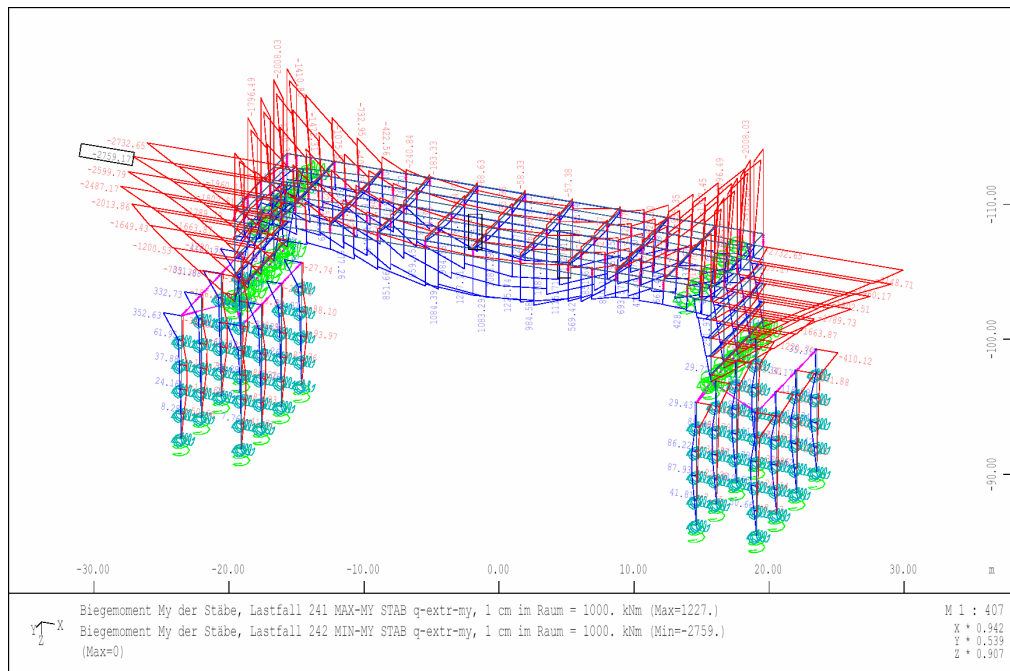


Bild 3.31 LF 241 Verkehr
LF 242

max M_y [kNm]
min M_y [kNm]

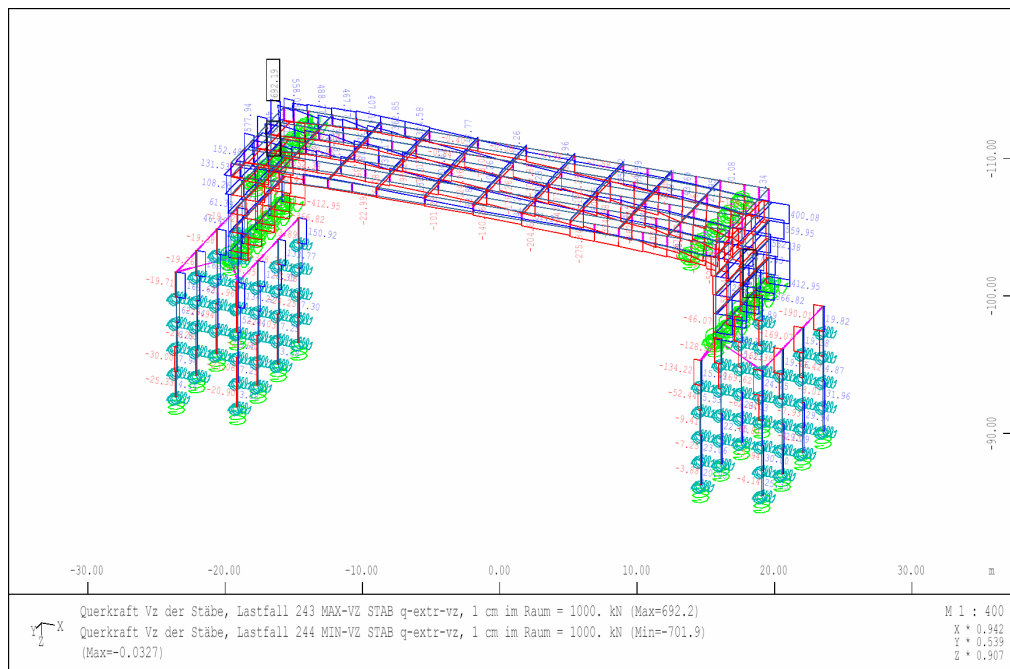


Bild 3.32 LF 243 Verkehr
LF 244

max V_z [kN]
min V_z [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 85
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

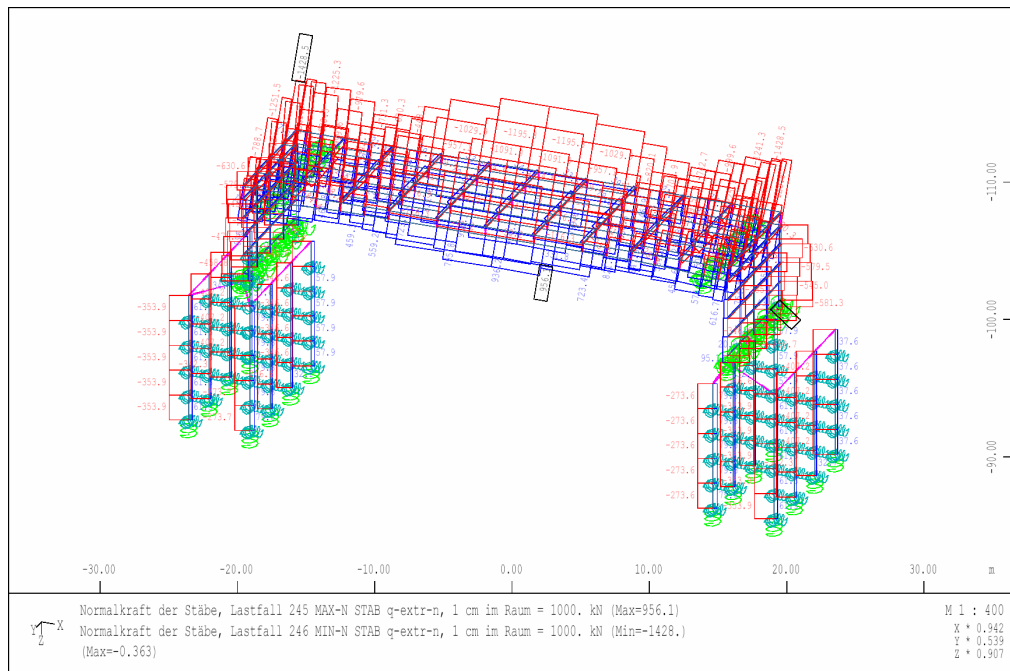


Bild 3.33 LF 245 Verkehr
LF 246

max N [kN]
min N [kN]

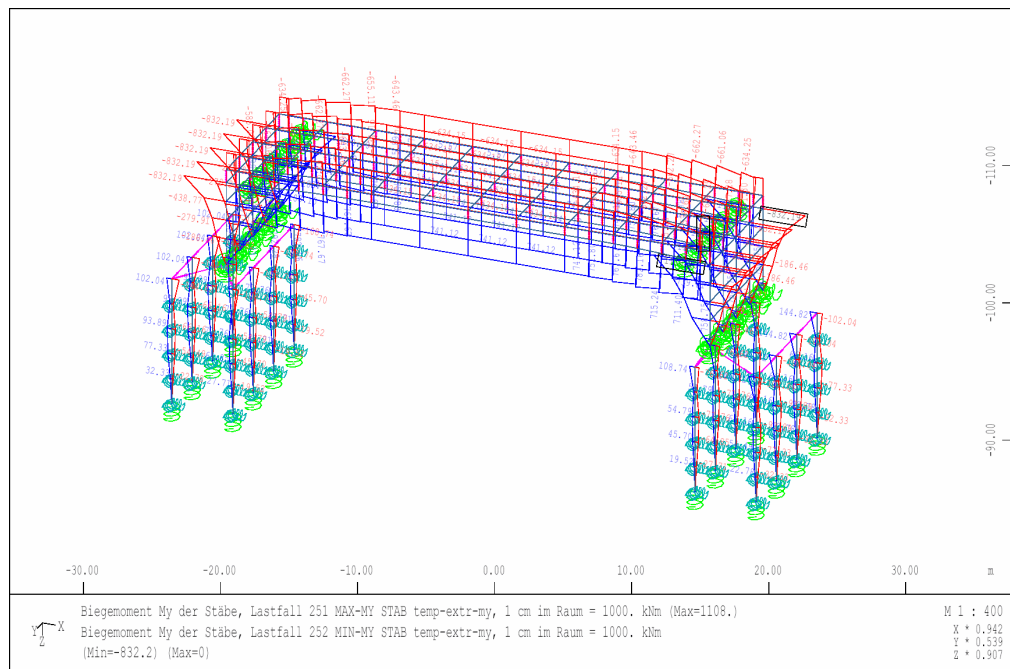


Bild 3.34 LF 251 Temperatur und $E_{mob} - E_0$
LF 252

max M_y [kNm]
min M_y [kNm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 86
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

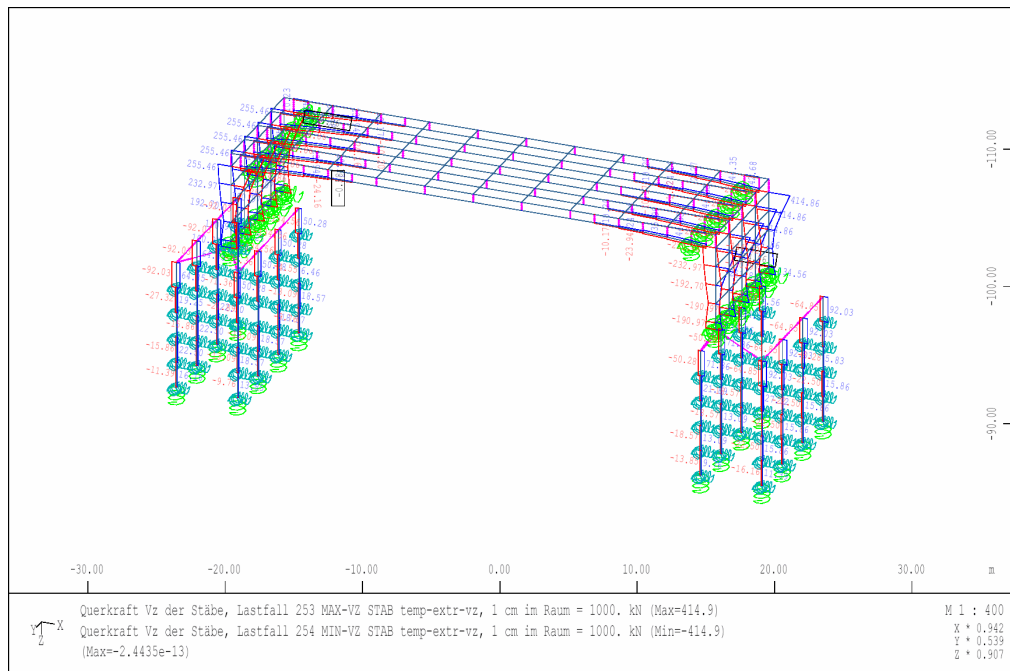


Bild 3.35 LF 253 Temperatur und $E_{mob} - E_0$ max V_z [kN]
LF 254 min V_z [kN]

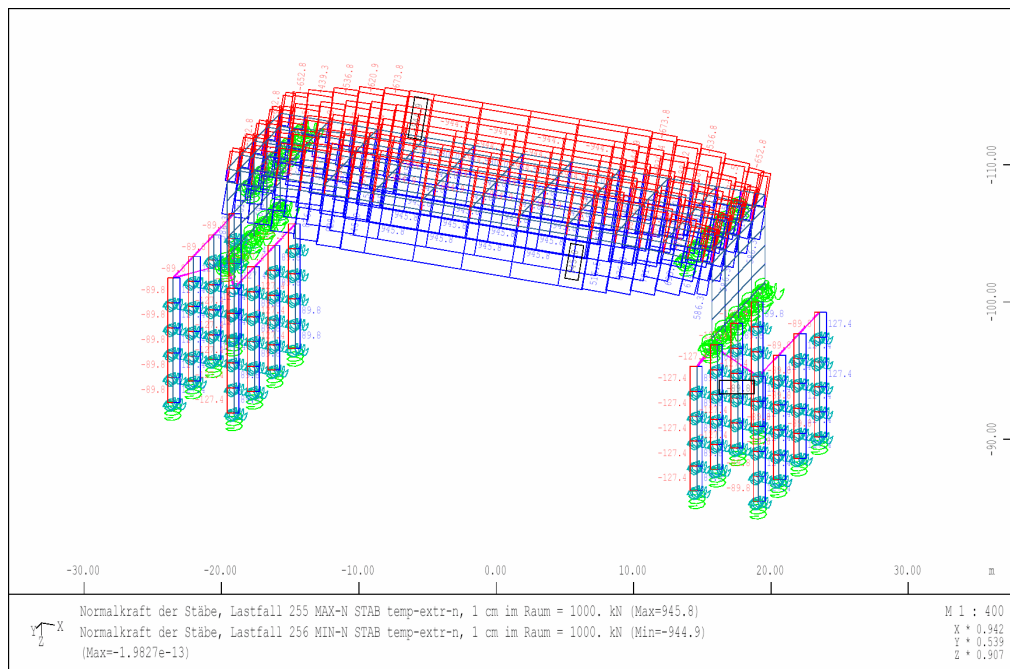



Bild 3.36 LF 255 Temperatur und $E_{mob} - E_0$ max N [kN]
LF 256 min N [kN]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 87
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

3.2 Einwirkungskombinationen für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Für die Kombination unterschiedlicher, veränderlicher Einwirkungen werden die sog. ψ -Faktoren benötigt (Tabelle 3.1). Folgende Kombinationen sind in den DIN-Fachberichten für Nachweise im GZG definiert:

Seltene Kombinationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Nicht-häufige Kombinationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi'_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i}$$

Häufige Kombinationen:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Quasi-ständige Kombination:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 88
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Tabelle 3.1 ψ -Faktoren zur Kombination der veränderlichen Einwirkungen

Einwirkung	Bezeichnung		ψ_0	ψ_1'	ψ_1	ψ_2
Verkehrslasten	<i>gr</i> 1 (LM 1)	TS	0,75	0,80	0,75	0,20
		UDL	0,40	0,80	0,40	0,20
	<i>gr</i> 2 (Horizontallasten)		0	0	0	0
	<i>gr</i> 3 (Fußgänger)		0	0,80	0	0
	Einzelachse LM 2		0	0,80	0,75	0
Horizontallasten	Q_{lk}, Q_{tk}		0	0	0	0
Windlasten	F_{Wk}		0,30	0,60	0,50	0
Temperatur	T_k		0,80	0,80	0,60	0,50

Temperatureinwirkungen haben bei integralen Brücken Einfluss auf die Bemessung und sind daher grundsätzlich zu berücksichtigen.

Einwirkungen aus Wind spielen für die Vorbemessung keine maßgebende Rolle und werden im Folgenden nicht näher untersucht. Der Vollständigkeit halber sind in Tabelle 3.2 jedoch die entsprechenden Kombinationsvorschriften aufgenommen.

Das Lastmodell 2 gilt nur für lokale Nachweise und wird im Rahmen dieser Vorstatik nicht weiter untersucht.

Bei den Einwirkungskombinationen im GZG werden die ständigen Lasten 1,0-fach berücksichtigt, die veränderlichen Einwirkungen werden, sofern sie ungünstig wirken, mit den Faktoren nach Tabelle 3.2 überlagert. Die zugehörigen Kombinationsvorschriften sind in DIN-Fachbericht 101, IV-Anhang C geregelt. Wind wird danach weder mit der Verkehrslast der *gr* 2 noch mit Temperatur überlagert.

Die Vorspannung wird in den Einwirkungskombinationen jeweils mit ihrem maßgebenden charakteristischen Wert berücksichtigt. Der zum betrachteten Zeitpunkt vorhandene Mittelwert der Vorspannung P_{mt} wird dazu mit den Beiwerten $r_{inf} = 0,9$ und $r_{sup} = 1,1$ multipliziert.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.3	Schnittgrößen		Seite: 89
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			



Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Tabelle 3.2 Einwirkungskombinationen für veränderliche Einwirkungen im GZG

Einwirkungs kombination	Kombinations möglichkeit	Q_{TS} gr 1	Q_{UDL} gr 1	Q_{Ik} gr 2	Q_{tk} gr 2	T_k	F_{Wk}	Veränderliche Leiteinwirkung
selten	1	1,00	1,00	0	0	0,80	0	Verkehr gr 1
	2	1,00	1,00	0	0	0	0,30	Verkehr gr 1
	3	0,75	0,40	1,00	1,00	0,80	0	Verkehr gr 2
	4	0,75	0,40	0	0	1,00	0	Temperatur
	–	0	0	0	0	0	1,00	Wind
nicht-häufig	5	0,80	0,80	0	0	0,60	0	Verkehr gr 1
	6	0,75	0,40	0	0	0,80	0	Temperatur
	–	0	0	0	0	0	0,60	Wind
häufig	7	0,75	0,40	0	0	0,50	0	Verkehr gr 1
	8	0,20	0,20	0	0	0,60	0	Temperatur
	–	0	0	0	0	0	0,50	Wind
quasi- ständig	9	0,20	0,20	0	0	0,50	0	–

Die Auswertung erfolgt für die Grenzschnittgrößen $\max M_y$, $\min M_y$, $\max V_z$, $\min V_z$, $\max N$ und $\min N$. Die Lastfallindizierung ist dem Abschnitt V.3.5 zu entnehmen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 90
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

3.3 Einwirkungskombinationen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

Für Straßen-, Gehweg-, Radweg- und Eisenbahnbrücken sind in DIN-Fachbericht 102, II-2.3.2.2 einheitlich die folgenden Kombinationen für Nachweise im GZT definiert:

- a) Ständige und vorübergehende Bemessungssituationen, wenn sie sich nicht auf Materialermüdung beziehen:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- b) Kombinationen für außergewöhnliche Bemessungssituationen:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} \cdot G_{k,j} + \gamma_{PA} \cdot P_k + A_d + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- c) Kombinationen für die Bemessungssituationen infolge Erdbeben:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Im vorliegenden Fall wird der Endzustand untersucht, der den ständigen Bemessungssituationen zuzuordnen ist. Die Teilsicherheitsbeiwerte können aus DIN-Fachbericht 101, IV Anhang C entnommen werden (Tabelle 3.3).

Nach ARS 11/2003 sind Zwangsschnittgrößen allgemein im GZT zu berücksichtigen. Der Abbau der Zwangsschnittgrößen beim Übergang in den gerissenen Zustand darf durch den Ansatz der 0,6-fachen Steifigkeiten im Vergleich zum ungerissenen Zustand berücksichtigt werden. Bei den Kombinationen im GZT werden deshalb nachfolgend die Schnittgrößen aus Temperatur und aus mobilisiertem Erddruck mit dem Faktor 0,6 abgemindert.

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 91
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	


Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Tabelle 3.3 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Einwirkung	Bezeichnung	Bemessungssituation	
		S / V	A
Ständige Einwirkungen G , ungünstig	$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,00
Ständige Einwirkungen G , günstig	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00
Horizontaler Erddruck $G_{E,h}$, ungünstig	$\gamma_{G,sup}$	1,50	–
Horizontaler Erddruck $G_{E,h}$, günstig	$\gamma_{G,inf}$	1,00	–
Vorspannung P_k	γ_P	1,00	–
Setzungen G_{set}	$\gamma_{G,set}$	1,00	–
Verkehr Q der Gruppe $i = 1$, ungünstig	γ_Q	1,50	1,00
Verkehr Q der Gruppe $i = 1$, günstig		0	0
Andere variable Einwirkungen Q_i , ungünstig	γ_Q	1,50	1,00
Andere variable Einwirkungen Q_i , günstig		0	0
Außergewöhnliche Einwirkungen	γ_A	–	1,00


Dem mit den ständigen Lasten kombinierten Erddruck E_0 wird vereinfachend der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{G,sup} = 1,35$ zugeordnet.

Im vorliegenden Fall sind Verkehr und Temperatur die dominierenden veränderlichen Einwirkungen. Wind ist dagegen im vorliegenden Fall nicht maßgebend und wird im Rahmen der Vorstatik nicht weiter untersucht. Die folgenden Überlagerungsregeln werden für den GZT ausgewertet, dabei stehen in den geschweiften Klammern oben die Teilsicherheitsbeiwerte für ungünstig wirkende Schnittgrößen, unten für günstig wirkende Schnittgrößen. Die Lastfallindizierung ist Abschnitt V.3.5 zu entnehmen.

Kombinationen für den GZT mit Leiteinwirkung Verkehr gr 1:

$$\sum \left\{ \begin{matrix} 1,35 \\ 1,00 \end{matrix} \right\} \cdot (G_{k,j} + E_0) + P_{mt} + \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (Q_{TS} + Q_{UDL}) + 0,6 \cdot 0,80 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (T_k + E_{mob} - E_0)$$

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.3	Schnittgrößen		Seite: 92
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

Kombinationen für den GZT mit Leiteinwirkung Verkehr *gr 2*:

$$\sum \left\{ \begin{matrix} 1,35 \\ 1,00 \end{matrix} \right\} \cdot (G_{k,j} + E_0) + P_{mt} + 0,75 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot Q_{TS} + 0,40 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot Q_{UDL} + \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot Q_{lk} + \\ + 0,6 \cdot 0,80 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (T_k + E_{mob} - E_0)$$

Kombinationen für den GZT mit Leiteinwirkung Temperatur T_k :

$$\sum \left\{ \begin{matrix} 1,35 \\ 1,00 \end{matrix} \right\} \cdot (G_{k,j} + E_0) + P_{mt} + 0,75 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot Q_{TS} + 0,40 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot Q_{UDL} + \\ + 0,6 \cdot \left\{ \begin{matrix} 1,50 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (T_k + E_{mob} - E_0)$$

Die Auswertung erfolgt für die Grenzschnittgrößen $\max M_y$, $\min M_y$, $\max V_z$, $\min V_z$, $\max N$ und $\min N$.


3.4 Einwirkungskombinationen für Nachweise nach DIN 1054

Die Nachweise zur Tragfähigkeit des Baugrundes sind nach DIN 1054 (2005-01) zu führen. Für die Bemessung im Endzustand ist der Lastfall 1 maßgebend. Die Nachweise sind für den Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen (GZ 1B) bzw. im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) zu führen. Die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände können der DIN 1054, 6.4 entnommen werden. Der Ansatz von Kombinationsbeiwerten ψ ist nach DIN 1054, 6.3.3 (4) auf Grund der Definition der Lastfälle 1 bis 3 nicht zulässig.

GZ 2 nach DIN 1054

$$\sum_j G_{k,j} + E_0 + P_{kt} + \left\{ \begin{matrix} 1,0 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (Q_{TS} + Q_{UDL} + Q_{lk}) + \left\{ \begin{matrix} 1,0 \\ 0 \end{matrix} \right\} \cdot (T_k + E_{mob} - E_0)$$

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 93
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

3.5 Lastfallindizierung für Schnittgrößenermittlung

Im Folgenden sind zur Information alle Lastfälle aufgelistet, für die im Rahmen der Vorstatik Schnittgrößen ermittelt wurden:


Grundlastfälle

1	G11	Eigengewicht der Spannbetonfertigteile auf Jochen	BZ
2	G12	Eigengewicht der Ortbetonergänzung	BZ
3	G13	Eigengewicht der Unterbauten + Ausbau Joche	
4	G2	Zusatzeigengewicht	
5	P1	Vorspannung im Bauzustand	BZ
6	P2	Vorspannung EGS	
7	Pm0	Vorspannung überlagert ohne Verluste	
8	ES	von 4 d bis 11500 d	
9	ES	von 11500 d bis 30000 d	
11	DS10	Stützensenkung 10 mm in Achse 10	nur mit Flachgründung
12	DS20	Stützensenkung 10 mm in Achse 20	nur mit Flachgründung
13	DH10	Auflagerverschiebung -10 mm in Achse 10	nur mit Flachgründung
14	DH20	Auflagerverschiebung 10 mm in Achse 20	nur mit Flachgründung
15	E0	Erdruchdruck	
16	Epmob-E0	Differenz mobilisierter Erddruck und Erdruchdruck	
17	Ea-E0	Differenz aktiver Erddruck und Erdruchdruck	
21- 26	UDL	qik	
27- 30	UDL	q1k	
31- 56	TS	Spur 1a und 1b (ungünstig)	
57- 82	TS	Spur 2a und 2b (ungünstig)	
83-108	TS	Spur 3a und 3b (ungünstig)	
109-134	TS	Spur 4a und 4b (ungünstig)	
171-174	Qlk	Spur 1 bis 4, +x	
175-178	Qlk	Spur 1 bis 4, -x	
181-182	DTN	pos/neg (BEL-FÜ)	
183-184	DTN	pos/neg (Konstruktion)	
185-186	DTM	pos/neg (Konstruktion)	
191-198	Temperaturgruppen	(Konstruktion)	

max/min Überlagerungen der Grundlastfälle

201-208	Stützensenkung:	max/min My, Vz, N, P
211-218	Verkehr UDL:	max/min My, Vz, N, P
221-228	Verkehr TS:	max/min My, Vz, N, P
231-238	Verkehr Qlk	max/min My, Vz, N, P
241-248	Verkehr Q	max/min My, Vz, N, P
251-258	Temperatur:	max/min My, Vz, N, P


Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 94
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

GZG-Kombinationen

301-302	GZG ungünstig (GZ2)	max/min My	
303-304	GZG ungünstig (GZ2)	max/min Vz	
305-306	GZG ungünstig (GZ2)	max/min N	
307-308	GZG ungünstig (GZ2)	max/min P	
309-310	GZG ungünstig (GZ2)	max/min uz	
311-312	GZG selten, LEW Q	max/min My	
321-322	GZG selten, LEW T	max/min My	
331-332	GZG nicht-häufig, LEW Q	max/min My	
341-342	GZG nicht-häufig, LEW T	max/min My	
351-352	GZG häufig, LEW Q	max/min My	
353-354	GZG häufig, LEW Q	max/min Vz	
355-356	GZG häufig, LEW Q	max/min N	
361-362	GZG häufig, LEW T	max/min My	
363-364	GZG häufig, LEW T	max/min Vz	
365-366	GZG häufig, LEW T	max/min N	
371-372	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min My	
373-374	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min Vz	
375-376	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min N	
381	GZG ständig BZ1		
382	GZG ständig BZ2		
383	GZG ständig t0		
384	GZG ständig too		
411-412	GZG selten, LEW Q	max/min My	variable Anteile
421-422	GZG selten, LEW T	max/min My	variable Anteile
431-432	GZG nicht-häufig, LEW Q	max/min My	variable Anteile
441-442	GZG nicht-häufig, LEW T	max/min My	variable Anteile
451-452	GZG häufig, LEW Q	max/min My	variable Anteile
453-454	GZG häufig, LEW Q	max/min Vz	variable Anteile
455-456	GZG häufig, LEW Q	max/min N	variable Anteile
461-462	GZG häufig, LEW T	max/min My	variable Anteile
463-464	GZG häufig, LEW T	max/min Vz	variable Anteile
465-466	GZG häufig, LEW T	max/min N	variable Anteile
471-472	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min My	variable Anteile
473-474	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min Vz	variable Anteile
475-476	GZG quasi-ständig, LEW Q	max/min N	variable Anteile

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 95
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008


GZT-Kombinationen

501-502	GZT t0 - ungünst. (GZ 1b)	max/min My	
503-504	GZT t0 - ungünst. (GZ 1b)	max/min Vz	
505-506	GZT t0 - ungünst. (GZ 1b)	max/min N	
507-508	GZT t0 - ungünst. (GZ 1b)	max/min P	
511-512	GZT t0 - LEW Q	max/min My	variable Anteile
513-514	GZT t0 - LEW Q	max/min Vz	variable Anteile
515-516	GZT t0 - LEW Q	max/min N	variable Anteile
521-522	GZT t0 - LEW T	max/min My	variable Anteile
523-524	GZT t0 - LEW T	max/min Vz	variable Anteile
525-526	GZT t0 - LEW T	max/min N	variable Anteile
531-532	GZT oo - LEW Q	max/min My	variable Anteile
532-534	GZT oo - LEW Q	max/min Vz	variable Anteile
525-526	GZT oo - LEW Q	max/min N	variable Anteile
541-542	GZT oo - LEW T	max/min My	variable Anteile
543-544	GZT oo - LEW T	max/min Vz	variable Anteile
545-546	GZT oo - LEW T	max/min N	variable Anteile

GZG-Bemessung

601-602	GZG quasi-ständig	BZ pi	max/min My	sig-c
603-604	GZG quasi-ständig	BZ pm	max/min My	sig-c
605-605	GZG quasi-ständig	BZ ps	max/min My	sig-c
611-612	GZG quasi-ständig	0 pi	max/min My	sig-c
613-614	GZG quasi-ständig	0 pm	max/min My	sig-c
613-615	GZG quasi-ständig	0 ps	max/min My	sig-c
621-622	GZG quasi-ständig	oo pi	max/min My	sig-c
623-624	GZG quasi-ständig	oo pm	max/min My	sig-c
623-625	GZG quasi-ständig	oo ps	max/min My	sig-c
641-642	GZG nicht-häufig	0 pm	max/min My	sig-c
643-644	GZG nicht-häufig	oo pm	max/min My	sig-c
651-652	GZG selten	oo pi	max/min My	sig-c
653-654	GZG selten	oo pm	max/min My	sig-c
655-656	GZG selten	oo ps	max/min My	sig-c

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.3 Schnittgrößen	Seite: 96
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

GZT-Bemessung

711-712 GZT oo max/min My As
713-714 GZT oo max/min Vz Asw

GZG-Bemessung


731-732 GZG häufig P.sup oo max/min My wk = 0.2 mm
733-734 GZG häufig P.sup oo max/min N wk = 0.2 mm
735-736 GZG häufig P.inf oo max/min My wk = 0.2 mm
737-738 GZG häufig P.inf oo max/min N wk = 0.2 mm

Hilfslastfälle

791-792 GZT G+P Vorlauf As max/min My As
793-794 GZT G+P Vorlauf Asw max/min My Asw

901 Krümmungslasten der Vorspannung aus GEOS

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:	
Block:	V.3 Schnittgrößen		Seite: 97
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

4 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)

4.1 Belastung des Baugrundes

Die Nachweise zur Belastung des Baugrundes werden nach DIN 1054 (2005-01) für Lastfall 1 im Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen (GZ 1B) geführt.

Für die Variante mit Flachgründung sind nur bei Einhaltung der erforderlichen Sicherheiten gegen Gleiten, Kippen und Grundbruch die angenommenen Steifigkeiten der Gründung mit dem vorhandenen System umsetzbar. Mit dem Nachweis gegen Gleiten wird geprüft, ob die angenommenen Horizontalfedern in der Gründungssohle ausreichend weich bzw. die angesetzten horizontalen Auflagerverschiebungen ausreichend groß sind.

Vereinfachend wird der Nachweis nicht am Gesamtfundament sondern am ungünstigsten Stabzug mit den Lastfällen $\min N$ und $\max V$ aus dem GZ 2 geführt. Betrachtet wird das Betongelenk ohne die in der Gründungssohle zusätzlich wirkenden Anteile aus der Fundamentplatte und der Erdauflast. Die maximale Horizontalkraft wird zur Umrechnung in den GZ 1b insgesamt mit $\gamma_Q = 1,5$ multipliziert:

$$\begin{aligned} \min R_{t,d} &= N_k \cdot \tan \varphi'_k / \gamma_{Gl} &= 1644 \text{ kN} \cdot \tan 35^\circ / 1,10 &= 1046 \text{ kN} \\ \max T_d &= T_k \cdot \gamma_Q &= 556 \text{ kN} \cdot 1,50 &= 834 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$T_d = 5171 \text{ kN} < 9209 \text{ kN} = R_{t,d}$$


Dabei wurden folgende Eingangsgrößen verwendet:

$$N_{k,l} = 1644 \text{ kN betragsmäßig kleinste Druckkraft im GZ 2 aus LFK 304}$$

$$T_{G,k} = 556 \text{ kN betragsmäßig größte Horizontalkraft im GZ 2 aus LFK 305}$$

Auf den genauen Nachweis mit den günstigeren Schnittgrößen in der Gründungsfuge kann verzichtet werden, da auch mit der ungünstigen Berücksichtigung von $\min R_{t,d}$ und $\max T_d$ im Betongelenk bereits die erforderliche Gleitsicherheit eingehalten ist. Durch die Vorspannung des Überbaus fallen die Horizontalkräfte in der Gründungssohle deutlich geringer aus als bei vergleichbaren Stahlbeton oder Verbundbrücken.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)		Seite: 98
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Für die Pfahlgründung sind die Pfahlsitzenwiderstände und die Pfahlmantelreibung im Baugrundgutachten festzulegen. Nach DIN 1054 ist hierfür der Nachweis im GZ 1b vorgesehen. Das Baugrundgutachten zum vorliegenden Musterbeispiel wurde noch vor Einführung der DIN-Fachberichte erstellt und enthält daher Festlegungen über den zulässigen Pfahlsitzendruck und die zulässige Mantelreibung. Der Nachweis der Pfahltragfähigkeit wird deshalb ersatzweise im GZ 2 geführt (siehe Abschnitt V.5.1).

4.2 Biegung und Längskraft

Die Biegebemessung wird mit Hilfe des Programms AQB nach DIN-Fachbericht 102 durchgeführt. Die Bemessung wird für die elastisch ermittelten Schnittgrößen E_d aus den Bemessungslastfällen des GZT durchgeführt (Indizierung siehe Abschnitt V.3.5). Der Bemessungswert des Widerstandes R_d muss ausreichend groß sein, um die Bemessungsschnittgröße E_d aufnehmen zu können.


$$R_d \geq E_d$$

Als untere Grenze für die Biegebewehrung wurde dazu bereits in Abschnitt V.1.2 die Mindestoberflächenbewehrung vorgegeben. Sie ist i. d. R. auch ausreichend zur Sicherstellung der erforderlichen Robustheit.

Rang 0 enthält als Mindestbewehrung die Grundbewehrung der Pfähle sowie die Torsionslängsbewehrung von mindestens $3,93 \text{ cm}^2/\text{m}$ im Steg der Fertigteile (Bild 4.1). Die Bemessung ergibt für den unteren (Rang 1) und oberen Querschnittsrand (Rang 2) die erforderliche Biegebewehrung für den GZT (Bild 4.2, Bild 4.3). Das Versatzmaß a_l aus der Querkraftbemessung ist bei der Wahl der Biegebewehrung zusätzlich zu berücksichtigen. Für die Einhaltung der rechnerischen Rissbreite $w_k = 0,2 \text{ mm}$ im GZG ist ggf. eine höhere Bewehrung erforderlich. Daher erfolgt eine Zusammenstellung der Bewehrung in den maßgebenden Schnitten erst in Kapitel V.5.

Zulagen zu der in Abschnitt V.1.2 vorgegebenen Mindestbewehrung sind aus der GZT-Bemessung in den Stielen außen sowie an den Überbauenden oben und unten erforderlich.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	Seite: 99
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

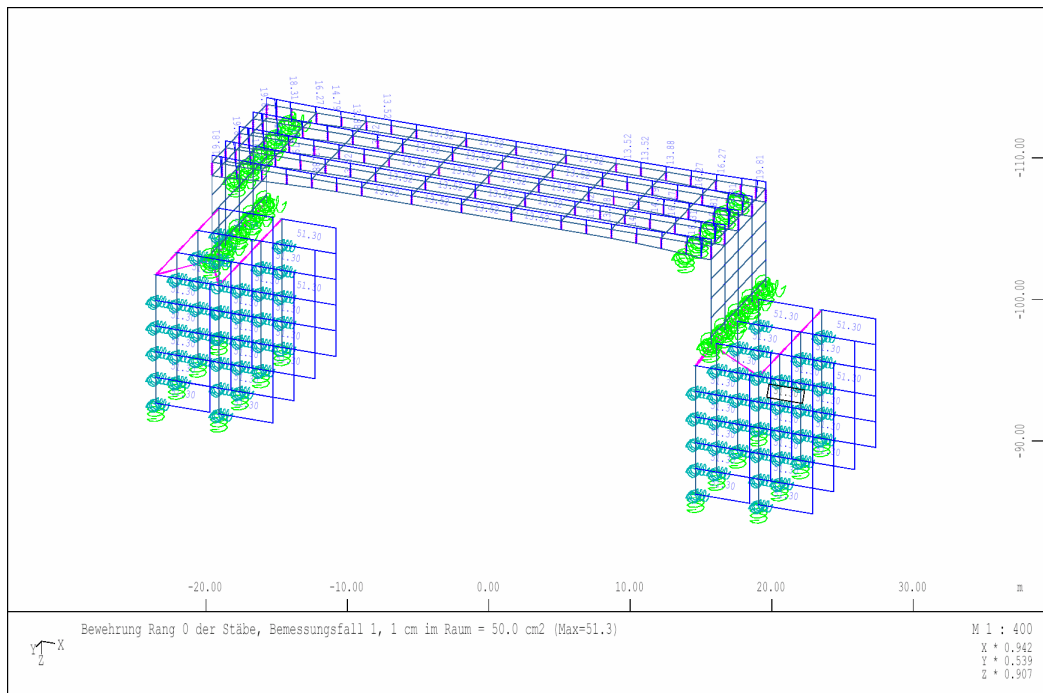


Bild 4.1 erforderliche Bewehrung im GZT, Rang 0

erf A_s [cm²]

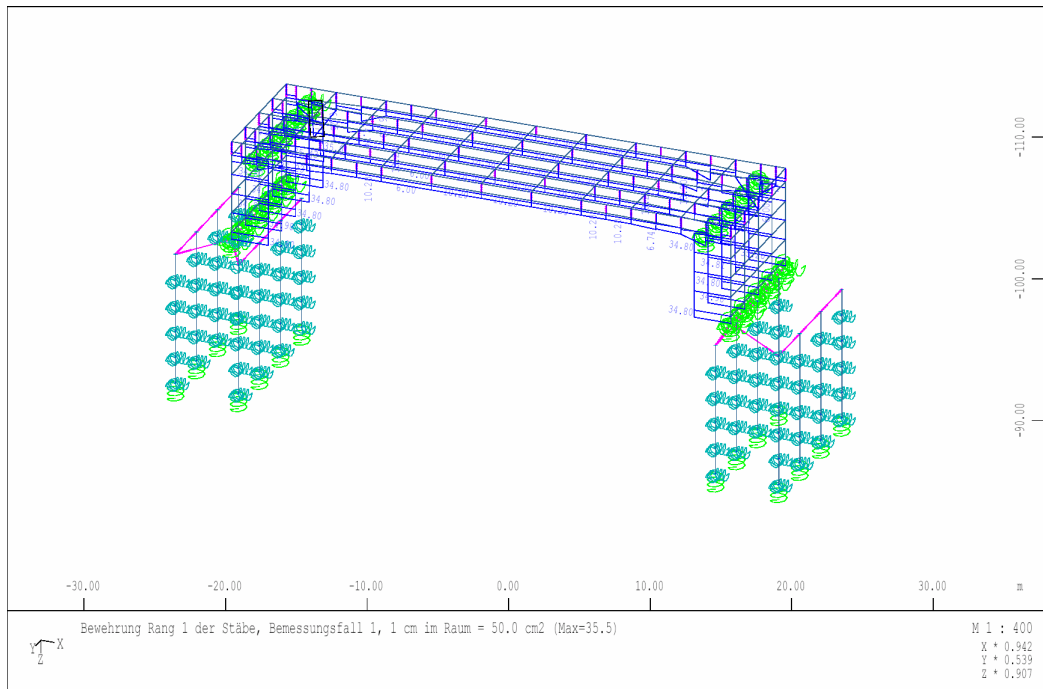


Bild 4.2 erforderliche Bewehrung im GZT, Rang 1 („unten“ bzw. innen)

erf A_s [cm²]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	Seite: 100
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

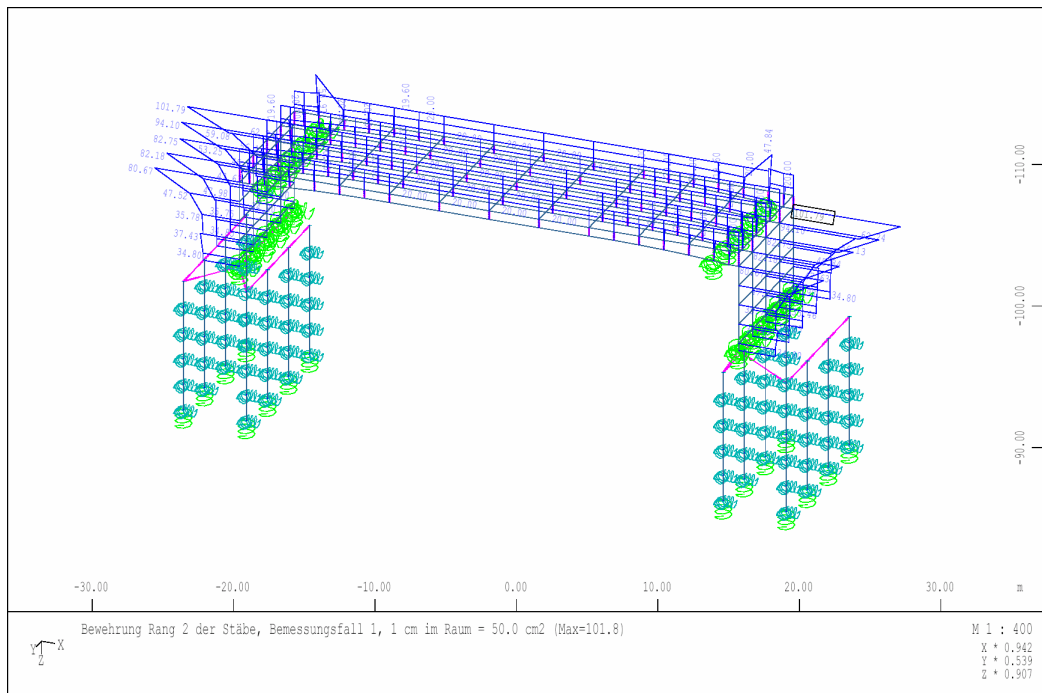


Bild 4.3 erforderliche Bewehrung im GZT, Rang 2 („oben“ bzw. außen) erf A_s [cm²]

4.3 Querkraft

Die vom SOFiSTiK-Modul AQB ermittelte Querkraftbewehrung ergibt nur in einzelnen Schnitten eine gegenüber der Mindestquerkraftbewehrung erhöhte Verbügelung (Bild 4.4).

Die Anforderungen an die Längs- und Querabstände der Bügel nach DIN-Fachbericht 102, II-5.4.2.2(5)*P sind bei der Wahl der Querkraftbewehrung zu beachten.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)		Seite: 101
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

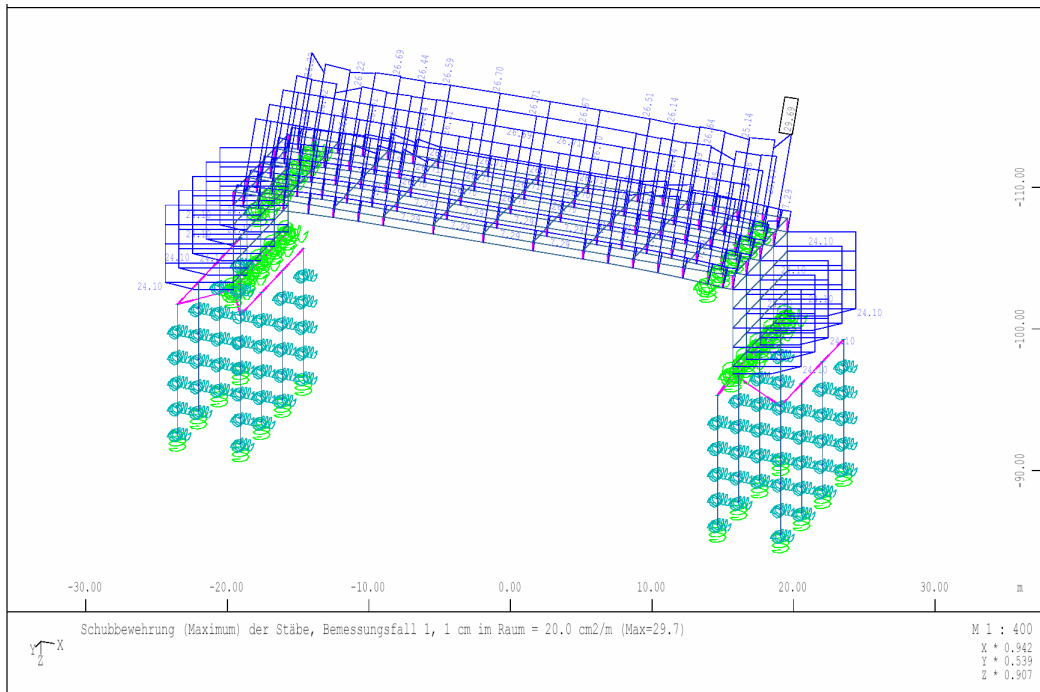


Bild 4.4 erforderliche Bügelbewehrung im GZT

erf $A_{s,w}$ [cm^2/m]

4.4 Ermüdung

Auf den Nachweis im Grenzzustand der Ermüdung wird im Rahmen der Vorstatik verzichtet, da lediglich lokal eine Erhöhung der Betonstahlbewehrung zu erwarten ist. Auf die Machbarkeit und die für die Ausschreibung benötigte Gesamtmasse des Betonstahls hat der Nachweis damit keinen maßgebenden Einfluss.

4.5 Flügelwände Widerlager

Durch die zyklischen Längenänderungen des Überbaus infolge der Temperaturänderungen treten wiederholt horizontale Verschiebungen der Widerlager auf, die eine Verdichtung der Hinterfüllbereiche bewirken. Der hieraus resultierende mobilisierte Erddruck (vgl. Abschnitt V.2.6, Bild 2.1) wirkt innerhalb des gesamten aktiven Gleitkeils und ist auch bei der Bemessung der Flügelwände zu berücksichtigen. Zusätzlich ist der Erddruck aus Verkehrslasten auf der Hinterfüllung (vgl. Abschnitt V.2.9) anzusetzen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)	Seite: 102
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	

Aus der Vorbemessung im GZT ergibt sich eine Einspannbewehrung der Flügelwände in die Fundamentplatte von $\varnothing 28 - 10$ ($a_{s,vorh} = 61,6 \text{ cm}^2/\text{m}$). Zusätzlich ist eine Querkraftbewehrung von $a_{sw,erf} = 12,0 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ vorzusehen.

Bei der Bewehrungsführung im Einspannbereich sollten nach *Leonhardt* und *Mönnig* [12] bzw. in Anlehnung an DIN 1045 (1988-07) Diagonalstäbe für die Aufnahme der Umlenkräfte vorgesehen werden (vgl. Bild 4.5).

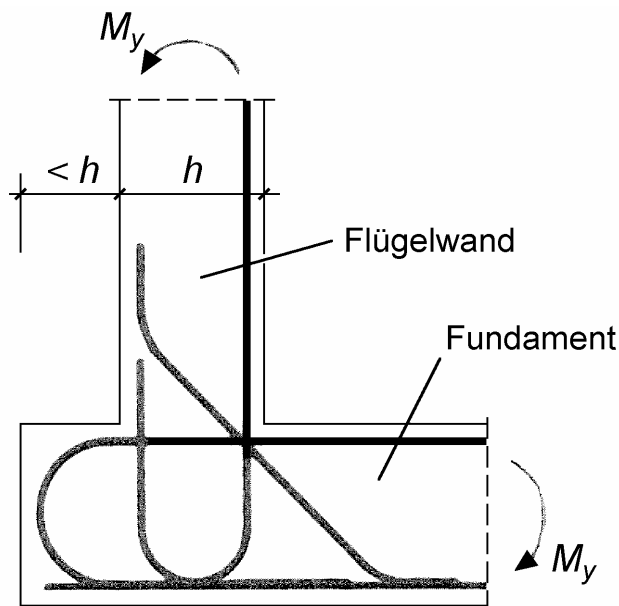



Bild 4.5 Prinzipskizze für die Bewehrungsanordnung nach [12]

Die Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite kann im Zuge der Ausführungsplanung unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Rissmechanismen bei dicken und dünnen Bauteilen und weiterer Einfluss, wie z. B. Zementart, Nachbehandlungsart und -dauer, nach [14] ermittelt werden. Die Bemessung der Flügelwände im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wird daher nicht eigens in Kapitel V.5 dieser Vorstatik durchgeführt.

Durch die Anordnung eines Riegels im oberen Wandbereich, der die beiden Flügelwände miteinander verbindet, kann das Einspannmoment am Wandfußpunkt deutlich reduziert werden. Demzufolge können ggf. sowohl die Wanddicke als auch die erforderliche Bewehrung verringert werden. Als ein deutlicher Nachteil ist bei dieser Ausführungsvariante der erschwerte Einbau der Hinterfüllung sowie deren Verdichtung anzusehen.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:	
Block:	V.4	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)		Seite: 103
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008			

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

5 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

5.1 Belastung des Baugrundes

Die Nachweise zur Belastung des Baugrundes werden nach DIN 1054 (Ausgabe 01.2005) für Lastfall 1 im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) geführt.

Bei der Variante mit Flachgründung ist die Bodenpressung im GZ 2 nachzuweisen. Weiterhin ist unter ständigen Einwirkungen die Ausmitte der resultierenden Normalkraft auf die Gründungsfuge auf $e \leq b/6$ zu begrenzen, so dass keine klaffende Fuge auftritt.

Für die Pfahlgründung werden die Pfahlspitzenwiderstände und Pfahlmantelreibung im Baugrundgutachten festgelegt. Nach DIN 1054 ist hierfür der Nachweis im GZ 1b vorgesehen. Das Baugrundgutachten zum vorliegenden Musterbeispiel wurde noch vor Einführung der DIN-Fachberichte erstellt und enthält daher Festlegungen über den zulässigen Pfahlspitzen- und die zulässige Mantelreibung. Der Nachweis der Pfahltragfähigkeit wird deshalb ersatzweise im GZ 2 geführt.

Nach DIN 1054 sind im GZ 2 vor allem die maßgebenden Bauwerksverformungen nachzuweisen. Die Steifigkeit der Bettung $k_s = E_{s,k}/d_s$ gilt nach DIN 1054 bis zu einer maximalen Pfahlverschiebung von 20 mm. Die Beanspruchung unter zyklischer Schwell- oder Wechselbeanspruchung ist auf 20 % der Tragfähigkeit zu begrenzen. Diese Grenze wird bei einem veränderlichen Anteil der Pfahlauslenkung von 4 mm angenommen.

Nachweis der Tragfähigkeit der Bohrpfähle:

Der zulässige Spitzendruck im Sandstein beträgt zu $\sigma = 3,00 \text{ MN/m}^2$ bei mindestens 2 m Einbindetiefe. Eine Mantelreibung zu $\tau = 0,150 \text{ MN/m}^2$ ist im Bodengutachten erst für eine über dieses Maß hinaus vergrößerte Einbindelänge vorgesehen. Ohne konkrete Festlegung über die Zulässigkeit der zyklischen Pfahlverformungen wird auf den Ansatz der Mantelreibung verzichtet.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 104	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Die größte Pfahldruckkraft ergibt sich in der LFK 306 zu $N = 3209$ kN. Die kleinste Druckkraft des gleichen Pfahls beträgt in der LFK 305 $N = 2587$ kN zu gut 80 % der größten Druckkraft. Insgesamt sind alle 16 Pfähle des Bauwerks ähnlich belastet. Die zulässige Spitzenpressung wird eingehalten:

$$\sigma_{vorh} = \frac{4 \cdot N}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 3,209 \text{ MN}}{\pi \cdot (1,2 \text{ m})^2} = 2,837 \text{ MN/m}^2$$

$$< \text{zul } \sigma = 3,0 \text{ MN/m}^2$$

Die Auslenkung der Pfähle nimmt mit zunehmender Tiefe rasch ab. Am Pfahlkopf treten bei den am ungünstigsten beanspruchten Pfählen Verformungen von $-1,65 \leq u_z \leq 2,76$ mm auf. Der veränderliche Anteil im GZ 2 beträgt demnach direkt am Pfahlkopf maximal 4,41 mm. Die Grenze von $\Delta u_z = 4,0$ mm wird selbst beim ungünstigsten Pfahl ca. 0,60 m unter der Pfahlkopfplatte eingehalten. Da eine ungestörte Wirkung der Pfahlbettung ohnehin erst in einem Abstand von ca. $d/2 = 0,60$ m zur Pfahlkopfplatte angenommen werden kann, ist die Grenze für den veränderlichen Anteil der Pfahlauslenkung auf der gesamten relevanten Schaftlänge eingehalten.

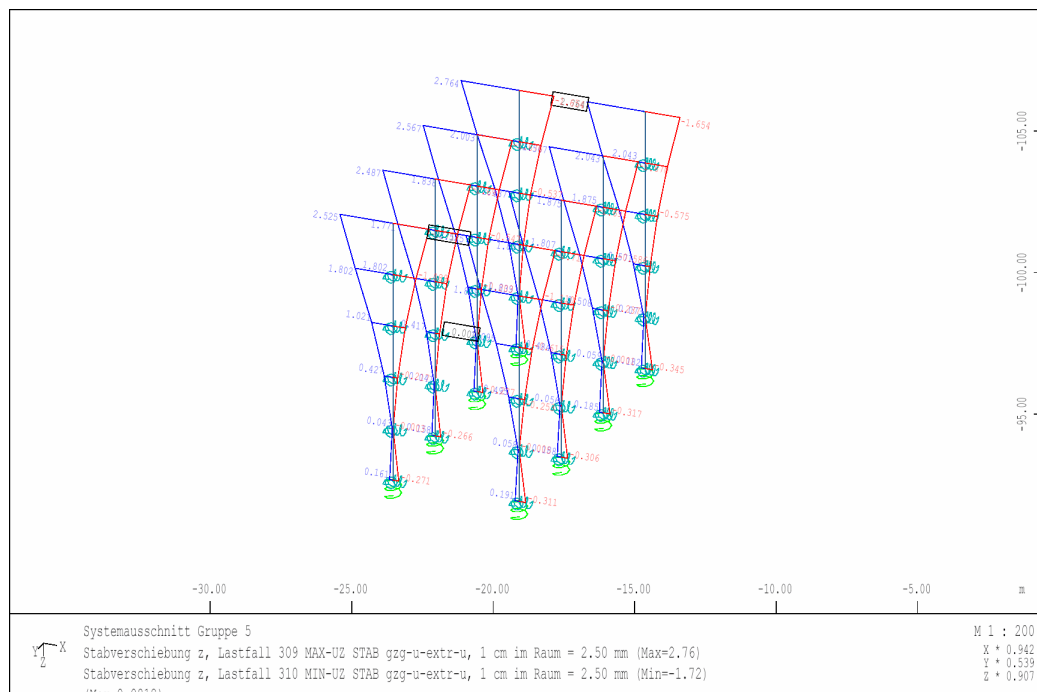



Bild 5.1 Lokale Durchbiegung parallel zur Rahmenebene

u_z [mm]

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 105	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

5.2 Begrenzung der Rissbreite

5.2.1 Nachweisbedingungen

Die Längsrichtung des Überbaus ist als Spannbetonbauteil für Anforderungsklasse C zu bemessen. Alle Stahlbetonbauteile gehören zu Anforderungsklasse D (siehe auch Kapitel II, Tabelle 1). Nach Tabelle 4.118 in DIN-Fachbericht 102 ist der Nachweis der rechnerischen Rissbreite $w_k = 0,2$ mm für beide Anforderungsklassen unter der häufigen Einwirkungskombination zu führen.

5.2.2 Mindestoberflächenbewehrung


Die Mindestoberflächenbewehrung wurde bereits in Abschnitt V.1.2 ermittelt und bei der Querschnittsdefinition als Ausgangswert für die Bemessung im GZT verwendet.

5.2.3 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite unter Zwang

Aus Gründen der Dauerhaftigkeit und des äußeren Erscheinungsbildes des Betons ist in bewehrten Brückentragwerken eine Mindestbewehrung anzuordnen, um zu verhindern, dass sich infolge rechnerisch nicht berücksichtigten Zwangs oder Eigenspannungen breite Einzelrisse bilden. Dies gilt vor allem für schwach beanspruchte Bereiche, wie z. B. Momentennullpunkte.

Eine gesonderte Ermittlung der Mindestbewehrung unter Zwang erfolgt im Rahmen der Vorstatik nicht, da die maßgebenden Bereiche des Rahmens durch ausgeprägte Biegemomente beansprucht werden und damit die Begrenzung der Rissbreite unter Last maßgebend wird. Die Mindestwerte der Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite unter Last werden zudem überschlägig bei der Bemessung mit AQB berücksichtigt.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 106	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

5.2.4 Begrenzung der Rissbreite unter Last

Für Anforderungsklasse D ist die rechnerische Rissbreite $w_k = 0,2$ mm unter der häufigen Einwirkungskombination nachzuweisen. Folgende Kombinationslastfälle werden dafür ausgewertet:

731-732	GZG häufig	P.sup	oo	max/min My	$w_k = 0.2$ mm
733-734	GZG häufig	P.sup	oo	max/min N	$w_k = 0.2$ mm
735-736	GZG häufig	P.inf	oo	max/min My	$w_k = 0.2$ mm
737-738	GZG häufig	P.inf	oo	max/min N	$w_k = 0.2$ mm

Die Bemessung erfolgt mit Hilfe des Programms AQB durch die direkte Berechnung der Rissbreite nach DIN-Fachbericht 102, Abschnitt 4.4.2.4. Gegenüber der Bemessung im GZT ergibt sich vor allem in der Zugzone rund um die Rahmenecken eine deutliche Erhöhung der Bewehrung. Im Zuge der Ausführungsplanung kann hier nochmals durch die Berücksichtigung der genauen Bewehrungsverteilung mit Stabdurchmesser, Stababstand und Zugzonenhöhe eine Optimierung vorgenommen werden.

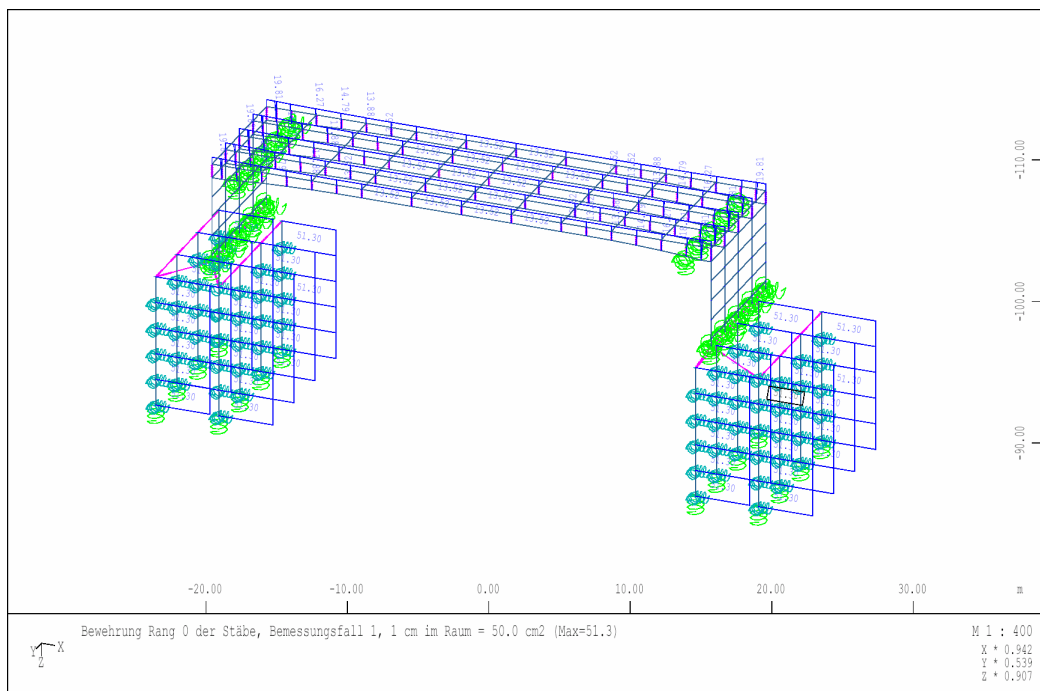


Bild 5.2 erforderliche Bewehrung im GZG ($w_k = 0,2$ mm) Rang 0

erf A_s [cm²]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	Seite: 107
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

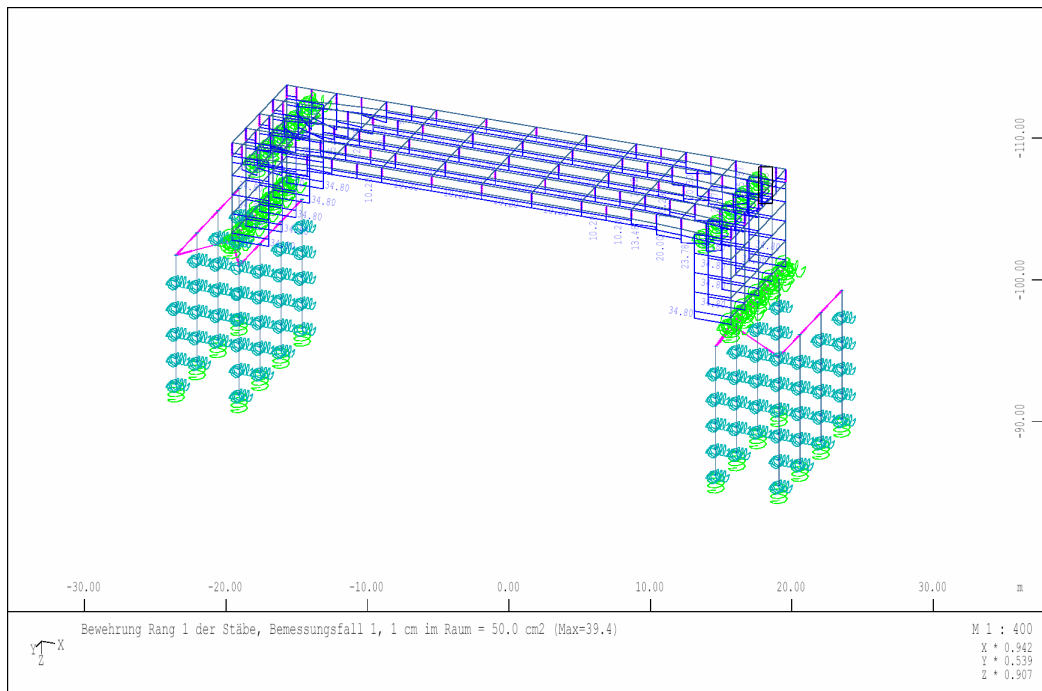


Bild 5.3 erforderliche Bewehrung im GZG ($w_k = 0,2$ mm), Rang 1 erf A_s [cm²]

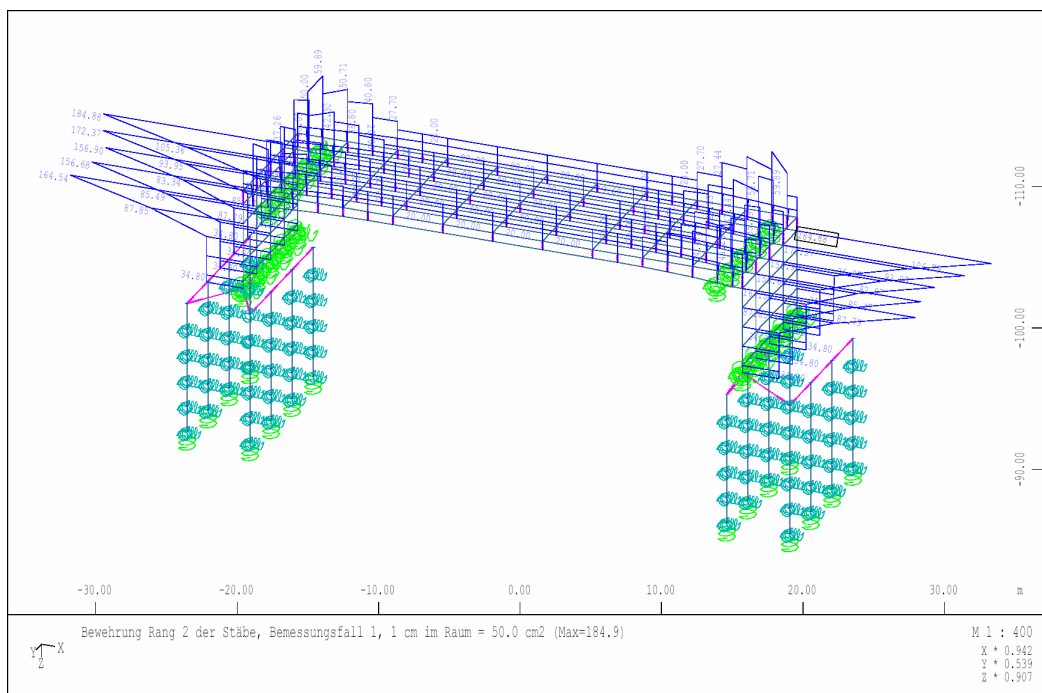



Bild 5.4 erforderliche Bewehrung im GZG ($w_k = 0,2$ mm), Rang 2 erf A_s [cm²]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	Seite: 108
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26		Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:

5.3 Bewehrung in den maßgebenden Schnitten

Maßgebend bei der Bemessung ist der Stabzug 1 mit dem Randfertigteile unter der kleineren Kappe. Für die zugehörigen Fertigteilstäbe 2113–2130 sowie die Stäbe der Stiele und der Ortbetonergänzung 3108–3135 beträgt die ermittelte Bewehrung:

LÄNGSBEWEHRUNG LFB 1

Anmerkung: Rang enthält erforderliche Torsionsbewehrung, wenn T folgt


Anmerkung: Rang ist ausschließlich Druckbewehrung, wenn ein Apostroph folgt

Stab	x[m]	NQ	mue	As-Sum	Rang0&5	Rang1&6	Rang2&7	Rang3&8	Rang4&9
			[-]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
2113	0.000	6	0.30	45.81	19.81'	6.00'	20.00'		
2113	0.750	6	0.30	45.81	19.81'	6.00'	20.00'		
2114	0.000	6	0.30	45.81	19.81'	6.00'	20.00'		
2114	1.154	5	0.31	44.31	18.31'	6.00'	20.00'		
2115	0.000	5	0.31	44.31	18.31'	6.00'	20.00'		
2115	1.904	4	0.33	42.27	16.27'	6.00'	20.00'		
2116	0.000	4	0.33	42.27	16.27'	6.00'	20.00'		
2116	1.902	3	0.35	40.79	14.79'	6.00'	20.00'		
2117	0.000	3	0.35	40.79	14.79'	6.00'	20.00'		
2117	1.901	2	0.37	39.88	13.88'	6.00'	20.00'		
2118	0.000	2	0.37	39.88	13.88'	6.00'	20.00'		
2118	1.900	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2119	0.000	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2119	1.900	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2120	0.000	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2120	3.800	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2121	0.000	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		
2121	3.800	1	0.37	39.52	13.52'	6.00'	20.00'		

(Symmetrieachse, Stäbe 2122–2130 entsprechend)

Stab	x[m]	NQ	mue	As-Sum	Rang0&5	Rang1&6	Rang2&7	Rang3&8	Rang4&9
			[-]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
3108	0.000	31	0.18	69.60		34.80'	34.80'		
3108	0.550	31	0.18	69.60		34.80'	34.80'		
3109	0.000	31	0.18	69.60		34.80'	34.80'		
3109	1.500	31	0.18	69.60		34.80'	34.80'		
3110	0.000	31	0.18	69.60		34.80'	34.80'		
3110	1.500	31	0.18	70.76		34.80'	35.96		
3111	0.000	31	0.18	70.82		34.80'	36.02		
3111	1.500	31	0.36	140.16		34.80'	105.36		
3112	0.000	31	0.36	141.59		34.80'	106.79		
3112	1.499	31	0.56	219.68		34.80'	184.88		
3114	0.000	7	1.29	67.02		25.50	41.52'		
3114	1.150	7	1.91	99.27		39.38	59.89'		

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 109	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0			
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008	

Stab	x [m]	NQ	mue [-]	As-Sum [cm ²]	Rang0&5 [cm ²]	Rang1&6 [cm ²]	Rang2&7 [cm ²]	Rang3&8 [cm ²]	Rang4&9 [cm ²]
3115	0.000	7	1.34	69.75		27.45	42.30'		
3115	1.900	7	1.66	86.29		35.57	50.71'		
3116	0.000	7	1.27	66.25		27.45	38.80'		
3116	1.900	7	1.34	69.59		28.79	40.80'		
3117	0.000	7	0.86	44.48		17.04	27.44'		
3117	1.900	7	0.92	48.00		20.30	27.70'		
3118	0.000	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3118	1.900	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3119	0.000	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3119	1.900	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3120	0.000	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3120	3.800	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3121	0.000	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		
3121	3.800	7	0.57	29.80		10.20'	19.60'		

(Symmetrieachse, Stäbe 3122-3135 entsprechend)

Für die Ausführung wird in den maßgebenden Schnitten folgende Bewehrungen gewählt:

Feldmitte, Stäbe 2122 und 3122 bei x = 0,00 m:

Stege seitlich	ø12 – 15	=	7,53 cm ² /m
FT unten	4 ø16	=	8,04 cm ²
FT oben	2 ø14 + 10 ø12 + 5 ø14	=	22,08 cm ²
Bügel	ø14 – 15 (2-schnittig)	=	20,53 cm ² /m
Ortbeton unten	14 ø10 – 20	=	10,99 cm ²
Ortbeton oben	18 ø12 – 15	=	20,34 cm ²


Einspannstelle, Stäbe 2114 und 3114 bei x = 0,00 m:

Stege seitlich	ø12 – 15	=	7,63 cm ² /m
FT unten	6 ø25	=	29,46 cm ²
FT oben	2 ø14 + 10 ø12 + 5 ø14	=	22,08 cm ²
Bügel	ø16 – 12 ⁵ (2-schnittig)	=	32,53 cm ² /m
Ortbeton unten	14 ø16 + 4 ø20	=	40,70 cm ²
Ortbeton oben	19 ø20 – 15	=	59,66 cm ²

Die untere Bewehrung im Fertigteil deckt das Rissmoment des nicht vorgespannten Querschnitts vollständig, das als positives Rahmeneckmoment angesetzt wird.

Die Spaltzugbewehrung für die Spanngliedverankerung ist zusätzlich zu beachten!

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 110	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Rahmenecke im Stiel, Stab 3112 bei $x = 0,15$ m:

Erdseitig	12 $\varnothing 28 + 6 \varnothing 20$ ($s = 15$)	=	92,76 cm ² (1. Lage)
	$\varnothing 16 - 15$	=	34,84 cm ² (3. Lage)
Luftseitig	$\varnothing 16 - 15$	=	34,84 cm ²
Bügel	$\varnothing 14 - 50$ (8 St./m ²)	=	32,03 cm ² /m ($b_w = 2,60$ m)

Die erforderliche Bewehrung wurde zwischen den Bemessungsschnitten bei $x = 0,0$ und $x = 1,50$ m linear interpoliert.

Die genaue Abstufung der unteren und oberen Bewehrung ist im Rahmen der Ausführungsplanung festzulegen. Das Versatzmaß a_l ist in den Bewehrungsplots nicht enthalten und muss bei der endgültigen Bewehrungswahl berücksichtigt werden. Eine genügende Anzahl ausreichend großer Rüttellücken ist bei der Verteilung der Bewehrung zu berücksichtigen.

5.4 Spannungsbegrenzungen

5.4.1 Dekompression

Der Nachweis der Dekompression ist für den längs vorgespannten Überbau der Anforderungskategorie C unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination zu führen. Unter dem jeweils maßgebenden charakteristischen Wert der Vorspannkraft $P_{k,t}$ sind Randzugspannungen jeweils an dem Querschnittsrand zu vermeiden, zu dem hin von der Schwerachse aus gesehen ein Spannglied liegt. Wird diese Bedingung erfüllt, so liegt jedes Spannglied unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination rechnerisch im überdrückten Bereich mit $\sigma_{cp} \leq \sigma_c \leq 0$.

Die Spanngliedführung wurde so gewählt, dass der Dekompressionsnachweis im Wesentlichen am unteren Querschnittsrand der Fertigteile zu führen ist. Lediglich an den Trägerenden liegt ein Spannglied geringfügig über der Schwerachse von Fertigteil- und Verbundquerschnitt.

Da die Fertigteilbauweise vom Bauherrn vorgegeben wird, ist auch im Rahmen der Vorstatik die Randspannung im Fertigteil während der Montage zu prüfen. Das Fertigteil bleibt mit den gewählten Spanngliedern vollständig überdrückt (Bild 5.5).

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 111	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

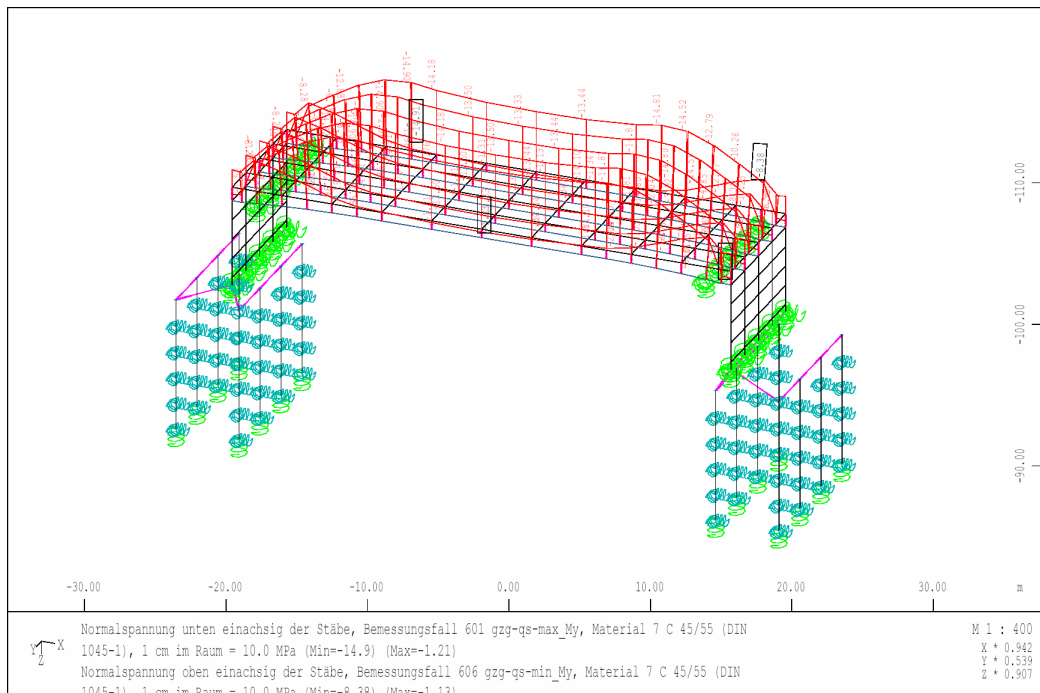


Bild 5.5 Maximale Betonrandspannung der Fertigteile im Bauzustand $\max \sigma_c$ [N/mm²]

Die Berechnung im Endzustand zeigt, dass selbst nach Abklingen der zeitabhängigen Verformungen noch eine großzügige Druckreserve am unteren Querschnittsrand vorhanden ist (Bild 5.7). Auch der obere Rand der Fertigteile bleibt unter quasi-ständigen Einwirkungen überdrückt. Im Rahmen der Ausführungsplanung kann daher die Vorspannung weiter optimiert werden.

In der Ortbetonergänzung aus C 35/45 treten am oberen Rand unter quasi-ständigen Einwirkungen Zugspannungen von ca. 1,0 N/mm² auf.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 112	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	

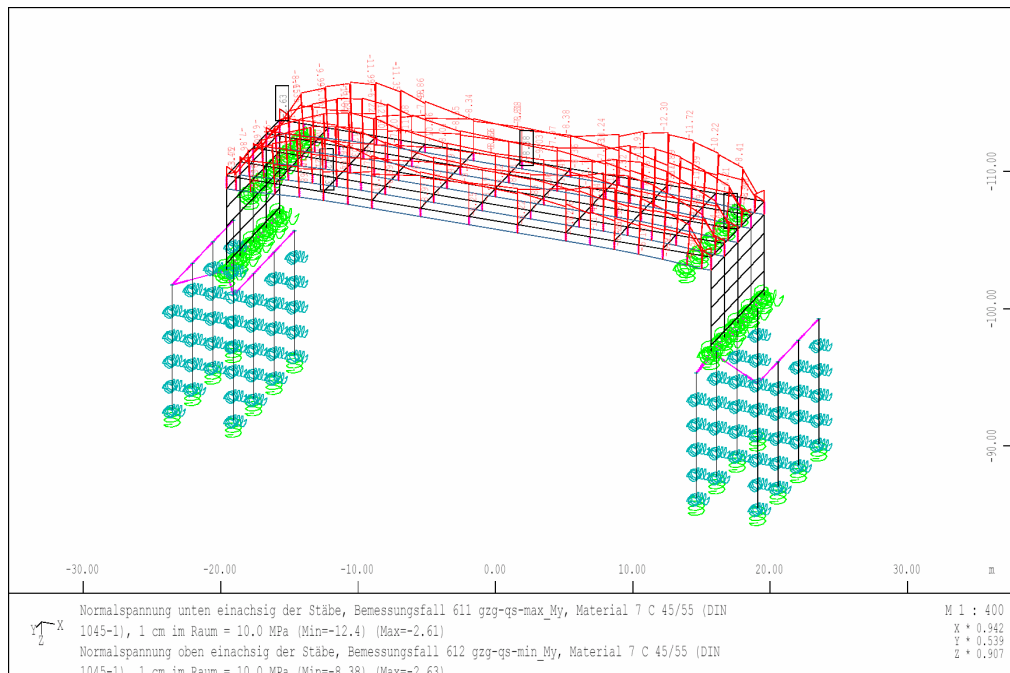


Bild 5.6 Maximale Betonrandspannung C 45/55
quasi-ständige EWK, nach Fertigstellung

max σ_c [N/mm²]

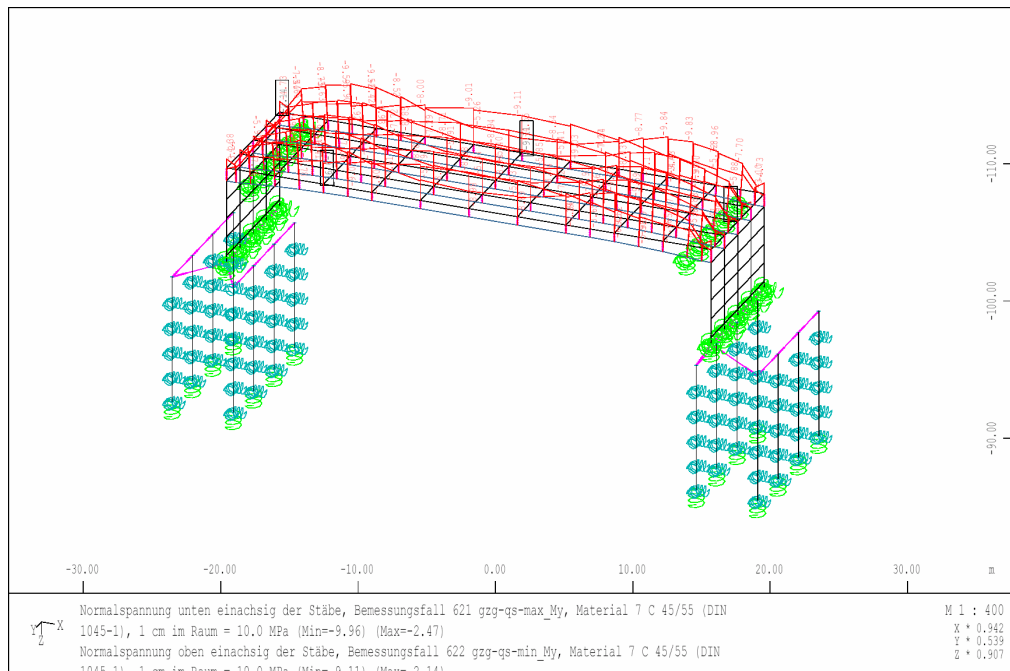



Bild 5.7 Maximale Betonrandspannung C 45/55
quasi-ständige EWK, Endzustand

max σ_c [N/mm²]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	Seite: 113
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

5.4.2 Betondruckspannung

Durch die Begrenzung der Spannungen im GZG sollen übermäßige Schädigungen des Betongefüges, z. B. durch nicht-lineares Kriechen, sowie nicht-elastische Verformungen der Bewehrung vermieden werden. Eine Begrenzung der Betonzugspannungen ist dabei für Stahlbetonbauwerke nicht erforderlich. Von der Höhe der Betonzugspannungen unter der seltenen Einwirkungskombination (EWK) hängt jedoch das Berechnungsverfahren für die Beton- und Stahlspannungen in den folgenden Nachweisen ab. Wird der Mittelwert der Zugfestigkeit $f_{ctm} = 3,8 \text{ N/mm}^2$ (C 45/55) bzw. $f_{ctm} = 3,2 \text{ N/mm}^2$ (C 35/45) unter der seltenen EWK überschritten, so müssen die Spannungsnachweise unter Annahme des gerissenen Zustandes ermittelt werden. Im Rahmen der Vorstatik wird im Folgenden besonders der Überbau betrachtet.

Die Auswertung zeigt, dass die Fertigteile mit der gewählten Vorspannung auch unter der seltenen Einwirkungskombination weitgehend überdrückt bleiben. Die Ortbetonergänzung erfährt unter $\min M_y$ über die gesamte Länge Zugspannungen. Am Anschnitt zur Rahmenecke beträgt der maximale Wert dabei ca. $3,0 \text{ N/mm}^2$. Die mittlere Betonzugfestigkeit der Ortbetonergänzung $f_{ctm} = 3,2 \text{ N/mm}^2$ wird nicht überschritten. Die Stahl- und Betonspannungen im GZG können daher im ungerissenen Zustand ermittelt werden.

Im Rahmen der Ausführungsplanung kann die Vorspannung weiter optimiert werden. Für die Massenermittlung sollten ca. 90 % der hier vorgesehenen Spannstahlbewehrung angesetzt werden.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 114	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

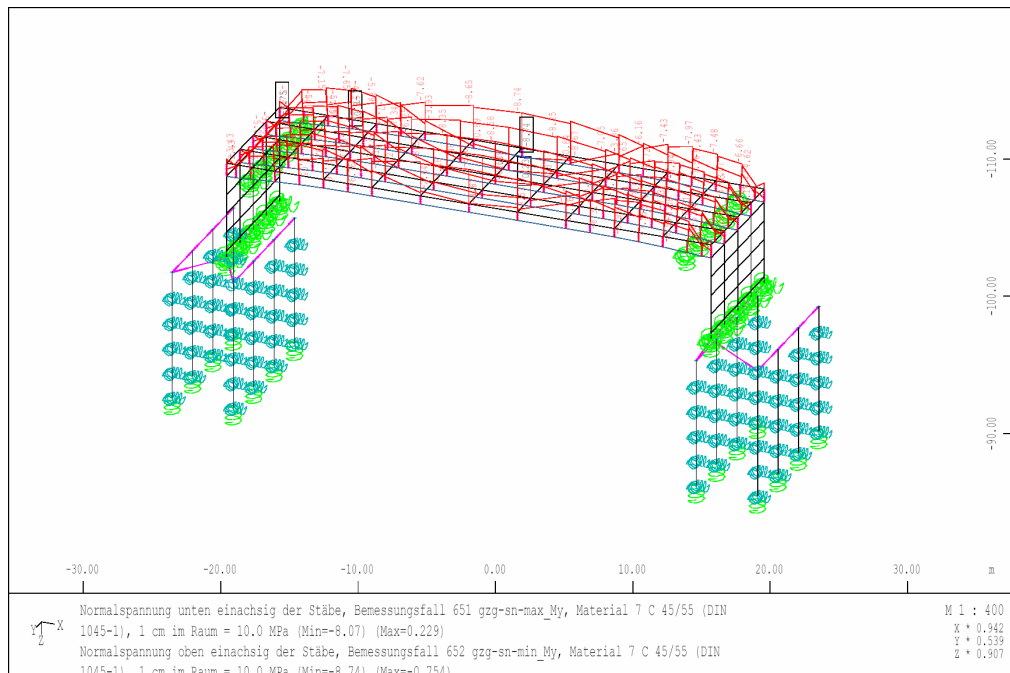


Bild 5.8 Maximale Betonrandspannung C 45/55
seltene EWK, Endzustand

max σ_c [N/mm²]

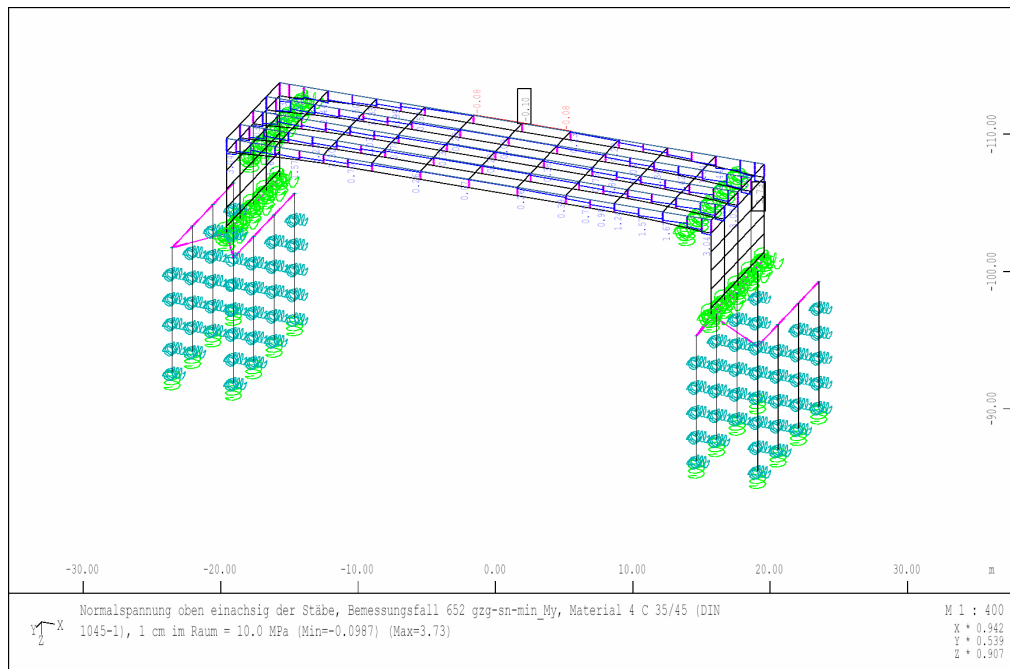


Bild 5.9 Maximale Betonrandspannung C 35/45
seltene EWK, Endzustand

max σ_c [N/mm²]

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)	Seite: 115
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

Begrenzung der Betondruckspannungen unter der nicht-häufigen EWK

Maßgebend sind die Betondruckspannungen am oberen Querschnittsrand in der Feldmitte. Die Berechnung erfolgt für die Lastfälle:

- 641-642 GZG max/min M_y nicht-häufig, $t = 0$
 643-644 GZG max/min M_y nicht-häufig, $t \rightarrow \infty$

Die betragsmäßig größte Betondruckspannung ergibt sich etwa in den 1/4-Punkten (Bild 5.10).

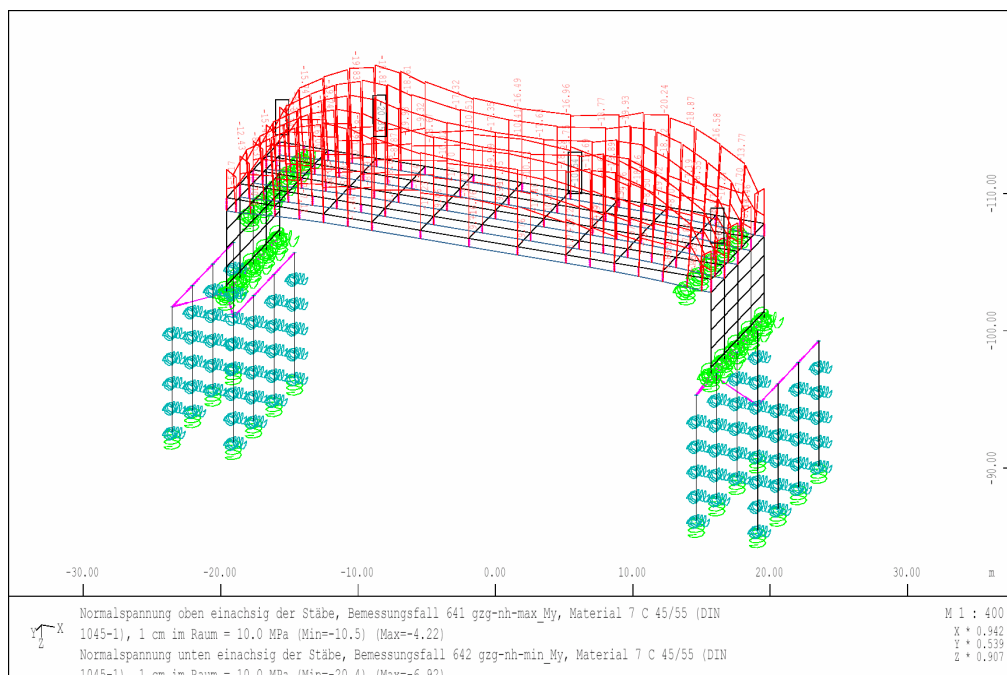


Bild 5.10 Maximale Betonrandspannung C 45/55 nicht-häufige EWK, Endzustand

$\max \sigma_c$ [N/mm²]

$$\min \sigma_c = -20,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\approx -0,45 \cdot f_{ck} = -20,3 \text{ N/mm}^2$$

[FB 102, II-4-4-1-2 (102) P]

$$> -0,6 \cdot f_{ck} = -27,0 \text{ N/mm}^2$$

[FB 102, II-4-4-1-2 (103) P]

Die Bedingungen zur Vermeidung des nicht-linearen Kriechens und zur Vermeidung von unerwünschten Rissen parallel zur Hauptdruckspannung werden eingehalten.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 116	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	
		Datum: 28.03.2008

5.5 Betongelenk

Die gewählten Abmessungen für das Betongelenk am Widerlagerfußpunkt werden nach *Leonhardt und Mönnig* [11] überprüft.

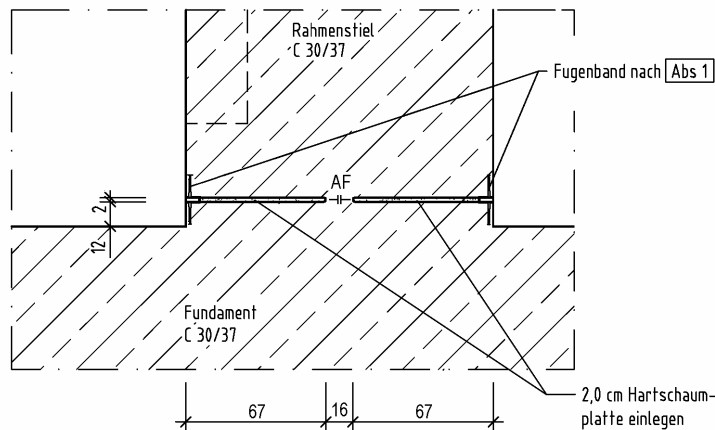



Bild 5.11 Geometrie des Betongelenks

Der Gelenkquerschnitt muss zwischen den Grenzen $\min A_G$ und $\max A_G$ liegen. Entsprechend dem statischen System wird das Betongelenk für eine Breite von 2,60 m nachgewiesen:

$$\begin{aligned} \min A_G &= \frac{10 \cdot \max N}{0,85 \cdot \beta_{WN} \left[1 + \lambda \left(1 - 0,47 \frac{\text{vorh } \alpha}{\sqrt{\beta_{WN}}} \eta \right) \right]} \\ &= \frac{10 \cdot 2269 \text{ kN}}{0,85 \cdot 35 \text{ N/mm}^2 \left[1 + 0,77 \cdot \left(1 - 0,47 \frac{1,5\text{‰}}{\sqrt{35 \text{ N/mm}^2}} \cdot 1,34 \right) \right]} = 456 \text{ cm}^2 \\ &< \text{vorh } A_G = 4.160 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max A_G &= \frac{10 \cdot N_D}{0,40 \cdot \text{vorh } \alpha \cdot \sqrt{\beta_{WN}}} \\ &= \frac{10 \cdot 1688 \text{ kN}}{0,40 \cdot 1,50\text{‰} \cdot \sqrt{35 \text{ N/mm}^2}} = 4.755 \text{ cm}^2 \\ &> \text{vorh } A_G = 4.160 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 117	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	Datum: 28.03.2008

Dabei wurden folgende Eingangsgrößen verwendet:

$$a = 0,16 \text{ m} \quad \text{Breite der Gelenkfläche}$$

$$b = 2,60 \text{ m} \quad \text{Länge der Gelenkfläche}$$

$$h = 2,40 \text{ m} \quad \text{Dicke der Widerlagerwand}$$

$$\max N = 2269 \text{ kN} \quad \text{aus ungünstiger Kombination der charakteristischen Einwirkungen}$$

$$N_D = 1688 \text{ kN} \quad \text{aus ständigen Lasten (LF 384)}$$

$$\eta = \frac{\max N}{N_D} = \frac{2269 \text{ kN}}{1688 \text{ kN}} = 1,34$$

$$\beta_{WN} \approx f_{ck,cube} = 35 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{C 30/37} \approx \text{B 35 nach alter Norm})$$

$$\alpha_D = 1,0 \text{ ‰} \quad \text{aus zeitabhängigen Verformungen}$$

$$\alpha_n = 1,0 \text{ ‰} \quad \text{aus Temperatur und Verkehr}$$

$$\text{vorh } \alpha = \frac{1}{2} \cdot 1,0 \text{ ‰} + 1,0 \text{ ‰} = 1,50 \text{ ‰}$$

$$< \text{zul } \alpha = 1,74 \text{ ‰}$$

$$\lambda = 1,2 - 4 \cdot \frac{a}{h} = 1,2 - 4 \cdot \frac{0,16}{1,50} = 0,77$$

In den von *Leonhardt et al.* durchgeführten Versuchen wurde der Zusammenhang zwischen aufnehmbarer Normalkraft im Gelenkhals und Drehwinkel untersucht. Die Versuche haben nur geringe Aussagekraft bezüglich der Schubtragfähigkeit von Betongelenken. In [9] wird daher empfohlen, die Querkraft auf 25 % der Normalkraft zu beschränken. Unter den ungünstig kombinierten charakteristischen Schnittgrößen des GZ 2 nach DIN 1054 beträgt das Verhältnis $\max V_z / \text{zug } N = 0,26$. Bereits in der seltenen Einwirkungskombination fällt das Verhältnis $\max V_z / \text{zug } N$ unter 25 %.

$$\frac{\max V_k}{\text{zug } N_k} = \frac{556 \text{ kN}}{2152 \text{ kN}} = 0,26 \approx 25 \%$$

Die Betongelenke an den Rahmenfußpunkten sind mit den gewählten Abmessungen somit ausführbar. Die erforderliche Dübel- und Spaltzugbewehrung kann im Rahmen einer Ausführungsplanung z. B. nach [11] ermittelt werden.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 118	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0		KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.:	

5.6 Durchbiegung und Verformungsverhalten

Die Ermittlung der Verformung erfolgt mit SOFiSTiK für die ständigen Einwirkungen (LF 384). Bei der Berechnung wird entsprechend den geringen Zugspannungen unter der seltenen Einwirkungskombination ein ungerissener Querschnitt (Zustand I) unterstellt.

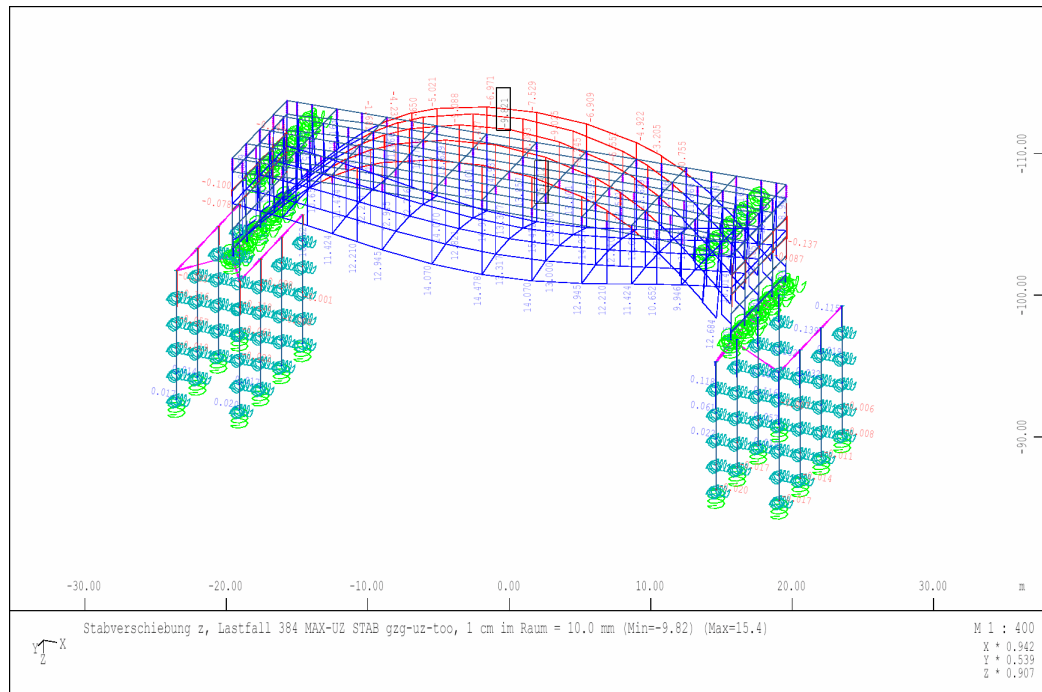


Bild 5.12 Verformung unter ständigen Einwirkungen (LFK 384)

u_z [mm]

Elastisch ergibt sich im Endzustand eine geringe negative Durchbiegung von ca. 20 mm unter ständigen Einwirkungen. Durch die Optimierung der Vorspannung im Zuge der Ausführungsplanung sollte diese negative Durchbiegung noch ausgeglichen werden.

Bauteil:	Gesamtbauwerk		Archiv-Nr.:
Block:	V.5	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) Seite: 119	
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008		

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

6 Bewehrungsskizzen

Die in Kapitel 4 und 5 ermittelte Bewehrung wird abschließend für die maßgebenden Schnitte in Feldmitte (Bild 6.1), im Anschnitt zu den Stielen (Bild 6.2) und im Stiel unterhalb der Fertigteilinbindung (Bild 6.3) zusammengestellt. Dargestellt ist jeweils nur die für die Massenermittlung maßgebende Hauptbewehrung aus Biegung, Normalkraft und Querkraftbeanspruchung. Lokale Zulagen zur Aufnahme von Spaltzugkräften an den Spanngliedverankerungen oder zur Krafteinleitung Fertigteil / Stiel sind im Rahmen dieser Vorstatik noch nicht erfasst.

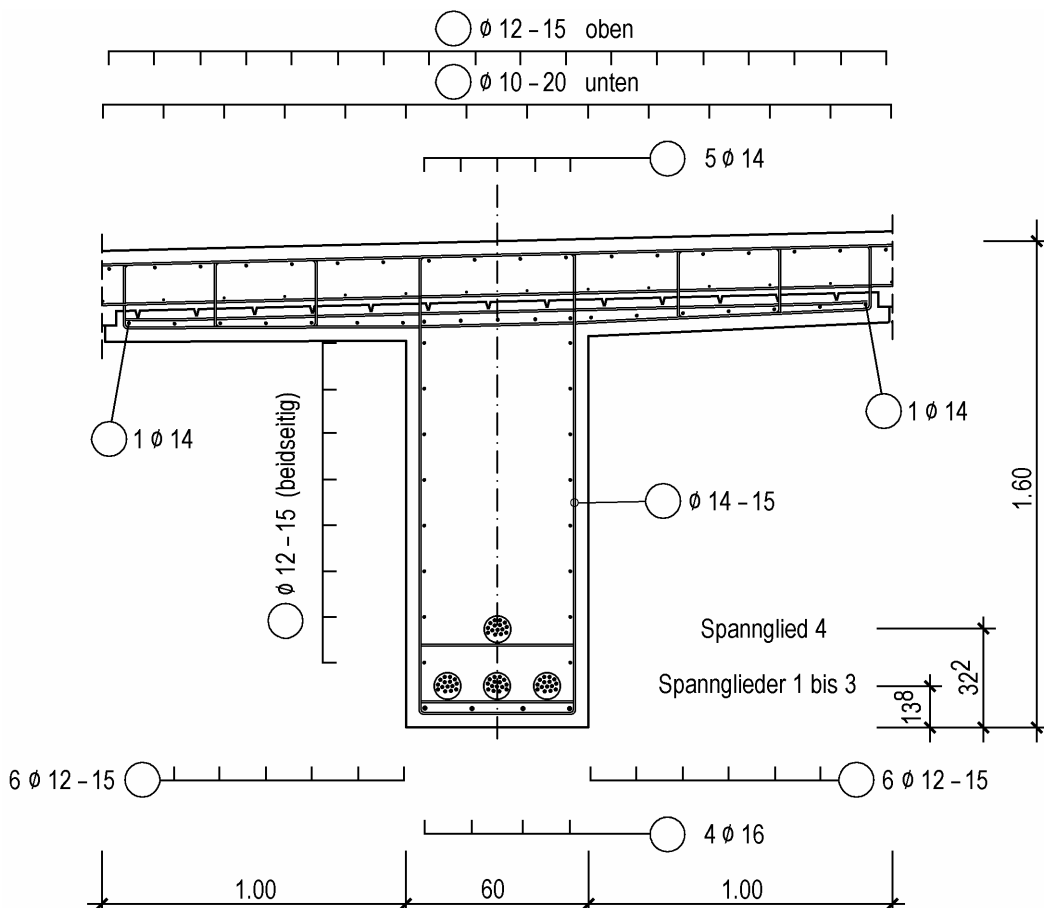


Bild 6.1 Querschnitt Nr. 1 (Feldmitte), Bewehrungsskizze

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.6 Bewehrungsskizzen	Seite: 120
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

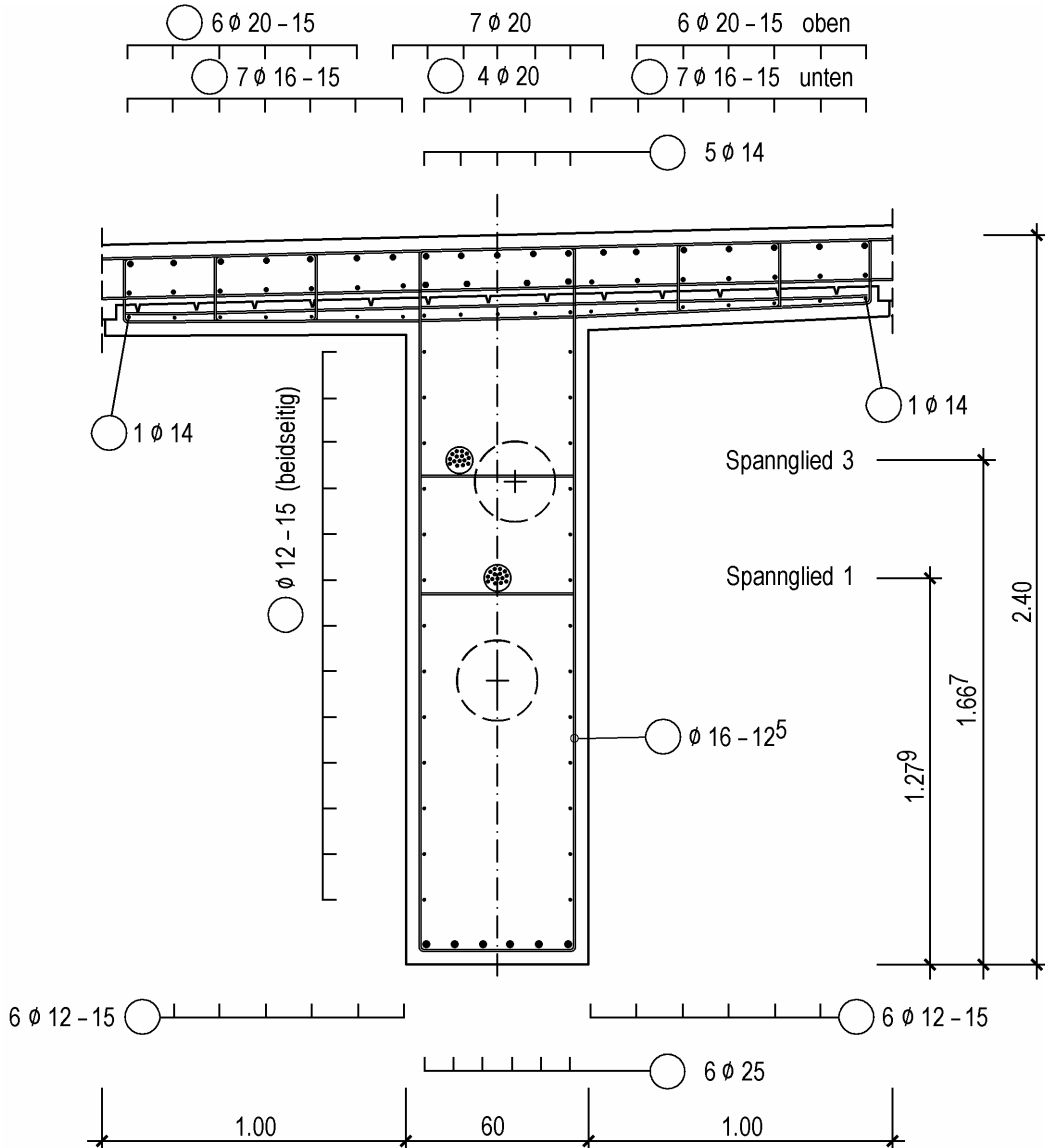


Bild 6.2 Querschnitt Nr. 6 (Anschnitt Stiel), Bewehrungsskizze

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.6 Bewehrungsskizzen	Seite: 121
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	

Verfasser:	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 • 60596 Frankfurt a. M. • Tel.: (069) 63 00 08-0	KHP
Bauwerk:	Muster-Beispiel: Überführung einer Bundesstraße (RQ 10,5) über eine Autobahn mit RQ 26	Proj.-Nr.: 07 0112 ASB-Nr.: Datum: 28.03.2008

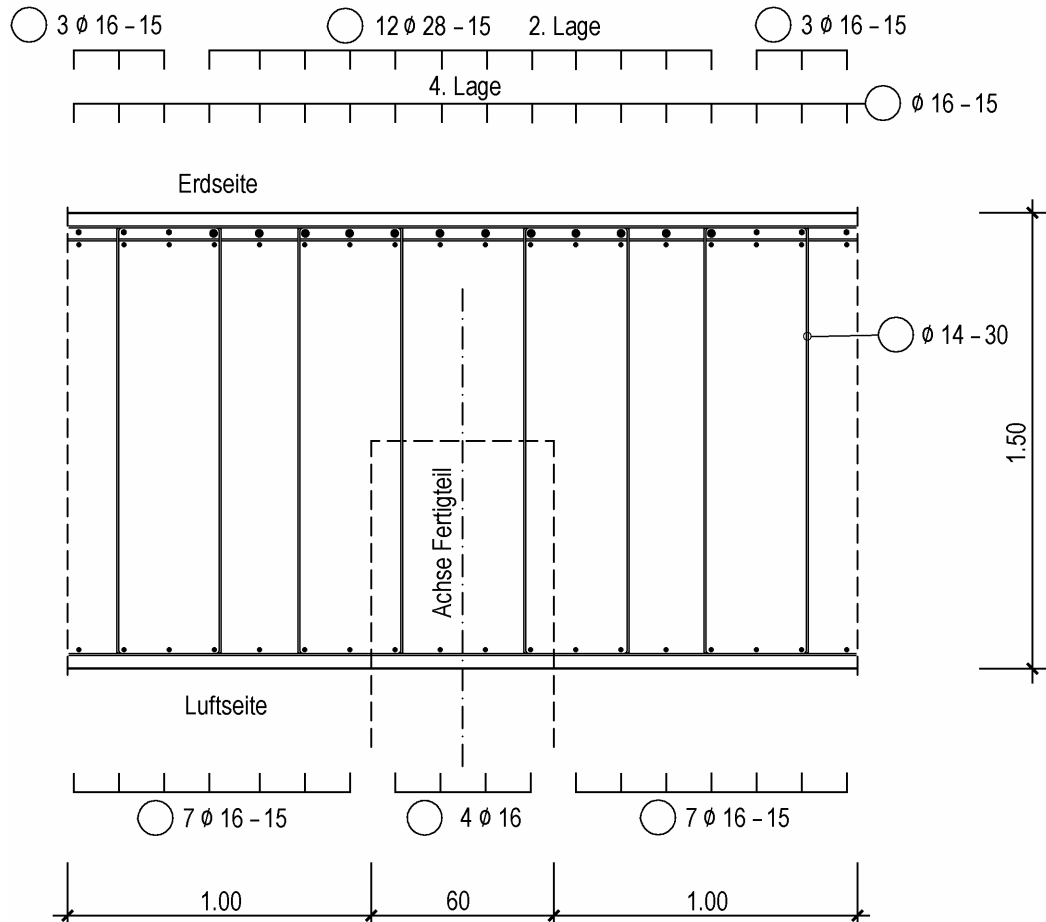


Bild 6.3 Querschnitt Nr. 31 (Stiel, unterhalb FT-Einbindung), Bewehrungsskizze

Bauteil:	Gesamtbauwerk	Archiv-Nr.:
Block:	V.6 Bewehrungsskizzen	Seite: 122
Vorgang:	Anlage 1 zum Bericht vom 28.03.2008	