

Baumaßnahme: A43 / K6, Instands. BW Harpener Hellweg		Bauwerksnummer (ASB)						
Straßenbauverwaltung: Autobahn GmbH		4	5	0	9	6	5	8
Aufsteller: Werner Bauingenieure GmbH, Unna		Datum: April 2026						
_____ . Ausfertigung Straße: <u>A43 / K6 Harpener Hellweg</u> Stand sicherheitsnachweis für die <u>Instandsetzung (Lagererneuerung) der Brücke</u> <u>„Harpener Hellweg“ (A43 / K6)</u> Bauwerk-Nr. (ASB-Nr.): <u>4509 658</u> Auftraggeber (Dezernat): <u>Autobahn GmbH</u> <u>Auftragnehmer:</u> <u>Koordinator:</u> <u>Geprüft:</u> <u>Gesehen:</u> <u>Gesehen:</u>								
Bauteil: Brückenbauwerk		Seite: 1						
Kapitel/Vorgang: I / Lagererneuerung		Archiv-Nr.:						

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna							
		Datum: April 2026							

0 Inhaltsverzeichnis

0	Inhaltsverzeichnis	2
1	Allgemeines / Berechnungsgrundlagen	3
1.1	Vorbemerkungen	3
1.2	Gliederung der Statik	4
1.3	Zeichnungen / Berechnungen	4
1.4	Gutachten	4
1.5	DIN - Normen und Vorschriften	4
1.6	Baustoffe	4
1.7	Bodenkennwerte	4
1.8	Hinweise	5
1.8.1	Hinweise zum Stahlbetonbau	5
1.8.2	Hinweise zum Stahlbau	5
1.8.3	Hinweise zur Gründung	5
2	Lastzusammenstellung	6
2.1	Ständige Einwirkungen	6
2.2	Veränderliche Einwirkungen – Nutzlasten	6
2.3	Außergewöhnliche Einwirkungen	7
2.4	Veränderliche Einwirkungen - Temperaturunterschiede	7
2.4.1	Konstanter Temperaturanteil	8
2.4.2	Veränderliche Temperaturanteile	9
2.4.3	Gleichzeitige Berücksichtigung von konstanten und veränderlichen Temperaturanteilen	9
2.5	Veränderliche Einwirkungen - Wind	9
2.6	Veränderliche Einwirkungen – Schnee	9
2.7	Veränderliche Einwirkungen – Vorspannung und Kriechen / Schwinden	10
3	Nachweis der neuen Lager	10

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	2
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna							
		Datum: April 2026							

1 Allgemeines / Berechnungsgrundlagen

1.1 Vorbemerkungen

Bei dem zu sanierenden Bauwerk handelt es sich um die Brücke Harpener Hellweg im Zuge der BAB 43 über die K6 aus dem Jahre 1966. Das Bauwerk ist als Einfeldbauwerk ausgebildet mit einem Überbau je Richtungsfahrbahn und Rampen. Damit ergeben sich vier getrennte Überbauten.

Die Überbauten sind als Plattenbrücken mit Verdrängungskörpern ausgebildet. Die Stützweite der Platten beträgt 18,95 m. Die Überbauten sind 10,74 m bis 14,25 m breit und die Konstruktionshöhe beträgt konstant ca. 0,875 m. Die Schiefwinkligkeit des Überbaus beträgt 92,0 gon. Die Verdrängungskörper weisen einen Durchmesser von 45 cm auf.

Die Überbauten sind in Längsrichtung mit Vorspannung im nachträglichen Verbund beschränkt vorgespannt.

Die Überbauten sind an den Brückenenden auf Widerlagern gelagert, die flach gegründet sind.

Auf einem Widerlager sind zur Festhaltung in Längsrichtung Linienkipplager angeordnet und auf dem anderen Widerlager Rollenlager. Somit sind die Überbauten jeweils im Abstand von ca. 1,50 m aufgelagert.

Die vorliegende Baumaßnahme beinhaltet die Lagererneuerung an der Brücke „Harpener Hellweg“ (A43/K6) in Bochum.

Im Zuge der Nachrechnung zu der Brücke durch das Büro König und Heunisch Planungsgesellschaft mbH, Dortmund aus dem Jahr 2019 hat sich ergeben, dass die vertikalen Lagerkräfte 30 % bis 50 % höher sind gegenüber der Bestandsstatik aus dem Jahr 1965, aufgestellt durch das Büro Schülke, Dortmund.

Die auszuführenden Leistungen umfassen das taktweise Anheben der Überbauten (ca. 1,0 bis 2,0 cm) zum Ausbau der bestehenden Rollen- bzw. Linienkipplager mittels hydraulischer Pressen.

Ausbau der bestehenden Lager, wobei die oberen Ankerplatten im Beton verbleiben und für die neuen Lager saniert und vorbereitet werden.

Herstellung der Ausnehmungen im Beton der Auflagerbänke zum Ausbau der unteren Ankerplatten. Die Bewehrung ist zu erhalten.

Einbau der Elastomerlager (schwimmende Lagerung) mit Verguss der Ausnehmungen und Unterguss der neuen Lagerplatten.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	3
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

1.2 Gliederung der Statik

Die Statik der Brücke mit Über- und Unterbau wird in folgende Blöcke gegliedert.

- Kap. I: Lagererneuerung

1.3 Zeichnungen / Berechnungen

Bestandszeichnungen aus dem Jahr 1964/65, 4 Bauwerksbücher zu den einzelnen Brückenüberbauten einschl. zugehöriger Unterbauten.

Bauwerksnachrechnung aus dem Jahr 2019

Entwurfszeichnung zum Lageraustausch

1.4 Gutachten

Baugrundgutachten aus dem Jahr 1963 durch das Büro Dr. K.H. Tasch, Wattenscheid

1.5 DIN - Normen und Vorschriften

DIN 1072; DIN EN 1990+NA; DIN EN 1991+NA; DIN EN 1992+NA; DIN EN 1337+NA; DIN Fachbericht 100÷104; ZTV-ING; RIZ-ING; ZTV-KOR

1.6 Baustoffe

Beton:

Unterbauten	C20/25 (B 225)
Überbauten	C30/37 (B 300)
	C40/50 nach DIN FB 102 und Betonuntersuchung

Betonstahl:	B 420 A (S) (BSt III)	Stabstahl
	St 135/150 (Leoba S33 + S66)	Spannstahl

Profilstahl:	S 235 J2	Formstahl
--------------	----------	-----------

1.7 Bodenkennwerte

Für den Nachweis der Lagererneuerung nicht relevant.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	4
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna							
		Datum: April 2026							

1.8 Hinweise

- a) Alle Maße sind mit den Ausführungsplänen der Objektplanung abzugleichen. Unstimmigkeiten mit den in dieser Statik getroffenen Annahmen sind dem Aufsteller der Statik umgehend zu melden.
- b) Die Betongüten sind nach DIN EN 206-1 / DIN 1045 Teil 2 nachzuweisen.
- c) Die Betonstahlgüten sind gemäß DIN 488 / DIN 1045 Teil 2 nachzuweisen.

1.8.1 Hinweise zum Stahlbetonbau

Entfallen nicht relevant

1.8.2 Hinweise zum Stahlbau

Entfallen, nicht relevant

1.8.3 Hinweise zur Gründung

Entfallen, nicht relevant

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	5
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna							
		Datum: April 2026							

2 Lastzusammenstellung

Legende:

Eigengewicht Konstruktion:	g_{ik}	[kN/m ²]
Ausbaulasten:	Δg_{ik}	[kN/m ²]
Nutzlasten	q_{ik}	[kN/m ²]
Nutzlasten (Einzellaststellung)	Q_{ik}	[kN]
Schneelasten	s_k	[kN/m ²]
Windlasten:	w_k	[kN/m ²]

2.1 Ständige Einwirkungen

$$g_{1k} = \text{Beton: } \gamma = 25,0 \text{ kN/m}^3 \text{ (wird programmseitig berücksichtigt)}$$

$$g_{1,k} = -25,0 * 0,45^2 * \pi/4 * 2 = -7,95 \text{ kN/m (Verdrängungsrohre)}$$

Ständige Einwirkungen / Ausbaulasten

$$\Delta g_{1k} = 2,76 \text{ kN/m (Belag)}$$

2.2 Veränderliche Einwirkungen – Nutzlasten

Lastmodell für Straßenbrücken gemäß DIN EN 1991-2:

Flächenlasten auf dem Brückenüberbau:

$$q_{1k} = 9,0 * 1,33 = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2k} = 2,5 * 2,40 = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{rk} = 2,5 * 1,20 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{rk} = 5,0 \text{ kN/m}^2 \text{ Geh- und Radweg auf Straßenbrücken}$$

$$q_{rk} = 3,0 \text{ kN/m}^2 \text{ bei Kombination mit Lasten aus Straßenverkehr}$$

Einzellasten aus Lastmodell LM 1 (Radlasten):

$$Q_{R1k} = 1,0 * 300,0 * 0,5 = 150,0 \text{ kN/Rad}$$

$$Q_{R2k} = 1,0 * 200,0 * 0,5 = 100,0 \text{ kN/Rad}$$

Horizontallast in Brückenachse für Straßenbrücken gemäß DIN EN 1991-2:

$$Q_{ik} = 341,0 \text{ kN (aus Nachrechnung KHP- V.B. Lager, Seite 4)}$$

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	6
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna							
		Datum: April 2026							

2.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

Lagerwechsel:

Für den Lastfall Lagerwechsel wird ein gleichmäßiger Hub einer Lagerreihe einer Widerlagerseite vorausgesetzt. Der Überbau als Einfeldträger ist statisch bestimmt, sodass keine weiteren Einwirkungen in Folge Lagerwechsel zu berücksichtigen sind.

Setzungen:

Der Überbau als Einfeldträger ist statisch bestimmt, sodass keine weiteren Einwirkungen in Folge Setzungen zu berücksichtigen sind.

2.4 Veränderliche Einwirkungen - Temperaturunterschiede

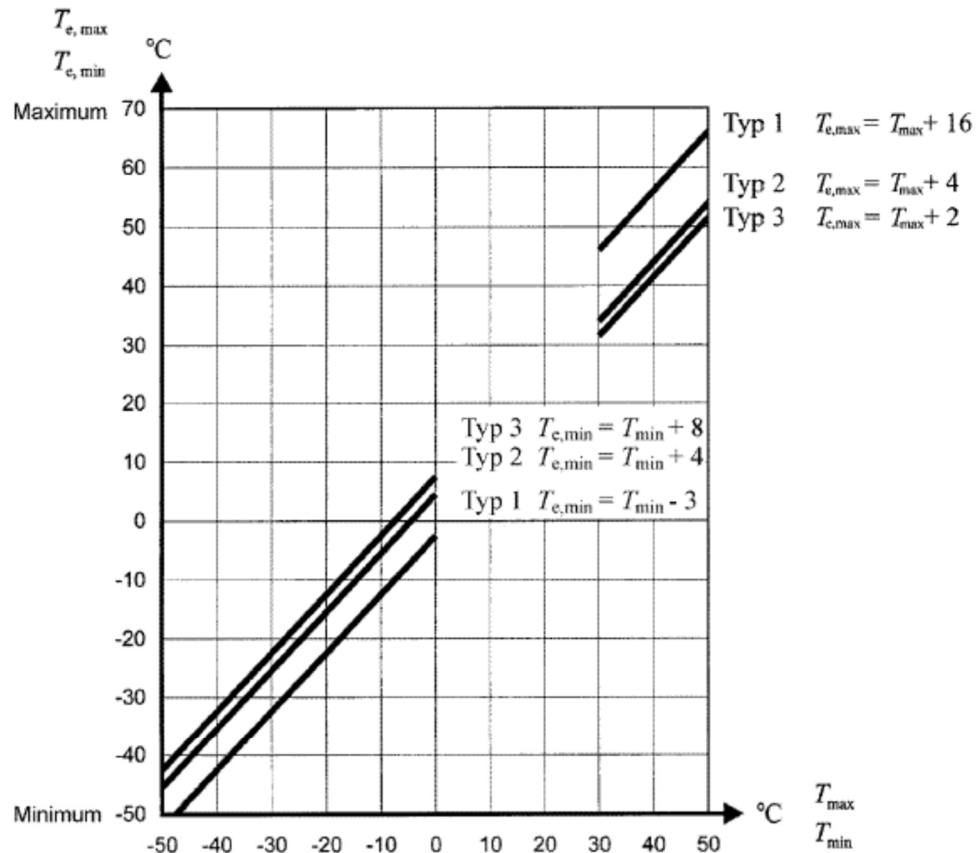
Die Art des Brückenüberbaus entspricht gemäß DIN EN 1991-1-5 dem

Typ 3 „Betonkonstruktion“ – Betonplatte / Betonträger.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	7
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)						
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9	6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026						

2.4.1 Konstanter Temperaturanteil



ANMERKUNG 1 Die Werte in Bild 6.1 basieren auf täglichen Temperaturschwankungen von 10 °C. Dieser Bereich kann für die meisten Mitgliedstaaten als ausreichend angenommen werden.

ANMERKUNG 2 Für Fachwerke aus Stahl und Blechträger dürfen die maximalen Werte für Typ 1 um 3 °C reduziert werden.

Bild 6.1: Korrelation zwischen minimaler/maximaler Außenlufttemperatur (T_{min}/T_{max}) und minimalem/maximalem konstantem Temperaturanteil für Brücken ($T_{e,min}/T_{e,max}$)

Die minimale Außenlufttemperatur T_{min} beträgt -24°C und die maximale Außenlufttemperatur T_{max} beträgt +27 °C (DIN EN 1991-1-5 NA 6.1.3.2(1)).

$$T_{min} = -25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{max} = +35^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,min} = -25^{\circ}\text{C} + 8 = -17^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,max} = +35^{\circ}\text{C} + 2 = 37^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_N = +53 - (-27) = 80^{\circ}\text{K}$$

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	8
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

Aufstelltemperatur $T_0 = 10^\circ\text{C}$

$$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\text{max}} - T_0 = 37^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = 27\text{ K}$$

$$\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 - T_{e,\text{min}} = 10^\circ\text{C} - (-17^\circ\text{C}) = -27\text{ K}$$

2.4.2 Veränderliche Temperaturanteile

Oberseite wärmer: $\Delta T_{M,\text{heat}} = 15\text{ K} \cdot 0,82 = 12,3\text{ K}$ (5 cm Dicke des Oberbelages)

Unterseite wärmer: $\Delta T_{M,\text{cool}} = -8\text{ K}$

2.4.3 Gleichzeitige Berücksichtigung von konstanten und veränderlichen Temperaturanteilen

Die gleichzeitige Berücksichtigung von konstanten und veränderlichen Temperaturanteilen erfolgt gem. DIN EN 1991-1-5 6.1.5 wie folgt:

$$\Delta T_{M,\text{heat}} \text{ (oder } \Delta T_{M,\text{cool}}) + \omega_N \Delta T_{N,\text{exp}} \text{ (oder } \Delta T_{N,\text{con}})$$

$$\omega_M \Delta T_{M,\text{heat}} \text{ (oder } \Delta T_{M,\text{cool}}) + \Delta T_{N,\text{exp}} \text{ (oder } \Delta T_{N,\text{con}})$$

mit $\omega_N = 0,35$ bzw. $\omega_M = 0,75$

In Kombination werden 4 Temperaturlastfälle alternativ berücksichtigt:

		$\Delta T_{M,\text{heat}}$	$\Delta T_{M,\text{cool}}$	$\Delta T_{N,\text{exp}}$	$\Delta T_{N,\text{con}}$
LF	Faktor	12,3	-8	27	-27
+T1.1	$\omega_N = 0,35$	12,3		9,45	
+T1.2	$\omega_M = 0,75$	9,23		27	
-T1.1	$\omega_N = 0,35$		-8		-9,45
-T1.2	$\omega_M = 0,75$		-6		-27

2.5 Veränderliche Einwirkungen - Wind

Der Einfluss der Windlast auf den Nachweis der neuen Lager ist gering und kann vernachlässigt werden.

2.6 Veränderliche Einwirkungen – Schnee

Die Einwirkungen aus Schnee werden bei der weiteren Bemessung nicht berücksichtigt.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	9
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)								
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure	Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

2.7 Veränderliche Einwirkungen – Vorspannung und Kriechen / Schwinden

Die Einwirkungen aus Vorspannung und Kriechen / Schwinden werden für den Nachweis der neuen Lager nicht relevant. Eine weitere Verkürzung der Überbauten ist nicht zu erwarten.

Teilsicherheitsbeiwerte:

Grenzzustand der Tragfähigkeit:

Ständige Einwirkungen	$\gamma = 1,35$
Einwirkungen aus Straßen- / Fußgängerverkehr	$\gamma = 1,35$
Einwirkungen aus Temperatur	$\gamma = 1,35$
Einwirkungen aus Wind	$\gamma = 1,50$

3 Nachweis der neuen Lager

Voraussetzung für den Ansatz einer schwimmenden Lagerung mittels Elastomerlager:

Gem. ZTV-ING – Teil 6 Bauwerksausstattung – Abschnitt 8 Lager und Gelenke
Pkt. 2.3 Planung, Bemessung, Abs. (9) gilt folgendes:

- Dehnlänge weniger als 15 m, gemessen vom Verformungsruhepunkt bis zum Überbauende.
Nachweis: Länge = $18,835 / 2 = 9,42 \text{ m} < 15,00 \text{ m}$

- Brückenschiefe größer als 80 gon.
Nachweis: Schiefe = $91,8 \text{ gon} > 80 \text{ gon}$

Auf Führungen der Lager in Längsrichtung kann verzichtet werden.

Berechnung der Lagerverformungen und -verdrehungen mit einem Balkenelement:

Berechnung siehe nachfolgende EDV-Ausdrucke

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	10
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

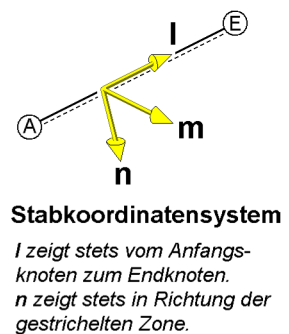
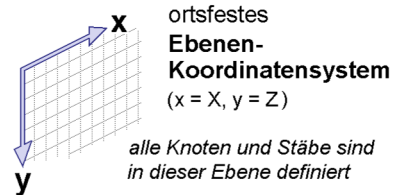
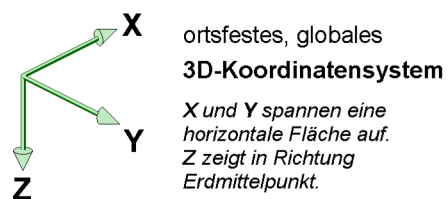
Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

1. Systembeschreibung

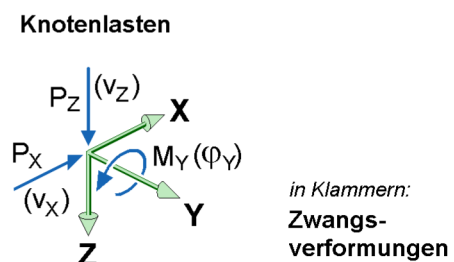
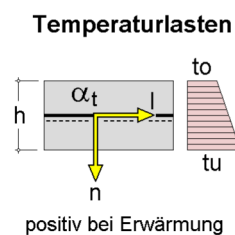
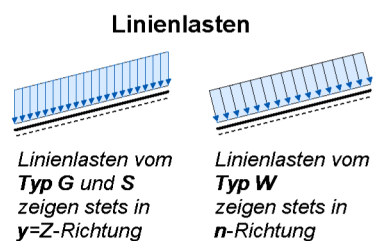
1.1. Globale Informationen

Statische Berechnung eines 2D-Rahmens

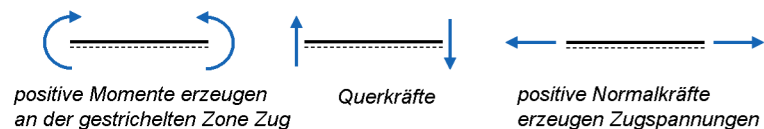
Koordinatensysteme:



Belastungen:

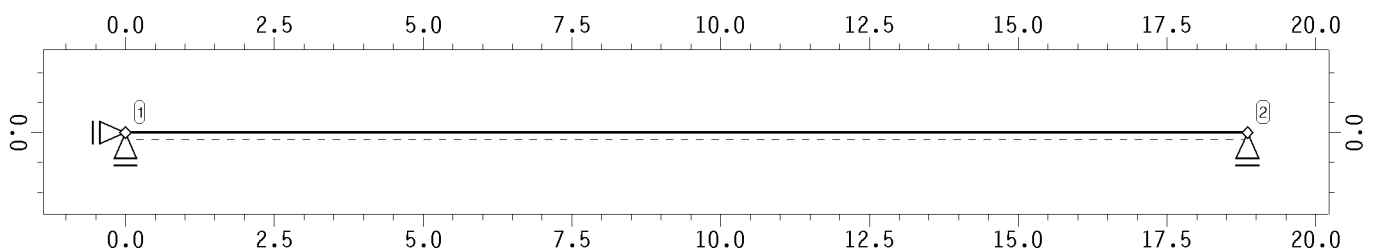


Schnittgrößen:



1.2. Systemgrafik

Knotennummern, Lagerangaben, Gelenke und Staborientierungen



Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau	Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 11
Vorgang: Lagererneuerung	

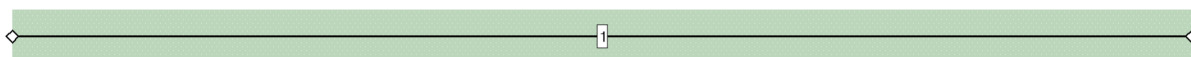
Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NIS2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

1.3. Knotenkoordinaten und Lagerangaben

Knoten	X m	Z m	Cf-X MN/m	Cf-Z MN/m	Cm-Y MNm/-	Bezeichnung
1	0.000	0.000	fest	fest	-	
2	18.850	0.000	-	fest	-	

1.4. Beschreibung der Stäbe

Stabnummern und -dicken

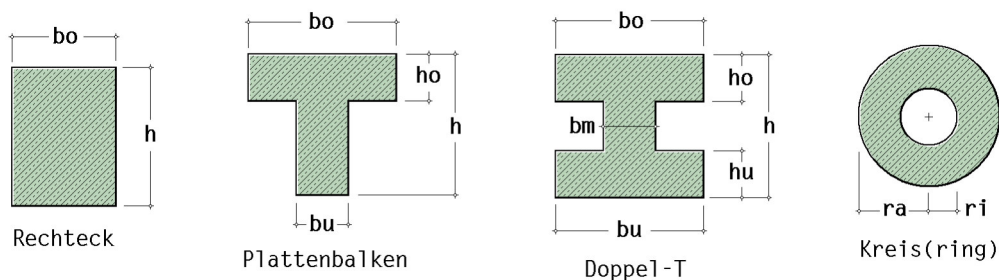


Momentengelenke: links rechts beids.

Stabverzeichnis

Die Ausmitten verstehen sich als Abstände von den Knoten und legen fest, welcher Bereich des Stabes bemessen bzw. nachgewiesen werden soll. Ausmitten dürfen nicht mit starren Exzentrizitäten verwechselt werden. In der Spalte Druckausfall ist der prozentuale Ausnutzungsgrad für eine aufnehmbare Druckkraft angegeben. Ein Strich (-) zeigt an, dass für den Stab kein Druckausfall vorgesehen ist. In der Spalte Bettung ist die Bettungskonstante C_b für die elastisch gebetteten Träger angegeben. Ein Stern (*) zeigt den Ausfall der Bettungsfedern bei Zug an. b_u ist die Aufstandsbreite des Querschnittes zur Ermittlung der Sohlpressungen. Beachte: Angaben zu Zugfeder- und Druckstabausfall sind nur im Falle einer nichtlinearen Berechnung relevant.

Stab	Knoten Anfang Ende	Länge	Gelenke	Ausmitten am Anfang Ende	Druck- ausfall	Bettung	b_u	Bezeichnung
-	- -	-	-	m m	%	kN/m ³	m	-
1	1 2	18.850	-	0.000 0.000	-	-	-	



Skizze: typisierte Stahlbetonquerschnitte

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau		Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 12	
Vorgang: Lagererneuerung		

Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

Stäbe aus Beton mit typisiertem Querschnitt

Bei gevouteten Querschnitten weist die Zeile (A) die Werte am Anfang, und die Zeile (E) die Werte am Ende des Stabes aus.
Zur Bedeutung der Abkürzungen vgl. o. a. Skizze.

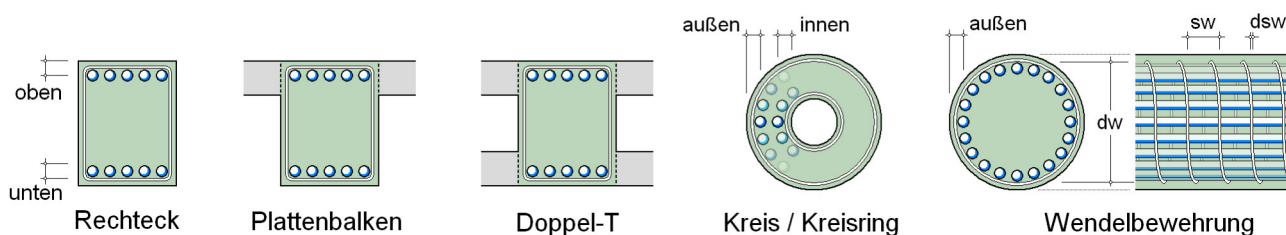
Stab	Material	Typ	h cm	bo cm	ho cm	bu cm	hu, ra cm	bm, ri cm
1	C40/50	Rechteck	85.00	144.00	--	--	--	--

elastische Kennwerte der Stäbe

Die hier aufgelisteten Kennwerte sind die Eingangsparameter für die lineare Berechnung. Die Querschnittswerte wurden entweder direkt vorgegeben, aus den typisierten Querschnittsangaben (entspr. der vorangegangenen Tabellen) berechnet, der pcae-Profildatei entnommen oder aus dem Querschnittswertprogramm **4H-QUER** importiert. Bei gevouteten Querschnitten weist die Zeile (A) die Werte am Stabanfang und die Zeile (E) die Werte am Stabende aus. Der E-Modul von Stahl wurde ggfls. mit $\gamma_{M,Ed}$ reduziert.

Stab	Material	E-Modul MN/m ²	A cm ²	I cm ⁴	Wo cm ³	Wu cm ³	Quelle
1	Beton: C40/50	35220	12240.0	7369500.0	--	--	berechnet

Erläuterung zu den Bemessungseigenschaften



Bemessungseigenschaften der Stäbe

Erläuterungen: Spalte (S) = Symmetriebedingung der Bewehrungsanordnung: Z = Zugbewehrung, S = symmetrisch (oben = unten)
max μ = maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad

Stab	Achsabstände oben cm	unten cm	Grundbewehrung oben cm ²	unten cm ²	S	max μ %
1	5.0	5.0	0.00	0.00	Z	8.0

2. Belastung

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfallordner Lastfall Imperfektionsfälle

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau	Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 13
Vorgang: Lagererneuerung	

Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NIS2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

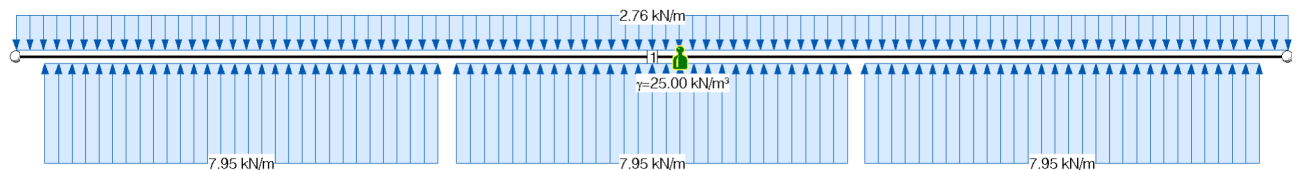
Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

 1: ständige Lasten	ständige Lasten
 1: Eigengewicht	additiv
 2: Verkehr 160 kN Fahrzeuge	veränderliche Verkehrslasten - Fahrzeuge bis 160 kN
 Spur 1	additiv
 6: LF UDL	allgemein alternativ
 3: Temperaturlasten	veränderliche Temperaturlasten
 2: Temp. T1+	additiv
 3: Temp. T2+	alternativ in Gruppe A
 4: Temp. T1-	alternativ in Gruppe A
 5: Temp. T2-	alternativ in Gruppe A

2.1. Lastbilder in Lastfall 1: Eigengewicht

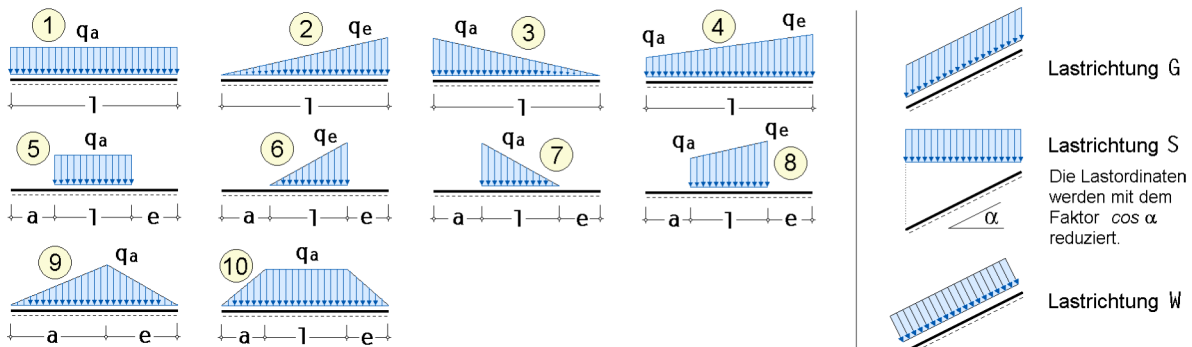
belastete Objekte in Lastfall 1



Eigengewichtslasten in Lastfall 1

Stab	Rohdichte kN/m³
1	25.000

Erläuterung der Lastbildtypen und Lastrichtungen



Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau		Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 14	
Vorgang: Lagererneuerung		

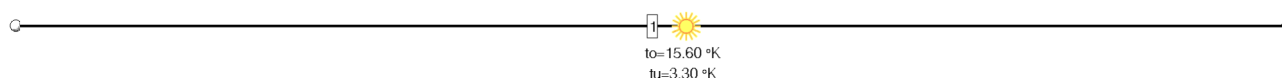
Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

Streckenlasten in Lastfall 1

Stab	Typ	q _a kN/m	q _e kN/m	a m	l m	e m
1	1G	2.760	-	-	18.850	-
1	5G	-7.950	-	0.425	5.820	12.605
1	5G	-7.950	-	12.575	5.850	0.425
1	5G	-7.950	-	6.525	5.800	6.525

2.2. Lastbilder in Lastfall 2: Temp. T1+

belastete Objekte in Lastfall 2

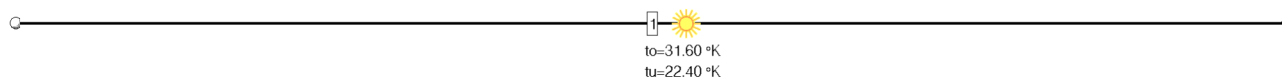


Temperaturlasten in Lastfall 2

Stab	t _o °K	t _u °K	h m	α _t 10 ⁻⁵ /K
1	15.60	3.30	0.850	1.000

2.3. Lastbilder in Lastfall 3: Temp. T2+

belastete Objekte in Lastfall 3

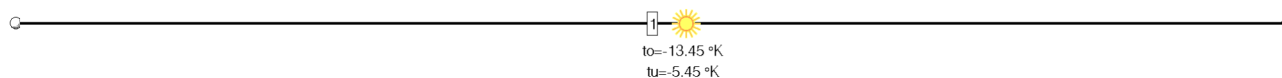


Temperaturlasten in Lastfall 3

Stab	t _o °K	t _u °K	h m	α _t 10 ⁻⁵ /K
1	31.60	22.40	0.850	1.000

2.4. Lastbilder in Lastfall 4: Temp. T1-

belastete Objekte in Lastfall 4



Temperaturlasten in Lastfall 4

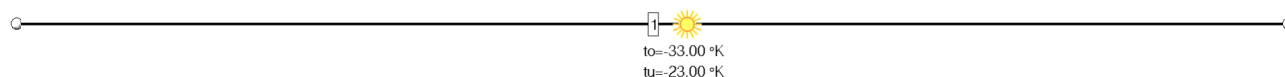
Stab	t _o °K	t _u °K	h m	α _t 10 ⁻⁵ /K
1	-13.45	-5.45	0.850	1.000

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau	Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 15
Vorgang: Lagererneuerung	

Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

2.5. Lastbilder in Lastfall 5: Temp. T2-

belastete Objekte in Lastfall 5

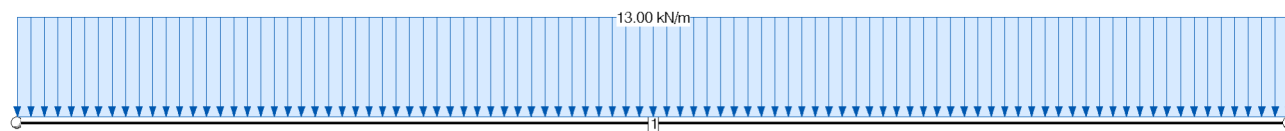


Temperaturlasten in Lastfall 5

Stab	to	tu	h	αt
-	°K	°K	m	$10^{-5} / K$
1	-33.00	-23.00	0.850	1.000

2.6. Lastbilder in Lastfall 6: LF UDL

belastete Objekte in Lastfall 6



Streckenlasten in Lastfall 6

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 14)

Stab	Typ	qa	qe	a	l	e
-	-	kN/m	kN/m	m	m	m
1	1G	13.000	-	-	18.850	-

3. Nachweise

4. Vorschriften und Parameter des nationalen Anhangs

LASTFALL 1: EIGENGEWICHT

Verformungen der Lagerknoten

Knonr	ux	uz	ϕ
-	mm	mm	°/°
1	0.00	0.00	-2.77
2	0.00	0.00	2.77
Min	0.00	0.00	-2.77
Max	0.00	0.00	2.77

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau		Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 16	
Vorgang: Lagererneuerung		

Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

LASTFALL 2: TEMP. T1+

Verformungen der Lagerknoten

Knonr -	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	0.00	0.00	1.36
2	1.78	0.00	-1.36
Min	0.00	0.00	-1.36
Max	1.78	0.00	1.36

LASTFALL 3: TEMP. T2+

Verformungen der Lagerknoten

Knonr -	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	0.00	0.00	1.02
2	5.09	0.00	-1.02
Min	0.00	0.00	-1.02
Max	5.09	0.00	1.02

LASTFALL 4: TEMP. T1-

Verformungen der Lagerknoten

Knonr -	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	0.00	0.00	-0.89
2	-1.78	0.00	0.89
Min	-1.78	0.00	-0.89
Max	0.00	0.00	0.89

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau		Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 17	
Vorgang: Lagererneuerung		

Verfasser: Werner Bauingenieure GmbH Isaac-Newton-Str. 1, 59423 Unna	
Programm: 4H-NISI2 2/2016 / pcae-GmbH / vth2008042	
Bauwerk: A43/K6 Brücke Harpener Hellweg Lagererneuerung	ASB Nr.: 4509 658 Datum:

LASTFALL 5: TEMP. T2-

Verformungen der Lagerknoten

Knonr -	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	0.00	0.00	-1.11
2	-5.28	0.00	1.11
Min	-5.28	0.00	-1.11
Max	0.00	0.00	1.11

LASTFALL 6: LF UDL

Verformungen der Lagerknoten

Knonr -	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	0.00	0.00	-1.40
2	0.00	0.00	1.40
Min	0.00	0.00	-1.40
Max	0.00	0.00	1.40

Bauteil: Pos. ÜB-01 Überbau		Archiv Nr.:
Block: Kap. I	Seite: 18	
Vorgang: Lagererneuerung		

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse:

LF1: $\rho = 2,77 \text{ ‰}$ $u_x = 0,00 \text{ mm}$
 LF2: $\rho = -1,36 \text{ ‰}$ $u_x = 1,78 \text{ mm}$
 LF3: $\rho = -1,02 \text{ ‰}$ $u_x = 5,09 \text{ mm}$
 LF4: $\rho = 0,89 \text{ ‰}$ $u_x = -1,78 \text{ mm}$
 LF5: $\rho = 1,11 \text{ ‰}$ $u_x = -5,28 \text{ mm}$
 LF6: $\rho = 1,40 \text{ ‰}$ $u_x = 0,00 \text{ mm}$

max. $\rho_{x,d} = 1,35 * (2,77 + 1,11 + 1,40) = 7,13 \text{ ‰}$

min. $\rho_{x,d} = 1,35 * (2,77 + 1,11) = 5,24 \text{ ‰}$

max. $u_{x,d} = 1,35 * 5,09 = 6,90 \text{ mm}$

min. $u_{x,d} = 1,35 * -5,28 = -7,10 \text{ mm}$

$\Delta u_{x,d} = 6,90 + 7,10 = 14,00 \text{ mm}$

Bei der schwimmenden Lagerung verteilen sich die Verformungen in Längsrichtung auf beide Lagerachsen $\rightarrow \Delta u_{x,d}' = 0,5 * 14,00 = 7,00 \text{ mm}$.

Bremslasten:

$H_{Br,d} = 1,35 * 341 / (2 * 7) = 33,0 \text{ kN}$

Lagerlasten (aus Nachrechnung KHP – V.B. Lager, Seite 3ff)

Stumpe Ecke:

max. $V_{z,d} = 1,35 * 823,0 = 1.111,0 \text{ kN}$

min. $V_{z,d} = 1,00 * 483,0 = 483,0 \text{ kN}$

Mittlerer Teil:

max. $V_{z,d} = 1,35 * 757,0 = 1.022 \text{ kN}$

min. $V_{z,d} = 1,00 * 457,0 = 457,0 \text{ kN}$

Spitze Ecke:

max. $V_{z,d} = 1,35 * 712,0 = 961,0 \text{ kN}$

min. $V_{z,d} = 1,00 * 423 = 423,0 \text{ kN}$

Nachweis der Elastomerkissen siehe nachfolgende Seiten

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	19
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller: 	Werner Bauingenieure GmbH, Unna	0	9
		6	5
		8	
		Datum:	
		April 2026	

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
Einbauort WL 1 - stumpfe Ecke
Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)			
Lastfall :	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	1111	483	483
F_x	12	n/a	12
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	12	n/a	12
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 7,0	n/a	± 7,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 7,0	n/a	± 7,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
breite Seite b = 400 mm
Kissenhöhe d = 85 mm
Nettohöhe T = 61 mm
ssentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
Schichtanzahl n = 7
Einzelschicht t = 8 mm
Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
12,4	12,4
0,0	0,0

→ aus $v_{x,d} = 7,0 \text{ mm}$

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

$$\max v_{x,d} \text{ aus AT + Br} = 33,0/12,4 \cdot 7,0 + 7,0 = 29,63 \text{ mm}$$

$$\sim \underline{\underline{26,0 \text{ mm}}}$$

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	20
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \equiv (a - 8) \quad / \quad D' \equiv D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \equiv (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	111720	111720

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A'} \geq v_{z,derf} = \frac{d' \cdot \Theta_{x,d} + b' \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,58	0,69	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,13	0,13	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,68	0,49	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	2,39	1,31	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2$ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)

$\varepsilon_{v,d} / 1,0$	0,13	0,13	-> Bedingung erfüllt
$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$	0,34	0,19	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$	1,38	0,60	
$v_{z,derf}$	0,69	0,51	
$v_{z,derf} / v_{z,d}$	0,50	0,85	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung der Einlageblechdicke			
t_{serf}	2,00	2,00	-> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r$	3356	3356	
$F_{z,d}$	1111	483	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	21
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz(0,1+...)	144,6	81,8
F _{xy,d}	12,4	12,4

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,3·Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{Zg \text{ ULS}} / A_r = 483000 / 111720 = 4,3 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz(0,1+...)	178,1	115,3
F _{xy,d}	12,4	12,4

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,6·Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{Zg \text{ ULS}} / A_r = 483000 / 111720 = 4,3 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: E_i = 683 N/mm²

die gesamte vertikale Federsteifigkeit c_v = 1464075 N/mm

die ges. horizontale Federsteifigkeit c_h = 1929 N/mm

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen v_{z,d} in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
v _{z,d}	0,76	0,33

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 ±40% betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	22
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
Einbauort WL 1 - stumpfe Ecke
Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Lastfall :	Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)		
	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	1111	483	483
F_x	53	n/a	53
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	53	n/a	53
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 26,0	n/a	± 26,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 26,0	n/a	± 26,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
breite Seite b = 400 mm
Kissenhöhe d = 74 mm
Nettohöhe T = 53 mm
isentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
Schichtanzahl n = 6
Einzelschicht t = 8 mm
Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
53,0	53,0
0,0	0,0

$$> 12,4 + 33,0 = 45,4 \text{ kN}$$

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	23
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller:	WERNER Bauingenieure	0	9
Werner Bauingenieure GmbH, Unna		6	5
		8	
		Datum:	
		April 2026	

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \cong (a - 8) \quad / \quad D' \cong D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \cong (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	104272	104272

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A} \geq v_{z,derf} = \frac{d \cdot \Theta_{x,d} + b \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,70	0,74	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,54	0,54	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,79	0,58	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	3,03	1,86	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2 \text{ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)}$
$\varepsilon_{v,d} / 1,0$	0,54	0,54	-> Bedingung erfüllt
$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$	0,43	0,27	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$	1,18	0,51	
$v_{z,derf}$	0,69	0,51	
$v_{z,derf} / v_{z,d}$	0,59	0,99	-> Bedingung erfüllt
Überprüfung der Einlageblechdicke			
t_{serf}	2,00	2,00	-> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot \dots$	3605	3605	
$F_{z,d}$	1111	483	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	24
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)									
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8		
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026									

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz(0,1+...)	142,4	79,6
F _{xy,d}	53,0	53,0

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,3·Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El\ min} = F_{Zg\ ULS} / A_r = 483000 / 104272 =$$

$$4,6 \quad N/mm^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz(0,1+...)	173,7	110,9
F _{xy,d}	53,0	53,0

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,6·Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El\ min} = F_{Zg\ ULS} / A_r = 483000 / 104272 =$$

$$4,6 \quad N/mm^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: E_i =

$$683 \text{ N/mm}^2$$

die gesamte vertikale Federsteifigkeit c_v =

$$1708087 \text{ N/mm}$$

die ges. horizontale Federsteifigkeit c_h =

$$2250 \text{ N/mm}$$

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen v_{z,d} in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
v _{z,d}	0,65	0,28

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 ±40% betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite: 25
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
Einbauort WL 1 - mittl. Ber.
Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Lastfall :	Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)		
	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	1022	457	457
F_x	12	n/a	12
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	12	n/a	12
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 7,0	n/a	± 7,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 7,0	n/a	± 7,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
breite Seite b = 400 mm
Kissenhöhe d = 85 mm
Nettohöhe T = 61 mm
ssentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
Schichtanzahl n = 7
Einzelschicht t = 8 mm
Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
12,4	12,4
0,0	0,0

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	26
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller:	WERNER Bauingenieure	0	9
	Werner Bauingenieure GmbH, Unna	6	5
		8	
		Datum:	
		April 2026	

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \cong (a - 8) \quad / \quad D' \cong D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \cong (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	111720	111720

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A'} \geq v_{z,derf} = \frac{a' \cdot \Theta_{x,d} + b' \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,46	0,65	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,13	0,13	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,68	0,49	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	2,26	1,27	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2 \text{ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)}$

$\varepsilon_{v,d} / 1,0$ 0,13 0,13 -> Bedingung erfüllt

$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$ 0,32 0,18 -> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$ 1,27 0,57

$v_{z,derf}$ 0,69 0,51

$v_{z,derf} / v_{z,d}$ 0,55 0,89 -> Bedingung erfüllt

Überprüfung der Einlageblechdicke

t_{serf} 2,00 2,00 -> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot \dots$	3356	3356	
$F_{z,d}$	1022	457	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	27
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)									
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8		
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026									

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
Fz*(0,1+..)	135,7	79,2	
F _{xy,d}	12,4	12,4	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,3·Fz begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 457000 / 111720 = 4,1 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
Fz*(0,1+..)	169,2	112,7	
F _{xy,d}	12,4	12,4	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,6·Fz begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 457000 / 111720 = 4,1 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: E_i = 683 N/mm²

die gesamte vertikale Federsteifigkeit c_v = 1464075 N/mm

die ges. horizontale Federsteifigkeit c_h = 1929 N/mm

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen v_{z,d} in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
v _{z,d}	0,70	0,31

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 ±40% betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	28
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
Einbauort WL 1 - mittl. Ber.
Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)			
Lastfall :	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	1022	457	457
F_x	46	n/a	46
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	46	n/a	46
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 26,0	n/a	± 26,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 26,0	n/a	± 26,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
breite Seite b = 400 mm
Kissenhöhe d = 85 mm
Nettohöhe T = 61 mm
ssentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
Schichtanzahl n = 7
Einzelschicht t = 8 mm
Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
46,0	46,0
0,0	0,0

$$> 12,4 + 33,0 = \underline{\underline{45,4 \text{ kN}}}$$

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	29
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller:	WERNER Bauingenieure	0	9
Werner Bauingenieure GmbH, Unna		6	5
		8	
		Datum:	
		April 2026	

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \equiv (a - 8) \quad / \quad D' \equiv D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \equiv (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	104272	104272

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A} \geq v_{z,derf} = \frac{d' \cdot \Theta_{x,d} + b' \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,56	0,70	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,46	0,46	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,68	0,49	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	2,70	1,66	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2 \text{ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)}$
$\varepsilon_{v,d} / 1,0$	0,46	0,46	-> Bedingung erfüllt
$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$	0,39	0,24	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$	1,27	0,57	
$v_{z,derf}$	0,69	0,51	
$v_{z,derf} / v_{z,d}$	0,55	0,89	-> Bedingung erfüllt
Überprüfung der Einlageblechdicke			
t_{serf}	2,00	2,00	-> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot \dots$	3132	3132	
$F_{z,d}$	1022	457	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	30
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
$F_z(0,1+..)$	133,5	77,0	
$F_{xy,d}$	46,0	46,0	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit $0,3 \cdot F_z$ begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3 N/mm^2 unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 457000 / 104272 = 4,4 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
$F_z(0,1+..)$	164,8	108,3	
$F_{xy,d}$	46,0	46,0	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit $0,6 \cdot F_z$ begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3 N/mm^2 unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 457000 / 104272 = 4,4 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: $E_i = 683 \text{ N/mm}^2$

die gesamte vertikale Federsteifigkeit $c_v = 1464075 \text{ N/mm}$

die ges. horizontale Federsteifigkeit $c_h = 1929 \text{ N/mm}$

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen $v_{z,d}$ in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
$v_{z,d}$	0,70	0,31

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 $\pm 40\%$ betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	31
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
 Einbauort WL 1 - spitze Ecke
 Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Lastfall :	Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)		
	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	961	423	423
F_x	12	n/a	12
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	12	n/a	12
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 7,0	n/a	± 7,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 7,0	n/a	± 7,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
 breite Seite b = 400 mm
 Kissenhöhe d = 85 mm
 Nettohöhe T = 61 mm
 isentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
 Schichtanzahl n = 7
 Einzelschicht t = 8 mm
 Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
12,4	12,4
0,0	0,0

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	32
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller:	WERNER Bauingenieure	0	9
Werner Bauingenieure GmbH, Unna		6	5
		8	
		Datum:	
		April 2026	

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \cong (a - 8) \quad / \quad D' \cong D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \cong (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	111720	111720

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A} \geq v_{z,derf} = \frac{a' \cdot \Theta_{x,d} + b' \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,37	0,60	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,13	0,13	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,68	0,49	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	2,17	1,22	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2$ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)
$\varepsilon_{v,d} / 1,0$	0,13	0,13	-> Bedingung erfüllt
$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$	0,31	0,17	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$	1,19	0,52	
$v_{z,derf}$	0,69	0,51	
$v_{z,derf} / v_{z,d}$	0,58	0,97	-> Bedingung erfüllt
Überprüfung der Einlageblechdicke			
t_{serf}	2,00	2,00	-> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot \dots$	3356	3356	
$F_{z,d}$	961	423	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	33
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
Fz(0,1+...)	129,6	75,8	
F _{xy,d}	12,4	12,4	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,3·Fz begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 423000 / 111720 = 3,8 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin	
Fz(0,1+...)	163,1	109,3	
F _{xy,d}	12,4	12,4	-> Bedingung erfüllt

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,6·Fz begrenzt !!

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El \min} = F_{zg \text{ ULS}} / A_r = 423000 / 111720 = 3,8 \text{ N/mm}^2 > 3$$

-> keine Rutschsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: E_i = 683 N/mm²

die gesamte vertikale Federsteifigkeit c_v = 1464075 N/mm

die ges. horizontale Federsteifigkeit c_h = 1929 N/mm

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen v_{z,d} in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
v _{z,d}	0,66	0,29

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 ±40% betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	34
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH		4 5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Statischer Nachweis Elastomerkissen allseitig beweglich

Objekt 1-260058
Einbauort WL 1 - spitze Ecke
Anzahl 1 Stück

1. Lastangaben :

Bemessungslasten im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)			
Lastfall :	Vmax	Vständig	Vmin
F_z	961	423	423
F_x	46	n/a	46
F_y	0	n/a	0
F_{xy}	46	n/a	46
Φ_x	0,0071	n/a	0,0052
Φ_y	0,0000	n/a	0,0000
Φ_{xy}	0,0071	n/a	0,0052
v_x	± 26,0	n/a	± 26,0
v_y	± 0,0	n/a	± 0,0
v_{xy}	± 26,0	n/a	± 26,0

F_z Vertikallast
 F_x Horizontalkraft in Brückenlängsrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_y Horizontalkraft in Brückenquerrichtung [kN] (Rückstellkraft)
 F_{xy} resultierende Horizontalkraft
 Φ_x Verdrehung längs (um die Y-Achse) [mrad]
 Φ_y Verdrehung quer (um die X-Achse) [mrad]
 Φ_{xy} resultierende Verdrehung
 v_x Verschiebeweg in Brückenlängsrichtung [mm]
 v_y Verschiebeweg in Brückenquerrichtung [mm]
 v_{xy} resultierender Verschiebeweg

2. Elastomerkissenabmessung

schmale Seite a = 300 mm
breite Seite b = 400 mm
Kissenhöhe d = 85 mm
Nettohöhe T = 61 mm
Isentyp [1=B, 2=C, 1/2=B/C]: Typ 1
Schichtanzahl n = 7
Einzelschicht t = 8 mm
Grundfläche A = 120000 mm²

3. Elastomer

3.1 Rückstellkraft

$$F_x = \frac{G \cdot A \cdot v_x}{T} =$$

$$F_y = \frac{G \cdot A \cdot v_y}{T} =$$

Vmax	Vmin
46,0	46,0
0,0	0,0

$$> 12,4 + 33,0 = \underline{\underline{45,4 \text{ kN}}}$$

G = Vorgabewert des Schubmoduls gemäß EN1337-3 (0,9 N/mm²)

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	35
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5
Aufsteller:	 Werner Bauingenieure GmbH, Unna	0	9
		6	5
		8	
		Datum:	April 2026

3.2 Überprüfung der Kissenbemessung

Ermittlung des Formfaktors bei rechteckigen / runden Kissen

$$S = 10,46 \quad S = \frac{a' \cdot b'}{2 \cdot (a' + b') \cdot t} \quad / \quad S = \frac{D'}{4 \cdot t}$$

Ermittlung der reduzierten Seitenlängen

$$a' = 292 \text{ mm} \quad a' \equiv (a - 8) \quad / \quad D' \equiv D - 8$$

$$b' = 392 \text{ mm} \quad b' \equiv (b - 8)$$

$$A' = 114464 \text{ mm}^2 \quad A' = a' \cdot b' \quad / \quad A' = \frac{D'^2 \cdot \pi}{4}$$

	Vmax	Vmin
A_r	104272	104272

$$A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_x}{a'} - \frac{v_y}{b'}\right) \quad / \quad A_r = A' \cdot \left(1 - \frac{v_{xy}}{D'}\right)$$

Ermittlung der Einzelbeanspruchungen

aufgrund Vertikallast $\varepsilon_{N,d} = \frac{1,5 \cdot F_{z,d}}{G_d \cdot A_r \cdot S}$

aufgrund Verschiebung $\varepsilon_{v,d} = \frac{v_{xy,d}}{n \cdot t} \leq 1,0$

aufgrund Verdrehung $\varepsilon_{\alpha,d} = \frac{(\Theta_{x,d} \cdot a'^2 + \Theta_{y,d} \cdot b'^2)}{2 \cdot n \cdot t^2} \quad / \quad \varepsilon_{\alpha,d} = \frac{\Theta_{xy,d} \cdot D'^2}{2 \cdot n \cdot t^2}$

Gem. EN1337-3 Ziffer 5.3.3 Absatz 2 dürfen Deckschichten bis 2,5mm Dicke nicht berücksichtigt werden.

Summe d. Einzelbeanspruchungen $\varepsilon_{N,d} + \varepsilon_{v,d} + \varepsilon_{\alpha,d} < 7,0$ gemäß EN1337-3

Überprüfung auf Abheben bei rechteckigen / runden Kissen

$$v_{z,d} = \left(\frac{1}{5 \cdot G_d \cdot S^2} + \frac{1}{E_b} \right) \cdot \frac{n \cdot t \cdot F_{z,d}}{A} \geq v_{z,derf} = \frac{d \cdot \Theta_{x,d} + b \cdot \Theta_{y,d}}{3} \quad / \quad \frac{D' \cdot \Theta_{xy,d}}{3}$$

Überprüfung der Einlageblechdicke

$$2 \leq t_s \geq \frac{1,3 \cdot F_{z,d} \cdot 2 \cdot t \cdot \gamma_m}{A_r \cdot f_y}$$

	Vmax	Vmin	
Überprüfung der Einzelbeanspruchungen			$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
$\varepsilon_{N,d}$	1,47	0,65	$t_s = 3 \text{ mm (Einlageblechdicke)}$
$\varepsilon_{v,d}$	0,46	0,46	$\gamma_m = 1,00$
$\varepsilon_{\alpha,d}$	0,68	0,49	$G_d = 0,9 \text{ N/mm}^2$
$\Sigma \varepsilon$	2,61	1,61	$E_b = 2000 \text{ N/mm}^2 \text{ (rechnerisch anzusetzender Bulk-Modul)}$

$\varepsilon_{v,d} / 1,0$	0,46	0,46	-> Bedingung erfüllt
$\Sigma \varepsilon / \text{Grenz}$	0,37	0,23	-> Bedingung erfüllt

Überprüfung auf Abheben = Stabilität gegen Verdrehung

$v_{z,d}$	1,19	0,52	
$v_{z,derf}$	0,69	0,51	
$v_{z,derf} / v_{z,d}$	0,58	0,97	-> Bedingung erfüllt
Überprüfung der Einlageblechdicke			
t_{serf}	2,00	2,00	-> Bedingung erfüllt

Zur Überprüfung der Stabilität im GDT muss folgende Bedingung erfüllt sein: $F_{z,d} < \frac{2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r}{3 \cdot T}$

	Vmax	Vmin	
$2 \cdot a' \cdot G \cdot S \cdot A_r$	3132	3132	
$F_{z,d}$	961	423	-> Bedingung erfüllt

3.3 Gleitsicherheit Elastomer-Stahl

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	36
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)	
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5 0 9 6 5 8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum:	April 2026

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,2}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz*(0,1+..)	127,4	73,6
F _{xy,d}	46,0	46,0

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,3•Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El\ min} = F_{Zg\ ULS} / A_r = 423000 / 104272 = 4,1 \quad N/mm^2 > 3$$

-> keine Rutsicherung erforderlich

3.4 Gleitsicherheit Elastomer-Beton

Um sicherzustellen, daß die Horizontalkräfte zwischen Kissen und Lagerplatte reibschlüssig übertragen werden können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein.

$$F_{xy,d} < \left(0,1 + \frac{1,5 \cdot 0,4}{\frac{F_z}{A_r}} \right) \cdot F_z$$

Lastfall	Vmax	Vmin
Fz*(0,1+..)	158,7	104,9
F _{xy,d}	46,0	46,0

Die rechte Seite der Gleichung wird mit 0,6•Fz begrenzt !!

-> Bedingung erfüllt

zusätzlich muss die Mindestpressung von 3N/mm² unter ständiger Last im GDT erreicht werden !!

$$p_{El\ min} = F_{Zg\ ULS} / A_r = 423000 / 104272 = 4,1 \quad N/mm^2 > 3$$

-> keine Rutsicherung erforderlich

3.5 Federkennwerte

Die Ermittlung erfolgt nach "Lager im Bauwesen, 2.Auflage". Da in keiner Vorschrift die Ermittlung dieser Werte zwingend vorgeschrieben wird, erfolgt die Darstellung der Werte rein informativ. Für eine Überprüfung sh. Literatur.

der ideelle E-Modul einer Schicht beträgt: E_i = 683 N/mm²

die gesamte vertikale Federsteifigkeit c_v = 1464075 N/mm

die ges. horizontale Federsteifigkeit c_h = 1929 N/mm

Aufgrund E_i ergeben sich folgende Einfederungen v_{z,d} in [mm] für das Kissen.

Lastfall	Vmax	Vmin
v _{z,d}	0,66	0,29

Wichtig ist die Feststellung, daß die Schwankungsbreite dieser Werte gem. DIN4141-140 ±40% betragen kann.

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	37
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	

Baumaßnahme:	A 43, Instands. BW Harpener Hellweg	Bauwerksnummer (ASB)							
Straßenbauverwaltung:	Autobahn GmbH	4	5	0	9		6	5	8
Aufsteller:	 WERNER Bauingenieure Werner Bauingenieure GmbH, Unna	Datum: April 2026							

Unna, im April 2026

Aufsteller:



WERNER
BAUINGENIEURE

UNNA - MÜNSTER - BOSELDORF

i. A. V. Heine

Dipl.-Ing. Volker Heine

Bauteil:	Brückenbauwerk	Seite:	38
Kapitel / Vorgang:	I / Lagererneuerung	Archiv-Nr.	