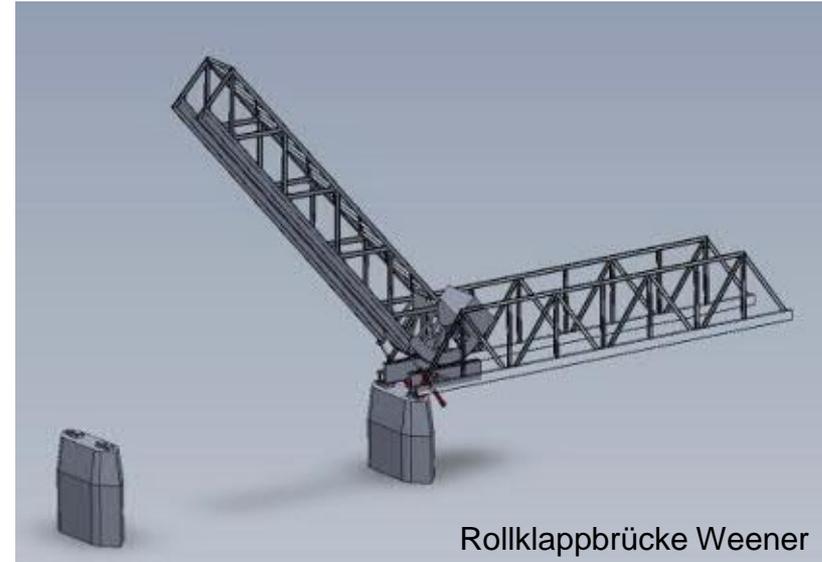




Eisenbahnklappbrücke Emden



Rollklappbrücke Weener

Bewegliche Brücken bei der Deutschen Bahn

Jens Kögel

DR. SCHIPPKE + PARTNER mbB

Bewegliche Stahlbauten



Arbeitsgebiete

Beweglicher Stahlbau
 Stahlwasserbau, TA
 fester Brückenbau
 Theater- und Bühnenbau
 Allg. Ingenieurhochbau



RoRo-Brücken Cuxhaven



Weserschleuse Minden

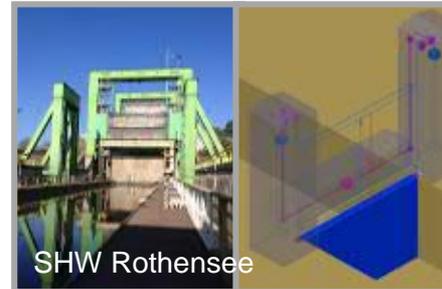


Antriebszylinder Klappbr. HL

Standardleistungen

Entwurfsplanung
 Ausführungsplanung
 Objektüberwachung
 Begutachtung u. Prüfung

Mitarbeiterzahl gesamt: 23
 EMSR: 3
 Maschinenbau: 5
 Bauingenieure: 10



SHW Rothensee



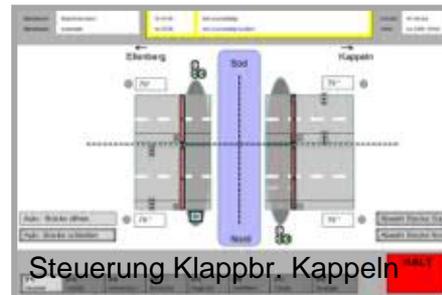
Wehranlage Rathenow

Besondere Sachkunde

Schweißtechnik
 Korrosionsschutz
 SiGe-Koordination
 ZiE, UiG (Bahnbau)



Kräne / Schiffsentlader



Steuerung Klappbr. Kappeln

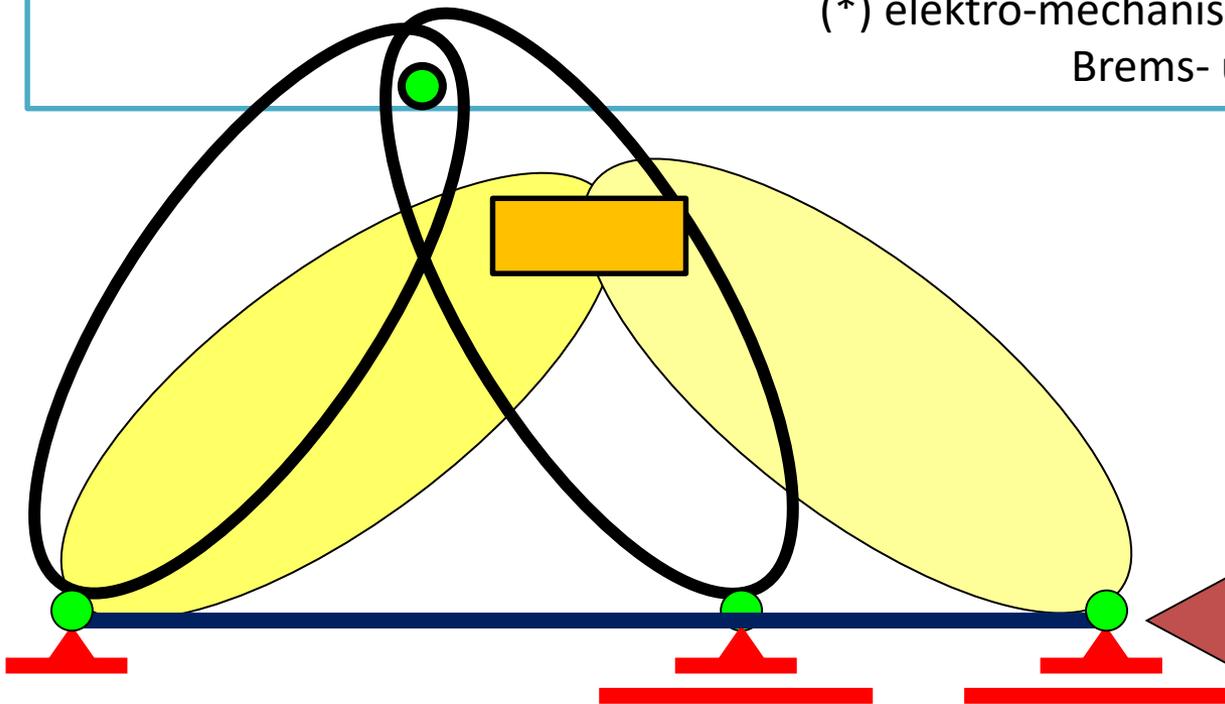


Jachmannbrücke Whv.

Bewegliche Bauwerke sind

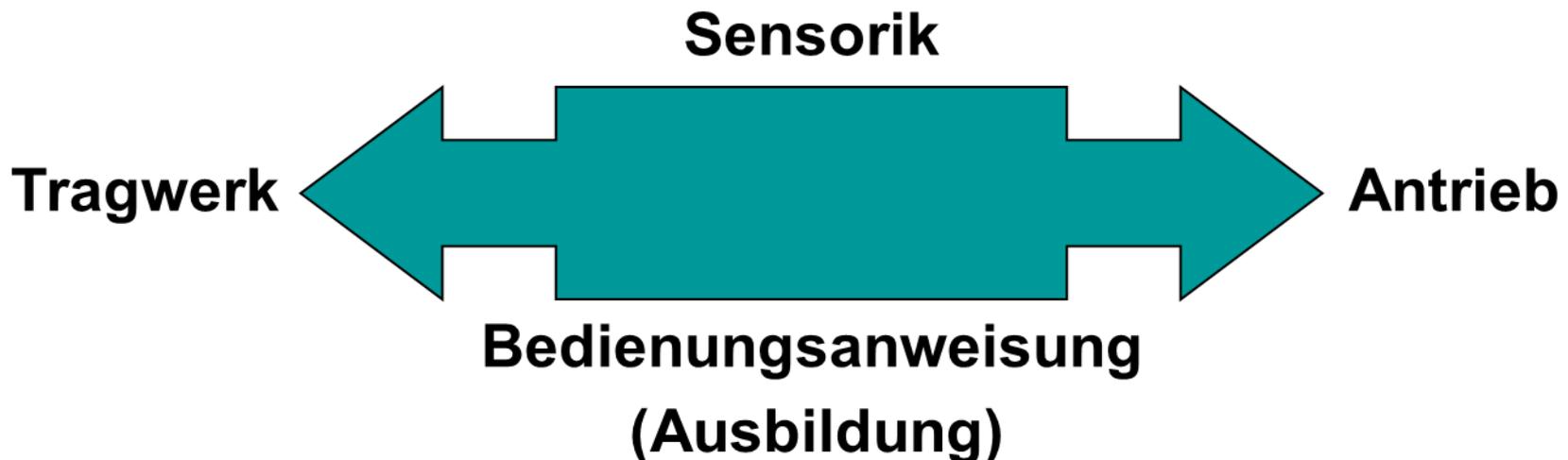
- ein- oder mehrfach bewegliche,
- d.h. statisch unterbestimmte Tragwerke
- mit entsprechender Anzahl von Verschiebungs- und Drehfreiheiten,
- deren Beweglichkeiten über formschlüssige Verbindungen (*) kontrolliert behindert werden.

(*) elektro-mechanische oder hydraulische Antriebe, Brems- und Verriegelungseinrichtungen



Es sind die Wechselwirkungen zwischen Tragwerk und Antrieb mit den jeweilig möglichen Grenzzuständen zu beachten.

Können diese konstruktiv oder wirtschaftlich vertretbar nicht beherrscht werden, sind redundante Überwachungsrichtungen, letztlich Betriebsbeschränkungen vorzusehen.



- Veränderliche Stützbedingungen
 - Infolge Bewegung der Bauwerke
 - Infolge von Fertigungstoleranzen und Spiel in den beweglichen Teilen
- Einwirkungen infolge
 - Zwängungen
 - Reibung
 - Antrieb (Störfall, Gleichlauf, Steuerung)
 - Toleranzen (z.B. Aufteilung der Lasten)
- Betriebsfestigkeit
- Wichtig: Gebrauchstauglichkeit, Verträglichkeit
 - **Fahrbahnübergänge** →
- Betrieb:
 - Zugänglichkeit
 - Wartung
 - Verfügbarkeit



Klappfugenstoß Rollklappbrücke Oldenburg



„**Maschinen im Sinne dieser Richtlinie sind dabei aber nicht nur die klassischen Maschinen, man versteht darunter z. B. auch ...
...Schleusenanlagen und Schiffshebwerke ...**“

Inverkehrbringen von Maschinen

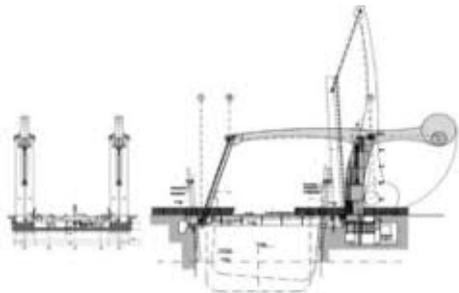
- Festlegung der physikalischen und zeitlichen Grenzen der Maschine
- Identifikation von Gefährdungen und Gefährdungssituationen

(Gefahrenanalyse)

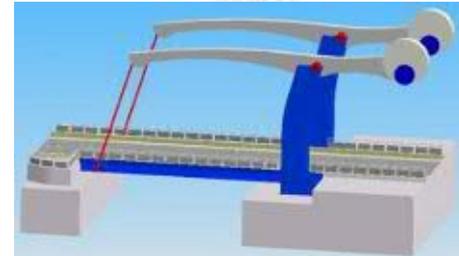
- Einschätzung des zugehöriger Risikos
- Bewertung und Beseitigung oder Minderung von Risiken

(Risikobeurteilung)

- Erstellung und Bereithaltung von Betriebsanleitung und Dokumentation
- Baumusterprüfung
- **CE-Kennzeichnung**, Hersteller- und Konformitätserklärung



Planung und Bemessung



Baudurchführung



Inbetriebsetzung Probetrieb Funktionsprüfung Erhalt



Klappbrücke Nesserlander Schleuse

Bundesanstalt für Straßenwesen

**Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Ingenieurbauten**

ZTV-ING

**Teil 9
Bauwerke**

**Dokument in Bearbeitung
ZTV-ING
Baudurchführung**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1).

Stand: 2019/04

**Bundesministerium für Verkehr
und digitale Infrastruktur**

**Richtlinien für den
Entwurf, die konstruktive Ausbildung
und Ausstattung von Ingenieurbauten**

RE-ING

**Dokument in Bearbeitung
RE-ING
Planung und Bemessung**

Bundesanstalt für Straßenwesen

**Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Ingenieurbauten**

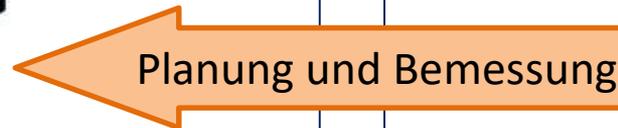
ZTV-ING

**Teil 9
Bauwerke**

**Dokument in Bearbeitung
ZTV-ING
Baudurchführung**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebot der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

Stand: 2019/04



Planung und Bemessung



Diese ZTV gilt für alle am Bauwerk beteiligten Fachdisziplinen.

Sie regelt die Belange

- des Tragwerks,
- des Maschinenbaus,
- der Antriebstechnik,
- der Elektrotechnik und der Steuerung,
- der Verkehrssicherungsanlagen und
- der Brückenbeleuchtung sowie
- der technischen Gebäudeausrüstung.

aber ohne
Fachdisziplinen
wie
Oberbau, LST und
OLA
- UIG/ZiE



Betriebsfestigkeit

1. Allgemeines
2. Brückentypen
3. Baugrundsätze
4. Betriebsanforderungen
5. Technische Unterlagen
6. Werkstoffe und Bauteile
7. Betriebsstoffe
8. Nachweis für die Tragkonstruktion
9. Nachweise für die Maschinenkonst. →
10. Berechnung und Konstruktion
11. Prüfung der techn. Unterlagen
12. Baudurchführung
13. Betriebshandbuch, Wartung, Einweisung, Prüfung, Brückenprüfung
1. Mängelansprüche
- Anhänge A-D

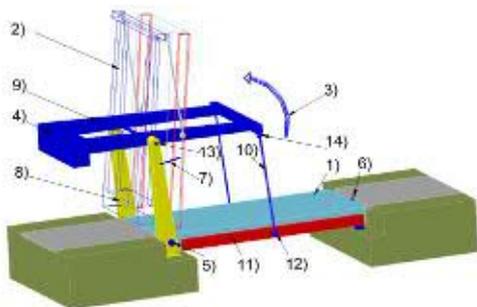
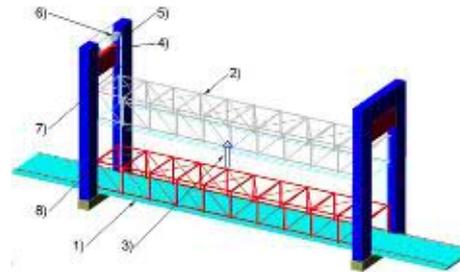
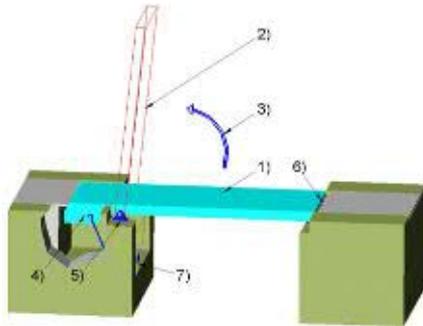
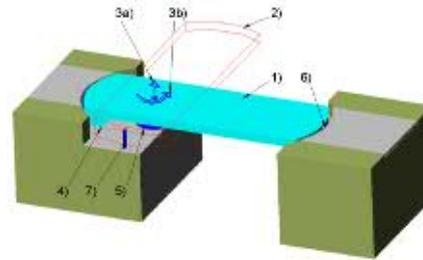
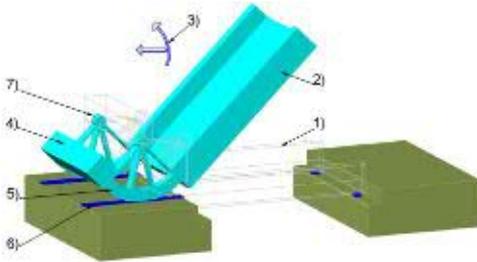
Einwirkungsart	Einwirkung	Nummer	Betriebsfestigkeit									
			$\psi \rightarrow$	ständig		vorübergehend	außergewöhnlich			Montage		
				1a ^{*)}	1b ^{*)}	2 ^{*)}	3a ^{*)}	3b ^{*)}	4 ^{*)}	5a ^{*)}	5b ^{*)}	
ständig	Konstruktionsgewicht	8.2 (1)	1,35	+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Ausbaulasten			+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
	Herstellungs- und Montageunauigkeiten	8.4.1 (1)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	
	Form- und Lageänderungen	8.4.1 (4)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			
	Massenkräfte aus planmäßigen Bewegungsvorgängen	8.4.1 (2)		+/-	⊕	⊕		⊕				
	Auftrieb	8.4.1 (1)		+	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕			
	Antriebskräfte	8.4.1 (1)		+/-	⊕	⊕	⊕					
	Schräglauf	8.4.1 (3)		+/-	⊕	⊕	⊕		⊕			
	Reibung	8.4.1 (4)		+/-	⊕	⊕		⊕	⊕			
	Puffer Zentrierung	8.4.2 (7) 8.4.2 (11)										
veränderlich	Verkehrseinwirkungen auf Treppen, Podesten und Laufstegen	8.3 (1)			⊕	⊕	⊕	⊕				
	Wind	8.4.2 (1) – (6)	+/- ³⁾		⊕	⊕	⊕			⊕		
	Temperatur	8.3 (4)-(8)			⊕	⊕	⊕	⊕				
	Schnee, Eis	8.4.2 (12)			⊕	⊕	⊕	⊕				
	Eisdruck	8.3 (9)			⊕	⊕	⊕	⊕				
	Nicht-ständige dynamische Einwirkungen, ¹⁾	8.4.5 (5)			⊕							
außergewöhnlich	Erhöhte Lagerreibung	8.4.3 (1)-(2)				⊕						
	Bewegungsbehinderungen, Einzylinderbetrieb ^{*)}	8.4.3 (3) 8.4.1 (4)					⊕					
	Schiffstoß	8.4.3 (4)						⊕				
	Herstellungs-, Montage-, Auswiege- und Reparaturzustände	8.4.4							⊕	⊕		
Montage			1,35									

Bewegliche Brücken, ZTV-ING 9-2



Brückentypen			
Klappbrücken	Fahrbahnteilung	einflügelig	
		zweiflügelig	
	Gewichtsausgleich	ohne GG	
		Rückarm	
		Waagebalken	
	Kinematik	fester Drehpunkt	Balken
			Parallelogramm
Rollklappbrücken		Momentanpol	Scherzer
Drehbrücken	Fahrbahnteilung	einflügelig	
		zweiflügelig	
Hubbrücken	Hubvorgang	hochgedrückt	
		hochgezogen	
Antriebsarten			
Mechanisch	Zahnrad, Spindeltrieb	Triebstock	
		Segment	
	Seiltrieb	Winden	Zugseile
			Friktionsantrieb
Hydraulisch	Hubzylinder	Heben	
		Drehen	
		Längsverschub	
Motor Art	Elektromotor		
	Hydromotor		
	Verbrennungsmotor		Notstrom

Auslegung, Variantenmatrix BB



Kriterien sind z.B.:

- **Risiken** (Planung, Bauausführung/Gründungen, Genehmigungsfähigkeit)
- **Auswirkungen** auf Schifffahrt, Schienenverkehr, Rad/Fußgänger, Denkmalschutz, Umwelt
- **Robustheit/Dauerhaftigkeit**
- **Betrieb und Unterhaltung** (Verfügbarkeit, Zugänglichkeit, AS, Unterhaltung/Kosten, Wartung)
- **Bauzeit**
- **Baukosten**

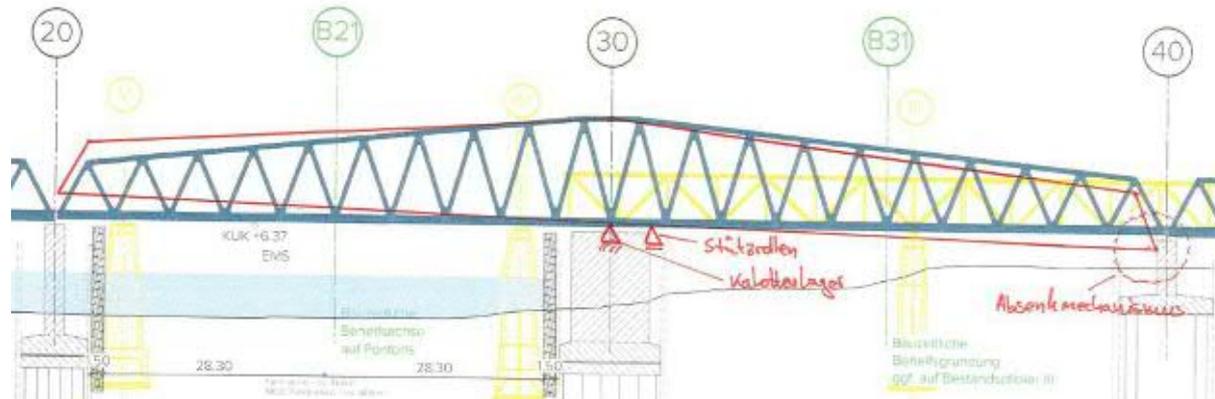
Version	1	2.1	3
Bezeichnung	Steg-Druck-Brücke	Brücke mit reiner Druckverbinding	Steg-Druck-Brücke
Entwicklungs-Entstehung	<p>Entstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abgleich der Abmessungen auf den Druckabtrag • Nachrechnung der Brücke nach den Anforderungen der Brücke • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke 	<p>Entstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abgleich der Abmessungen auf den Druckabtrag • Nachrechnung der Brücke nach den Anforderungen der Brücke • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke 	<p>Entstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abgleich der Abmessungen auf den Druckabtrag • Nachrechnung der Brücke nach den Anforderungen der Brücke • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke
Entwicklungs-Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke • Zielsetzung der Entwurfphase der Brücke
Entwicklungs-Methoden	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke 	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung der Brücke • Dimensionierung der Brücke
Entwicklungs-Status			
Entwicklungs-Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Abmessung im Vergleich zu einer anderen Variante 	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Abmessung im Vergleich zu einer anderen Variante 	<ul style="list-style-type: none"> • geringere Abmessung im Vergleich zu einer anderen Variante
Entwicklungs-Kosten	<ul style="list-style-type: none"> • sehr geringe Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Kosten

Kriterium	Variante 1 (Steg-Druck-Brücke)			Variante 2.1 (Brücke mit reiner Druckverbinding)			Variante 3 (Steg-Druck-Brücke)		
	Beurteilung	Werte	Werte	Beurteilung	Werte	Werte	Beurteilung	Werte	Werte
Entwicklungs-Entstehung
Entwicklungs-Ziele
Entwicklungs-Methoden
Entwicklungs-Status
Entwicklungs-Risiken
Entwicklungs-Kosten
Ergebnis

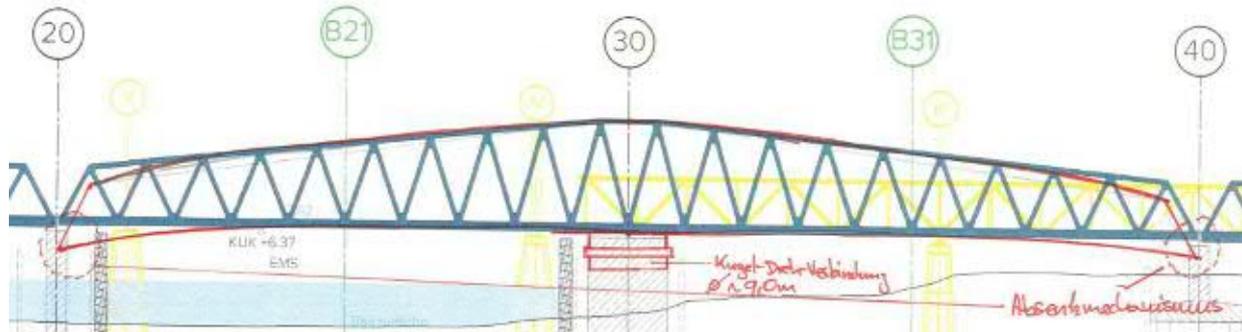
Eisenbahnbrücke bei Weener (Friesenbrücke)



Varianten Antrieb Vorentwurf



Kipp-Drehbrücke



Drehbrücke



Hub-Drehbrücke

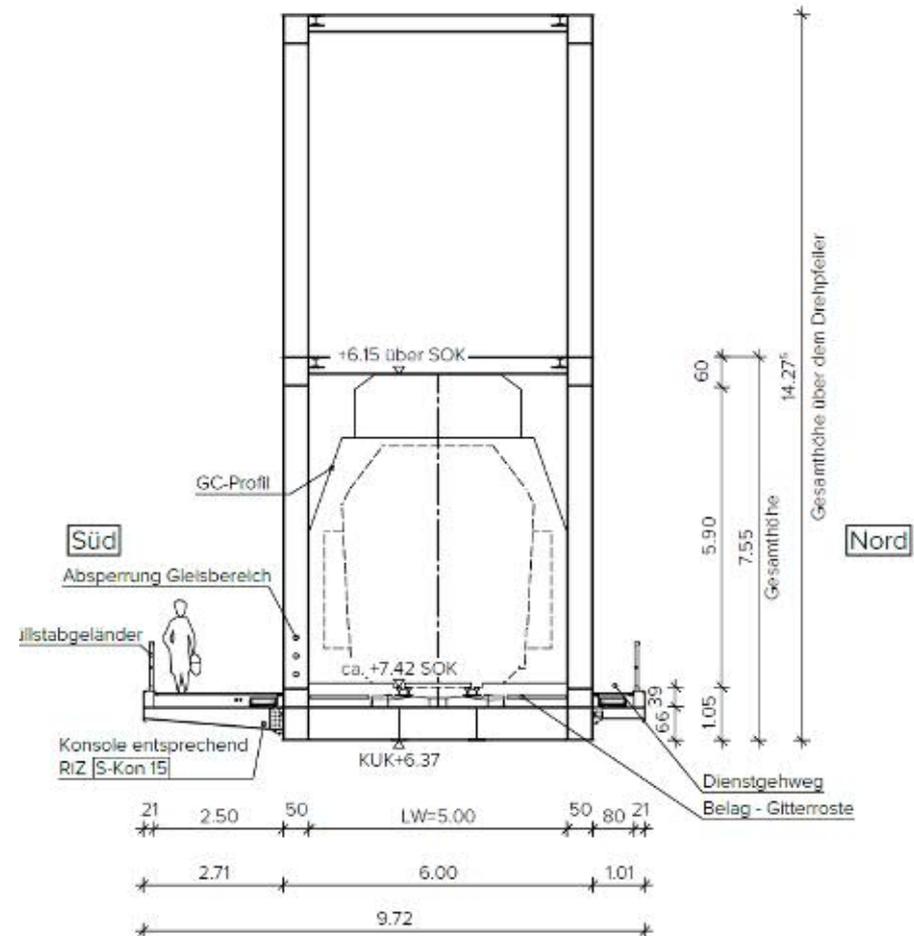
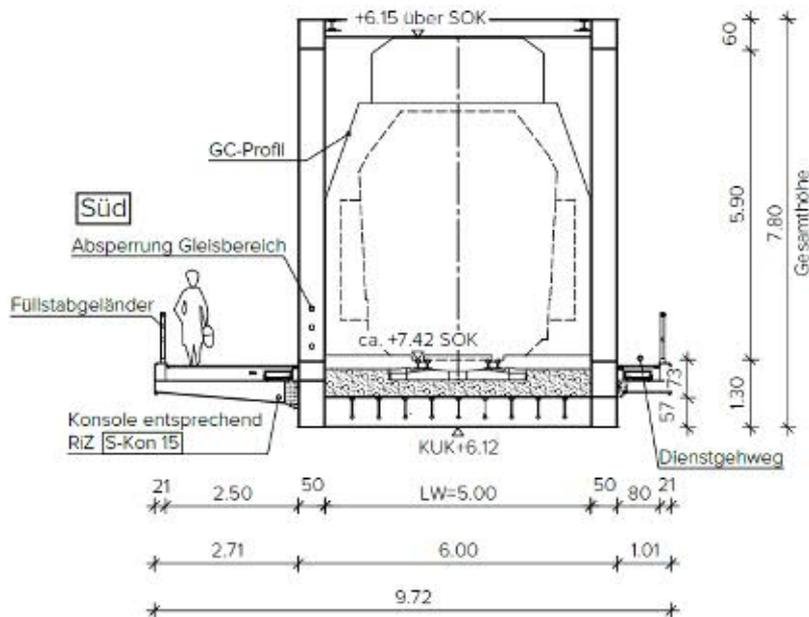
Regelquerschnitt M1:100

Überbau Drehbrücke - Fahrbahn mit direkter Schienenbefestigung

➔ Querschnittsausbildung

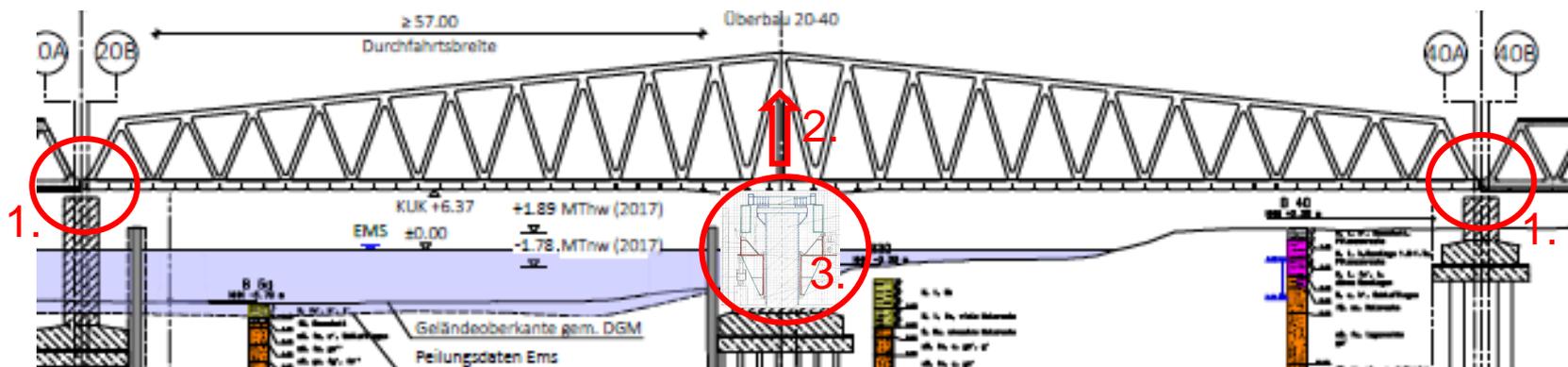
Regelquerschnitt M1:100

Überbau Vorlandbereiche - Fahrbahn mit Schotter



Entkoppelung des Antriebes vom Bahnbetrieb

Hub-Dreh-Brücke – Funktion

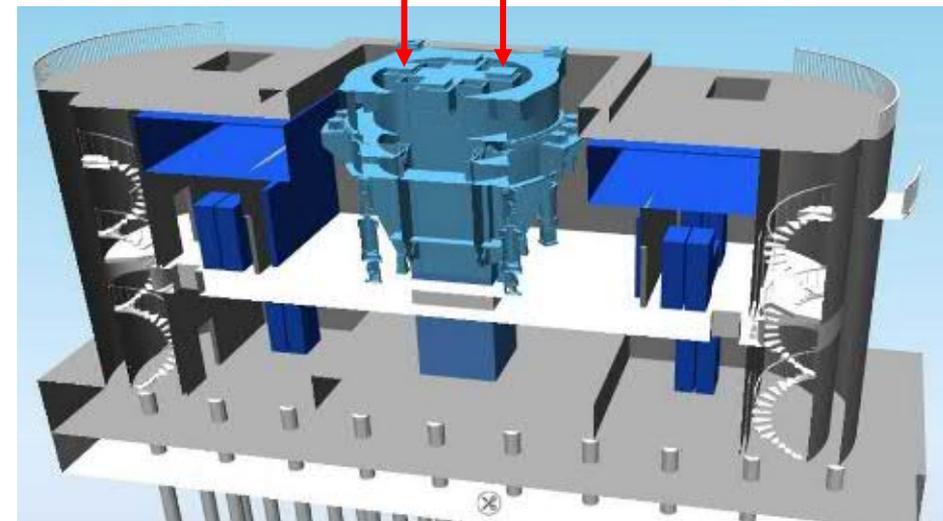
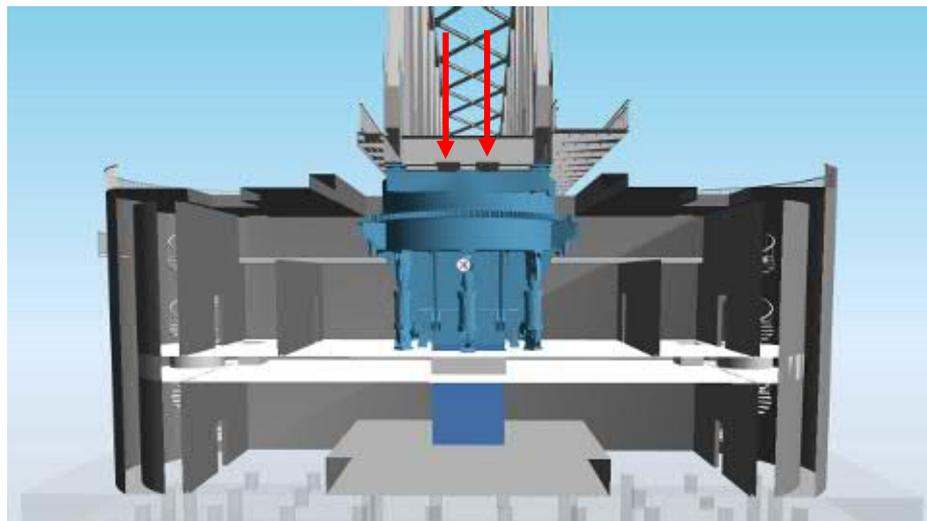
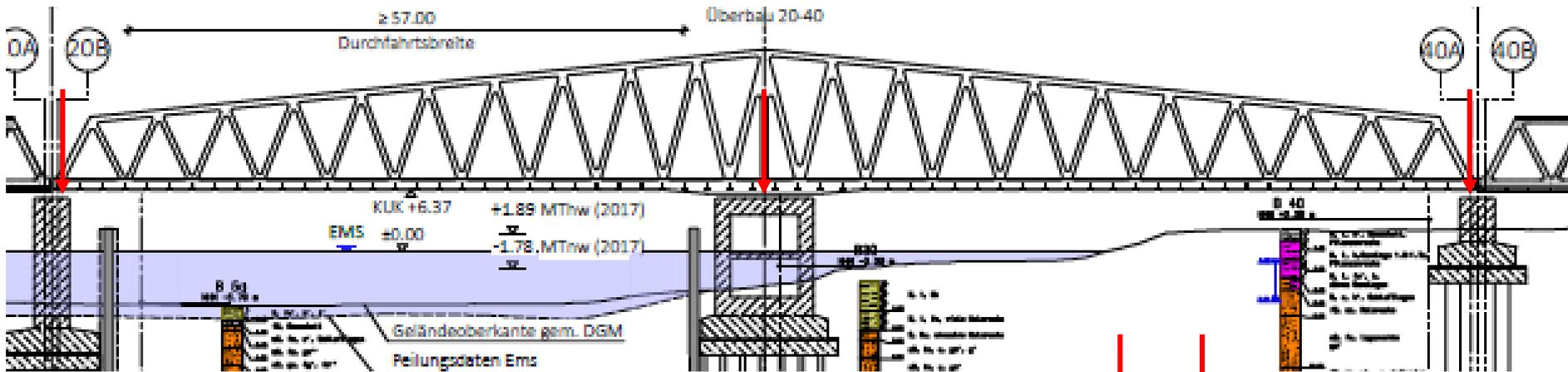


- Bewegungsablauf:
1. Entriegeln der Brücke einschl. Gleistrennung
 2. Freisetzen der Brückenenden durch Anheben am Drehpfeiler
 3. Drehen der Brücke über Hydroantriebe und Drehkranz

Eisenbahndrehbrücke Weener



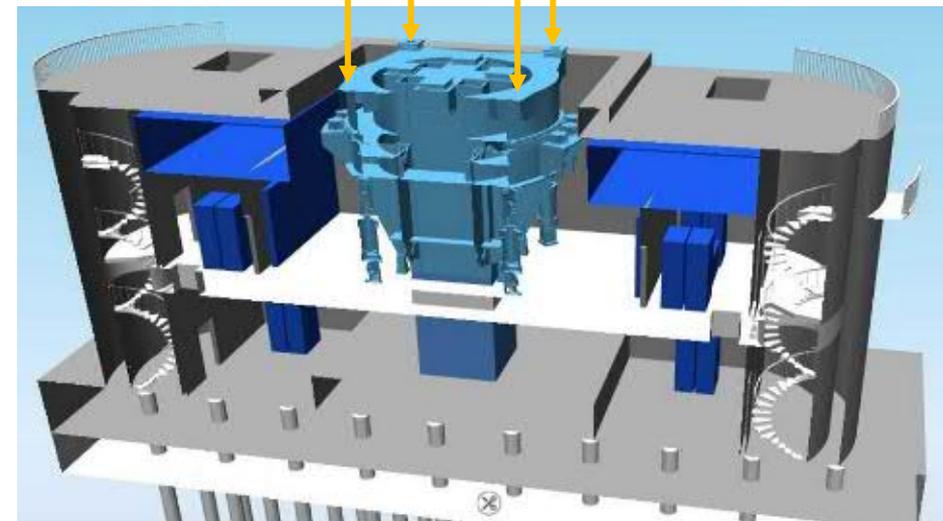
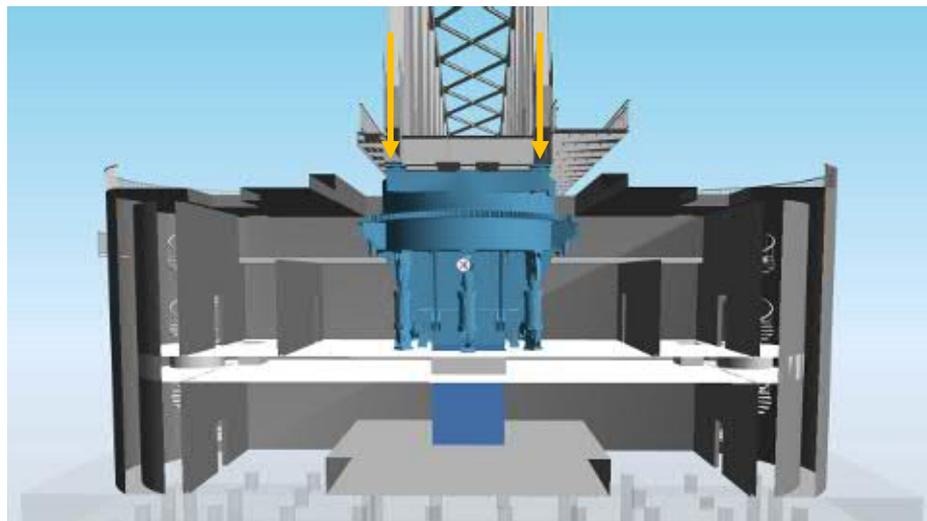
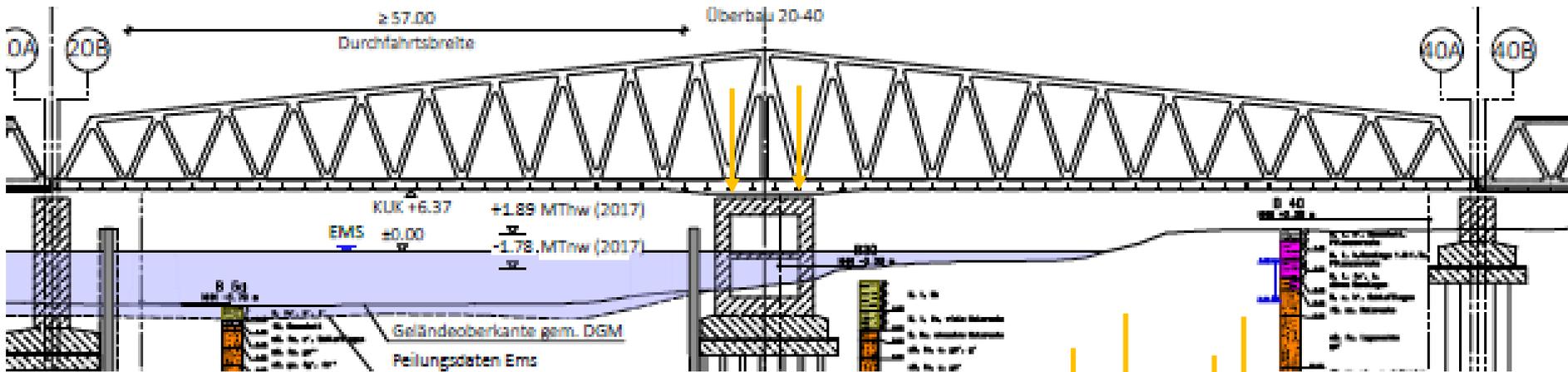
➔ Lastabtragung Verkehrslage, kein Koppelung zw. Antrieb und Brücke



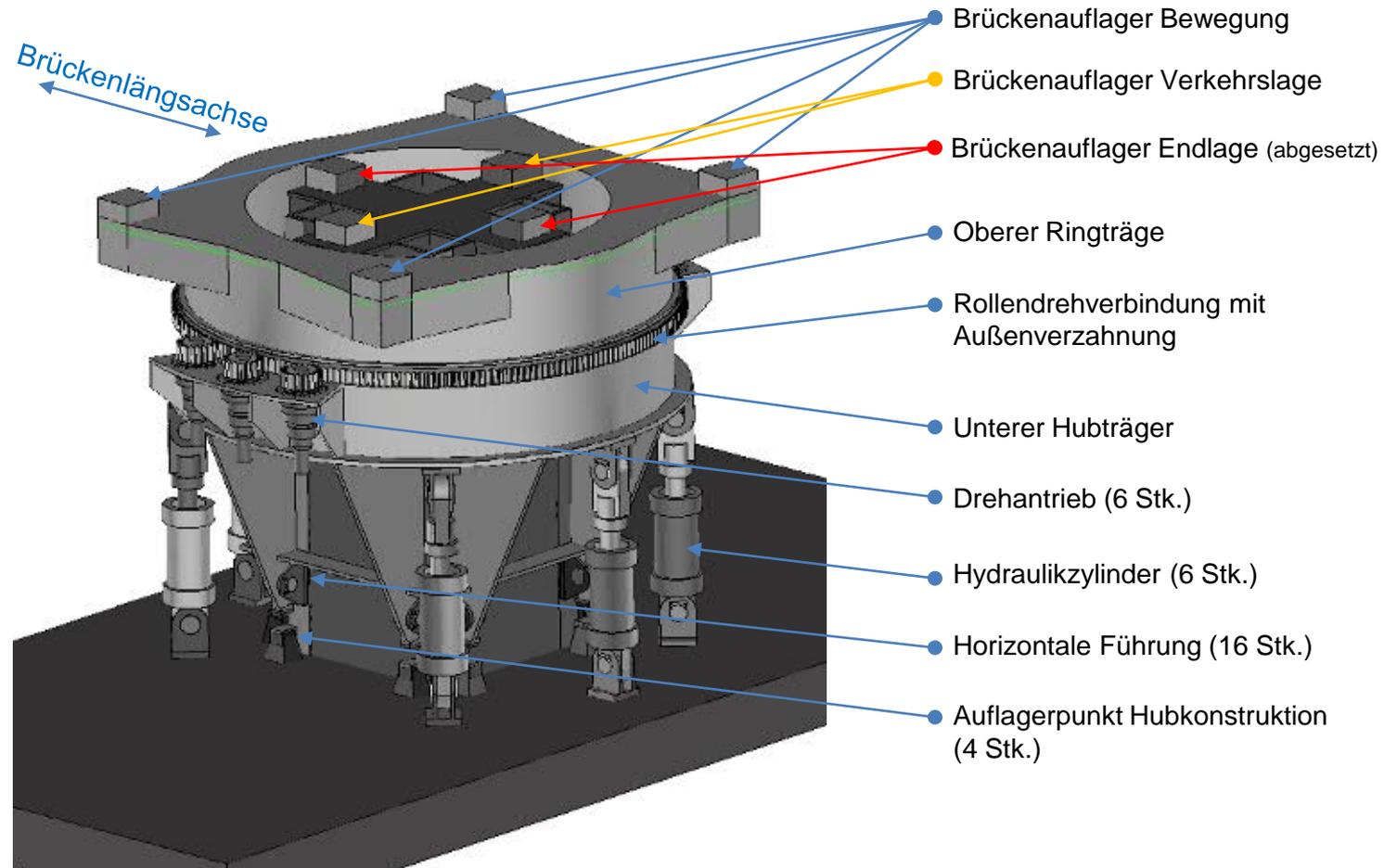
Eisenbahndrehbrücke Weener



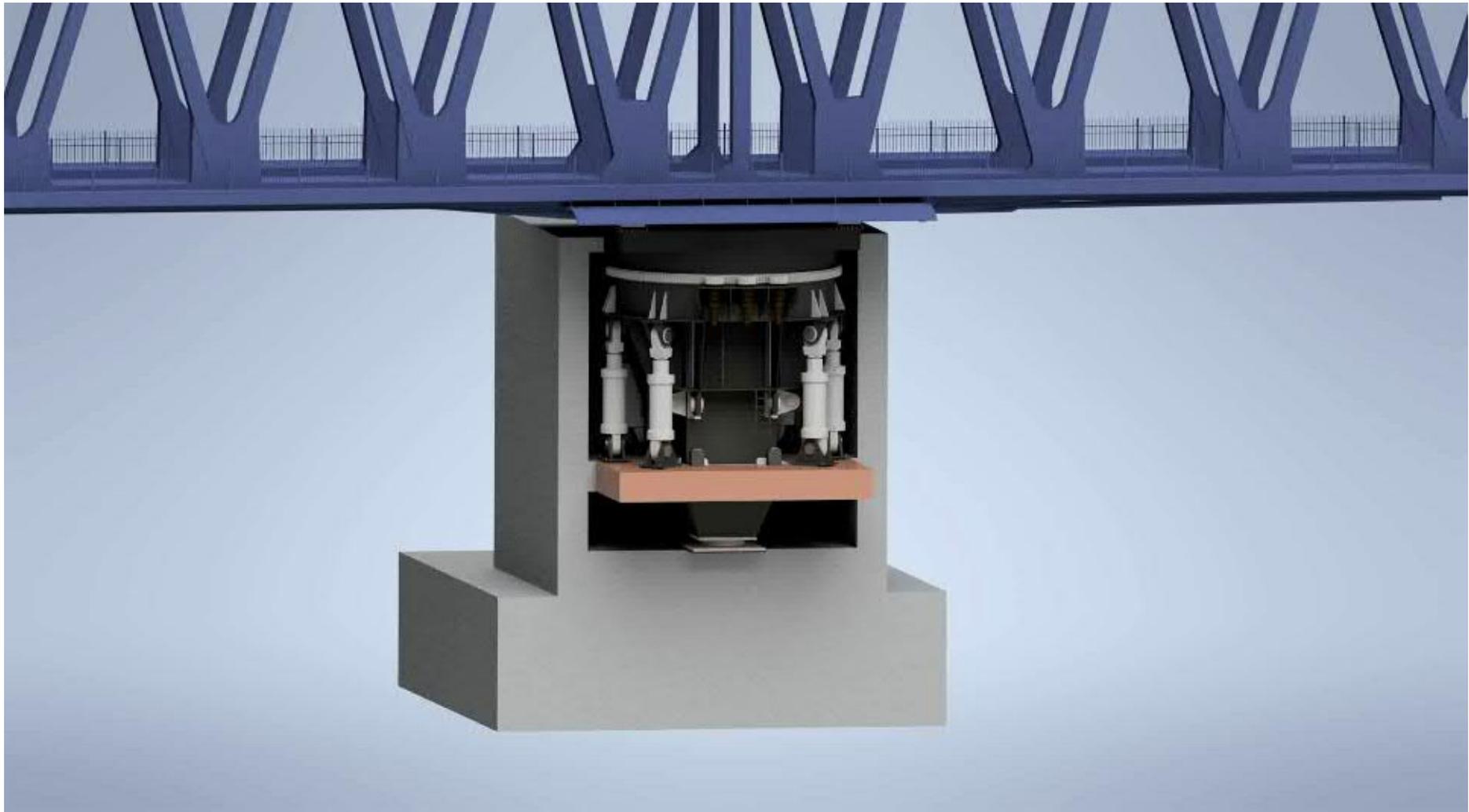
➔ Lastabtrag Drehvorgang, geöffnete gehobene Stellung



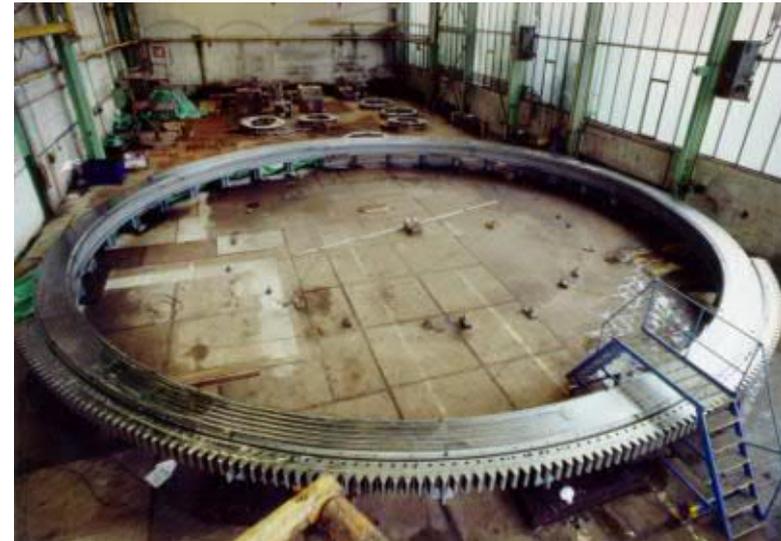
➔ Hub-Dreh-Brücke – Übersicht der beweglichen Bauteile, Drehpfeiler



Eisenbahndrehbrücke Weener



Bsp. Drehbrücke mit Kugeldrehverbindung



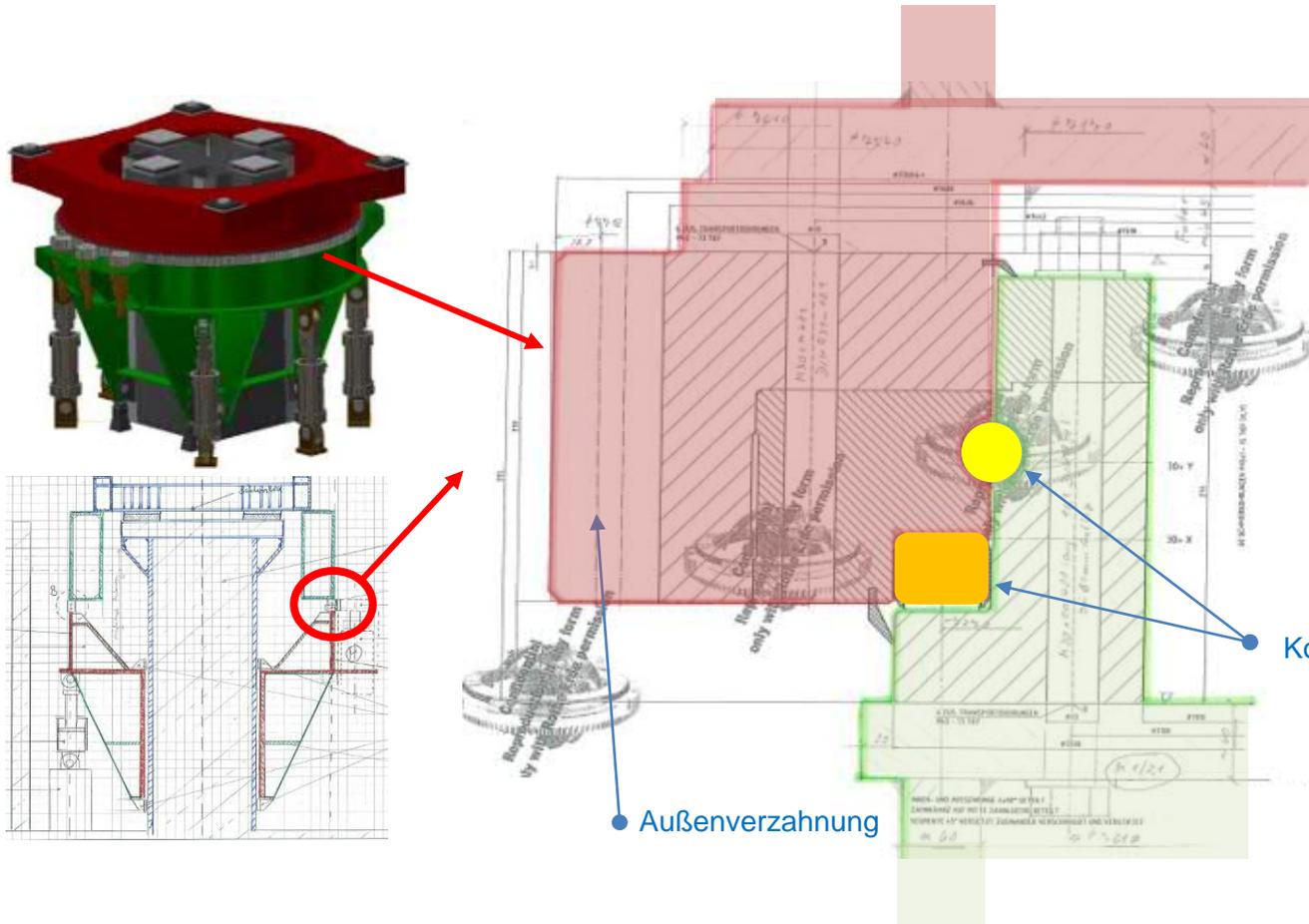
Bilder: El Ferdan (alt) Stahlbau 68 (1999), Heft 5

El Ferdan (Neubau): Beratung, Prüfung Maschinenbau/Antriebstechnik (SP als NU Arenas & Asociados)

Eisenbahndrehbrücke Weener



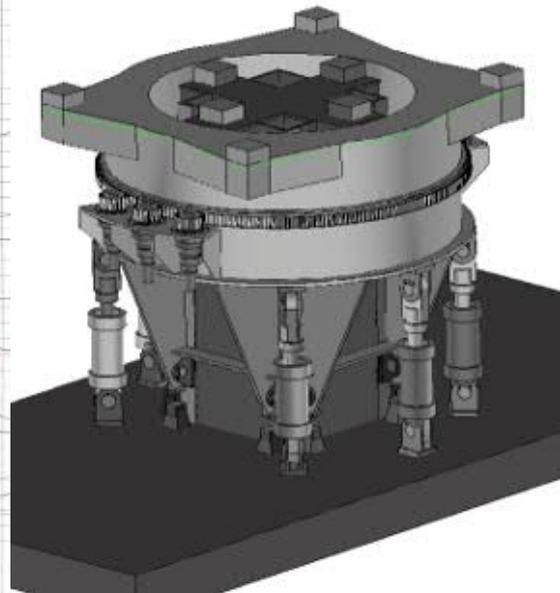
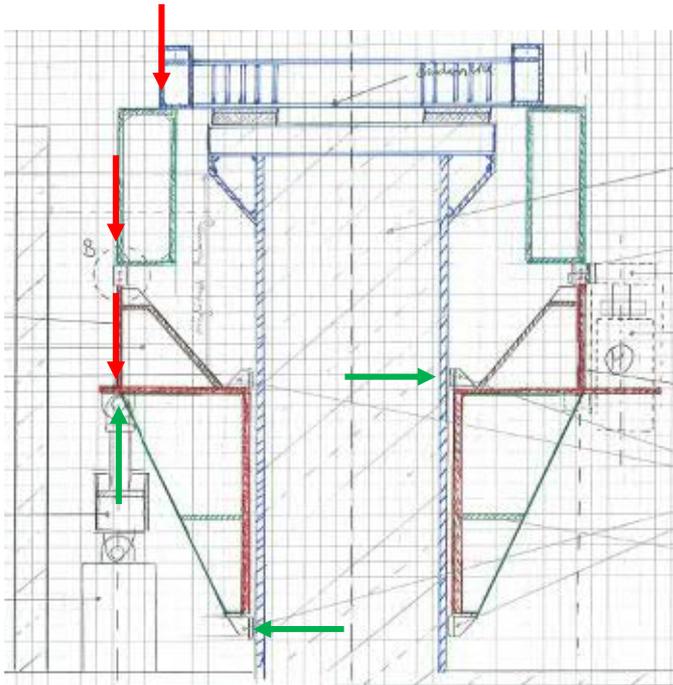
Hub-Dreh-Brücke – Übersicht der beweglichen Bauteile, Rollendrehverbindung



Drehbewegung:

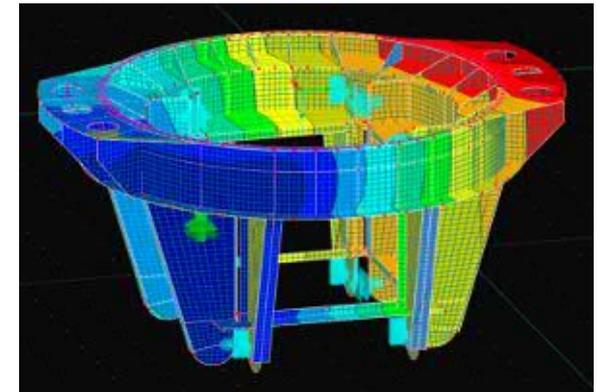
- Der Obere Ring- (rot) und untere Hubträger (grün) sind über eine Rollendrehverbindung miteinander verbunden.
- Der obere Ringträger ist mit der Brücke verbunden und kann über die Außenverzahnung gedreht werden.
- Der untere Hubträger ist fest mit den Hubzylindern, den Hydromotoren und drehgesichert mit dem Führungselement verbunden.

➔ Hub-Dreh-Brücke – Übersicht der beweglichen Bauteile

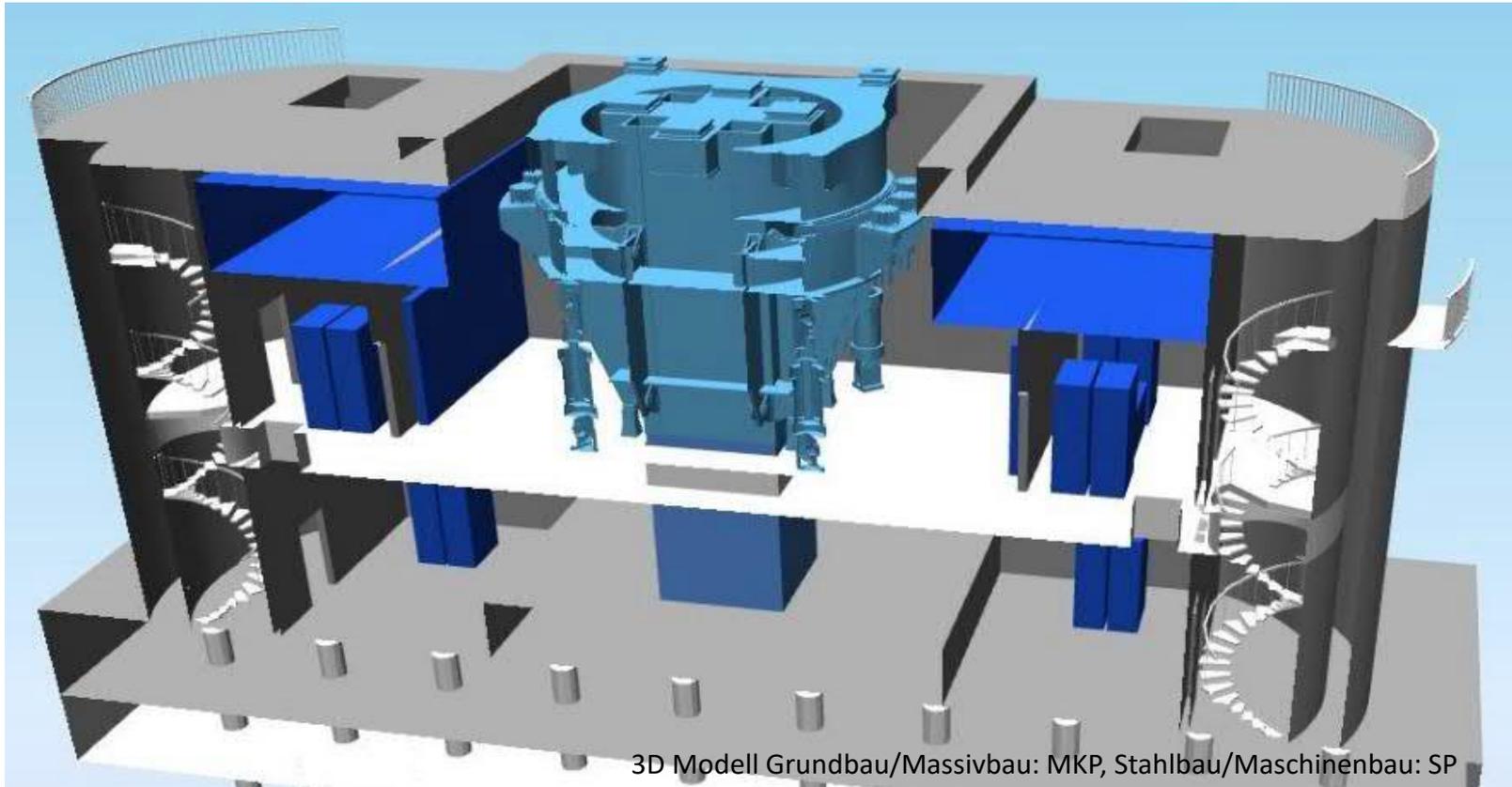


FE-Berechnung Ringträger:

- Aufwendige FE-Berechnung notwendig
- Einhaltung der Verformungen aus den Anforderungen der Rollendrehverbindungen



➔ Drehpfeiler, TA

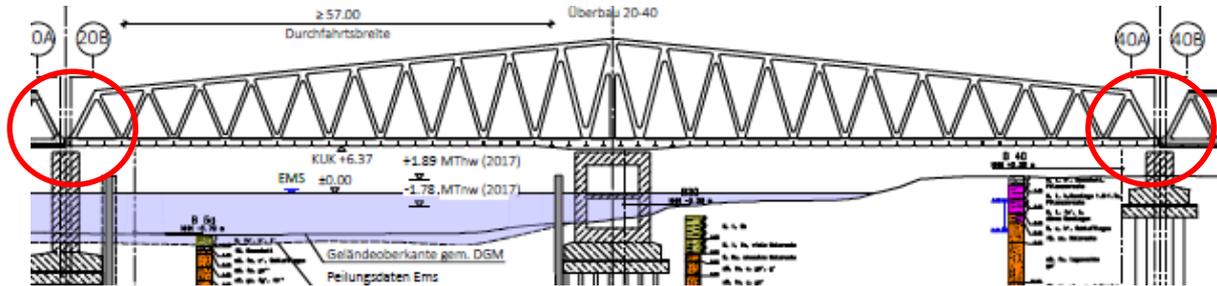


- Antriebstechnik mit Zylindern, Hydromotoren, Hydraulikaggregat
- Maschinennahe Steuerung
- Kranbahn/Kettzüge und Dachluken für De-/Montage von TA Komponenten
- Zugang zum Drehpfeiler auch bei geöffneter Brücke, Zugänglichkeit Wartung

Eisenbahndrehbrücke Weener



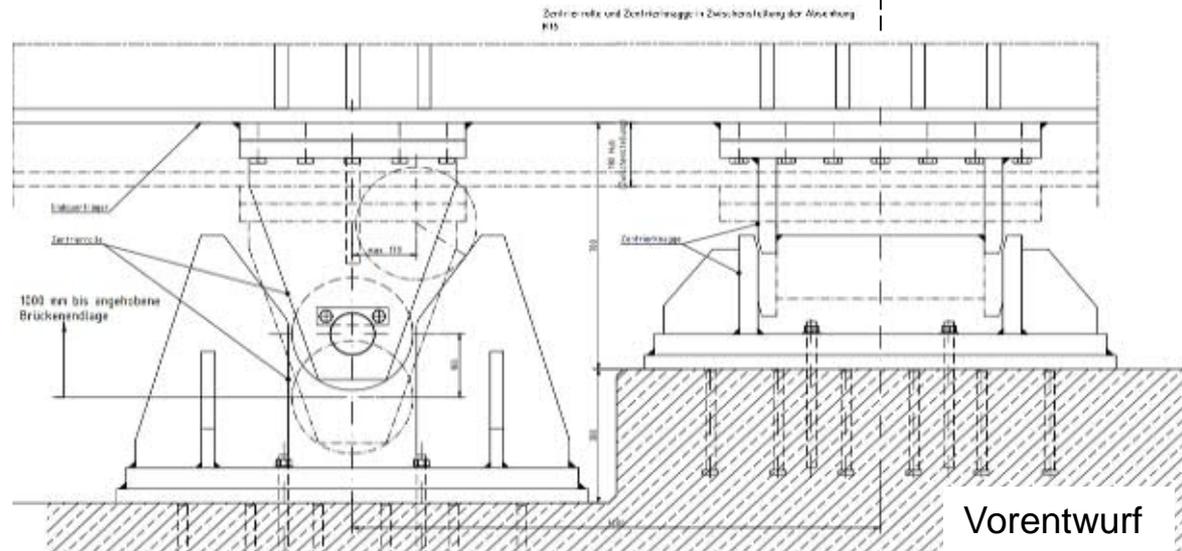
→ Spitzenauflager



Gleisachse

Funktion:

- Brücke dreht in die Verkehrslage ein, der seidl. Anschlagpunkt aus Kranpuffern wird planmäßig nicht angefahren
- Vorzentrierungsrolle mit Spiel von +/- 10 mm
- Zentrierknagge mit Untermaß, in der Verkehrslage zur Übertragung der Horizontallasten
- Dämpfer, dienen zum abdämpfen von Schwingungen



Vorentwurf

➔ Schienenübergang

Voraussetzungen:

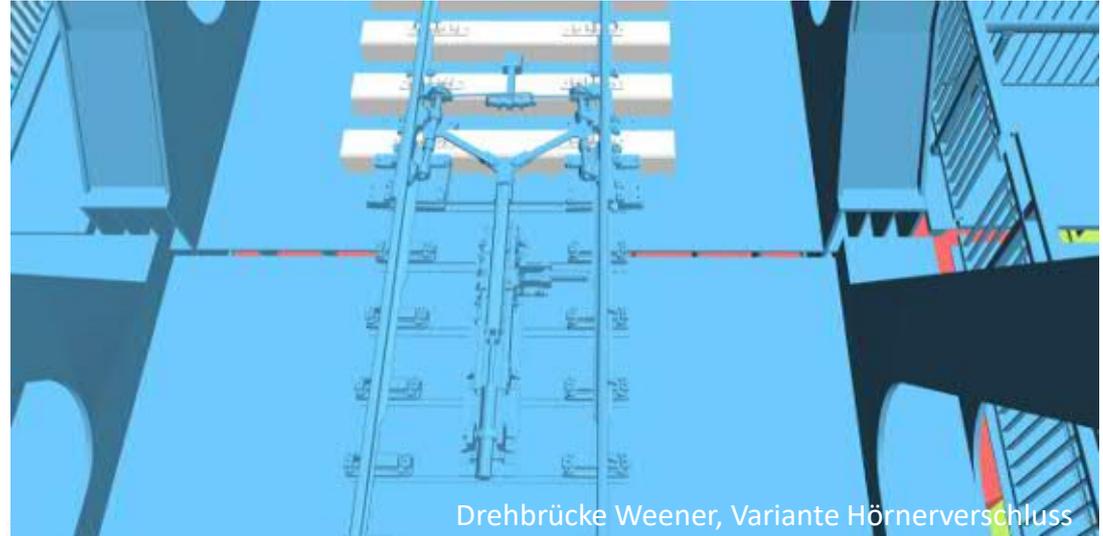
- Einhaltung der Endtangentialwinkel gem. Anforderungen an eine Feste Fahrbahn
- Berücksichtigung der Temperaturverschiebungen
- Angaben für Schienenauszüge gem. RIL 804.3101 Abs. 10

Wesentliche Bauteile Hörnersverschluss

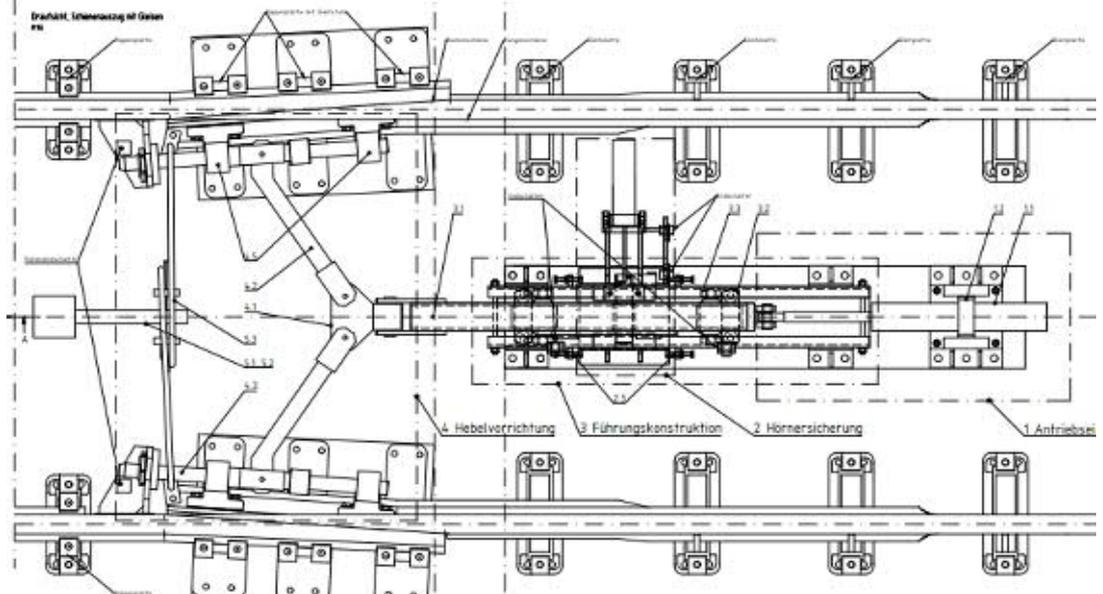
- Antriebseinheit (hydraulisch)
- Verriegelung (hydraulisch)
- Hörnersicherung
- Führung
- Endschalter (über Brückensteuerung)

Abstimmungen

- Konstruktion mit Oberbau
- Einbau Weichenheizung
- Sicherheitsabfragen durch LST



Drehbrücke Weener, Variante Hörnerschluss



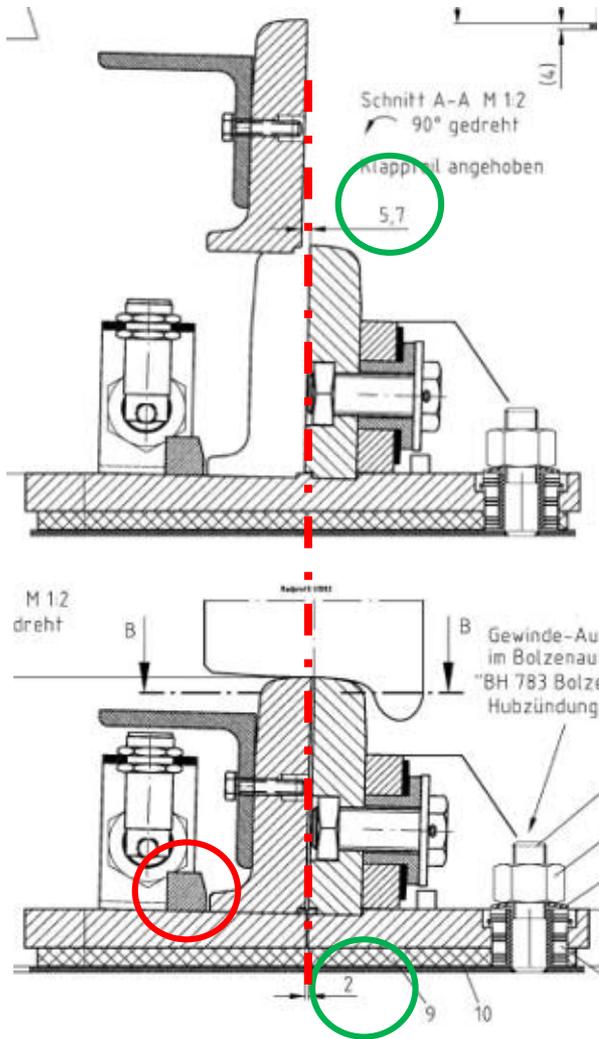
Drehbrücke Elsfleth, Variante Hörnerschluss

Varianten Schienenübergang



Peenebrücken Anklam, Klappfugenstoß

Varianten Schienenübergang

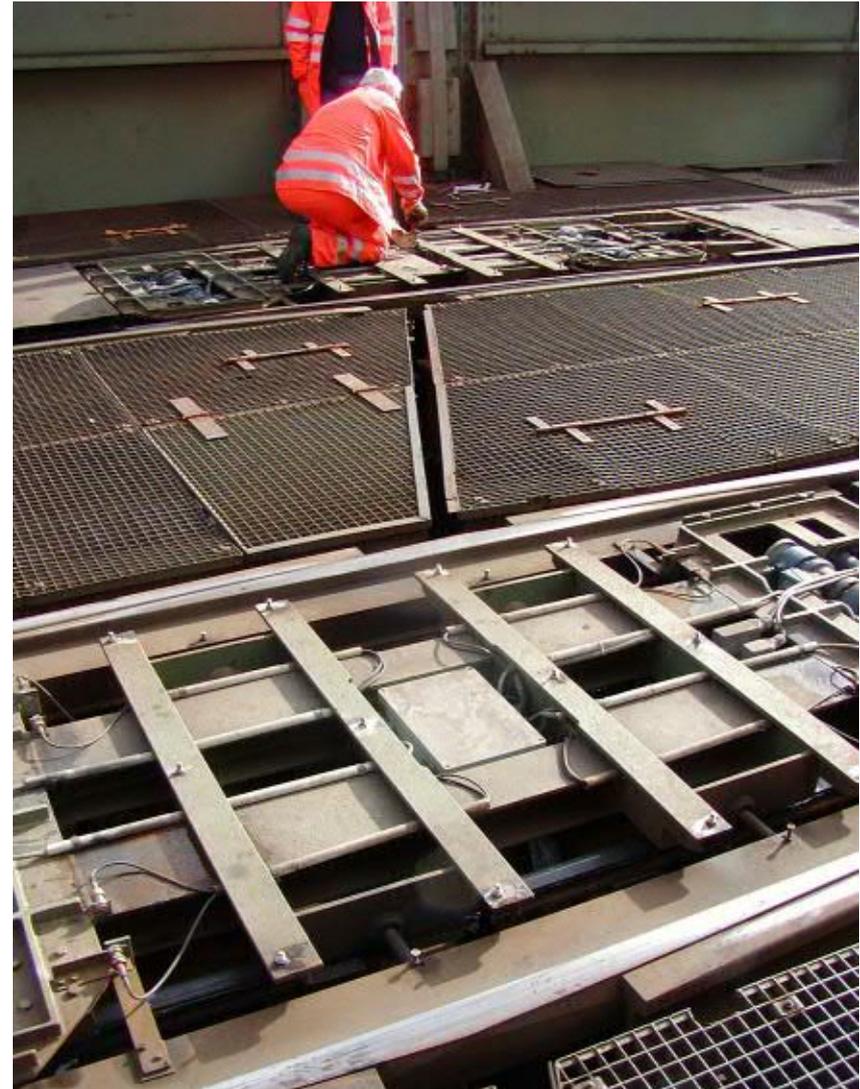


Peenebrücke Anklam, Klappfugenstoß



Zulässiger Höhenversatz Schienen: 2 mm

Varianten Schienenübergang



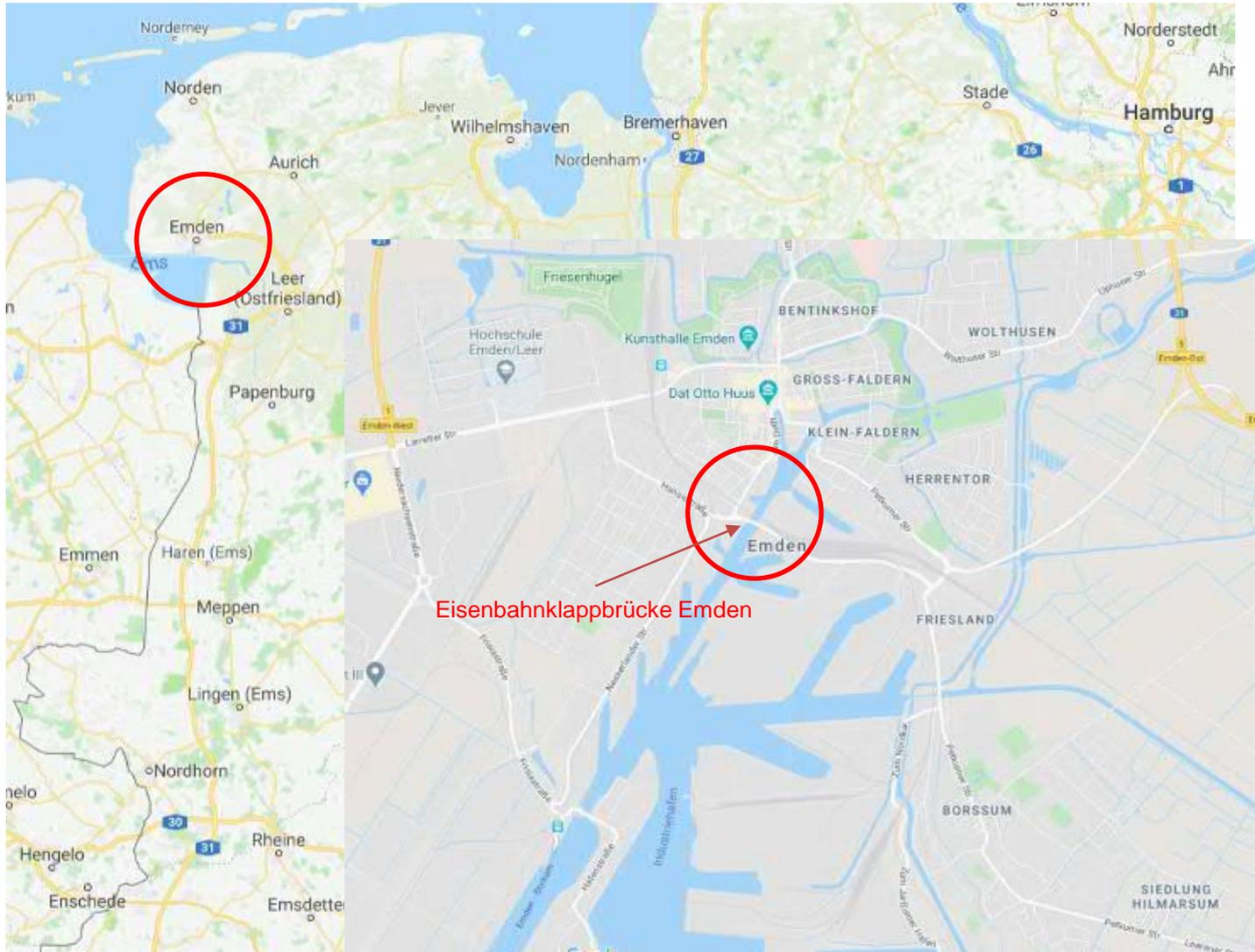
Rollklappbrücke Oldenbrug (2-flügelige Scherzerbrücke) , Schienenauszug (Doppelzungenwagen)

Varianten Schienenübergang



Eisenbahnklappbrücke Emden, Schienenauszug

Eisenbahnklappbrücke Emden



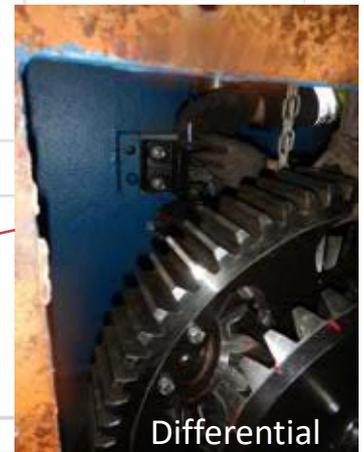
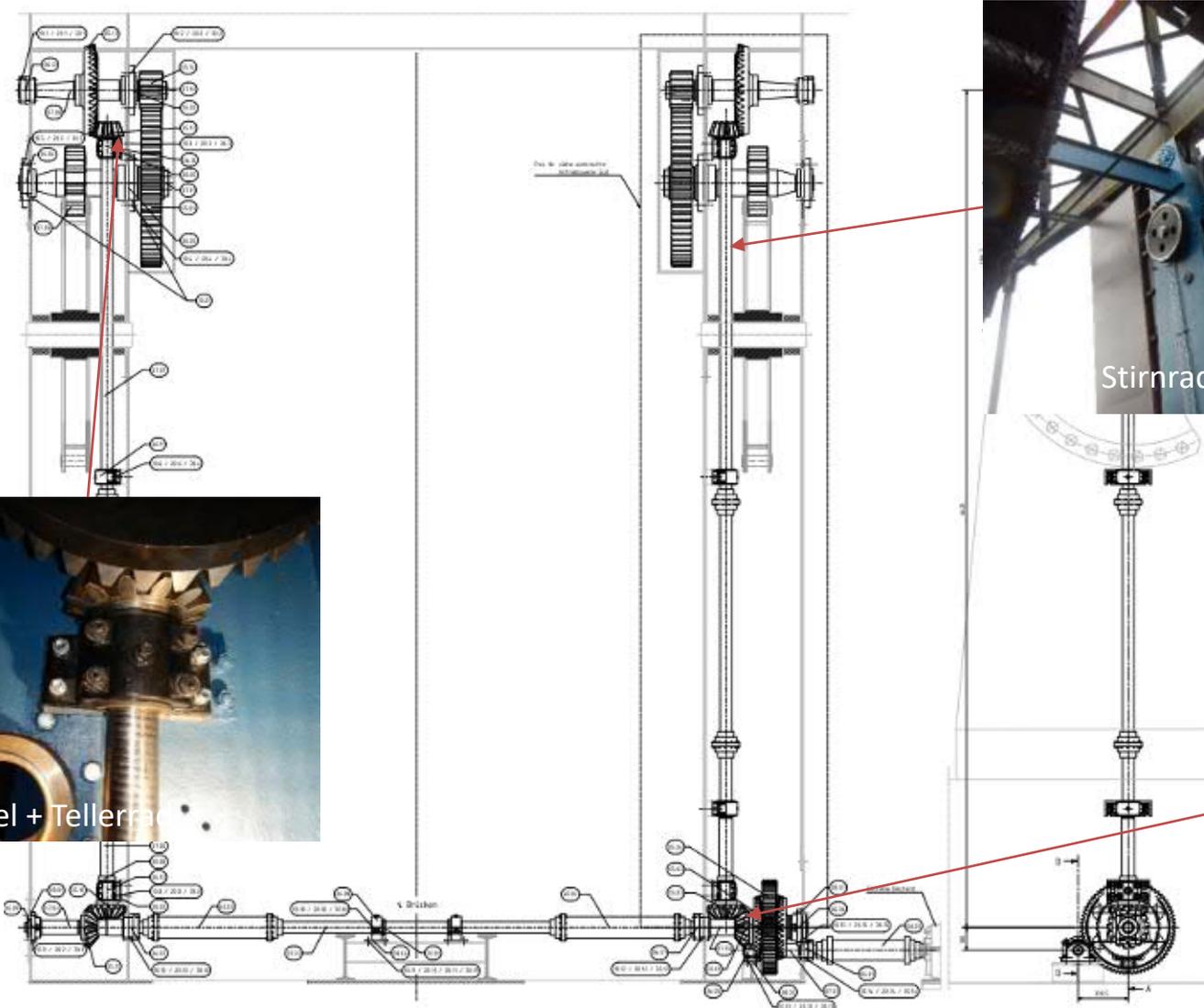
Eisenbahnklappbrücke Emden



Klappbrücke Emden, Instandsetzung Antrieb



Eisenbahnklappbrücke Emden



- Amtliche Netze
- Sondernetze
- Pfeiler/Wiederlager, Sohle/Drempel

cm

- Grundbau
- Massivbau

Objektbau
(Arge oder GU)

- Bewegungsapparat

mm

- Brückenklappe
- Verschluss
- Fahrbahnübergang, Schienenauszug
- Antrieb

Stahlbau
(Arge-Partner oder NU)

- Oberfläche

µm

- Buchsen
- Gelenklager
- Bolzen

Maschinenbau
(mehrere NU)

Vermessung, Toleranzen



Schnittstellen Massivbau/Stahlbau/Maschinenbau

Vermessung, Toleranzen



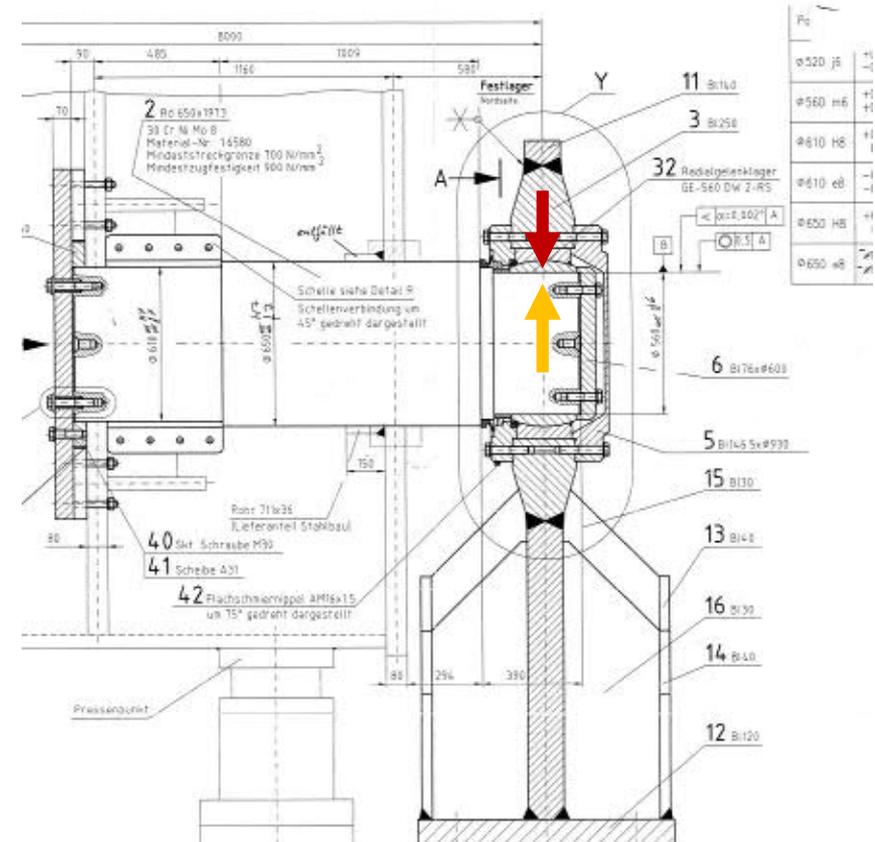
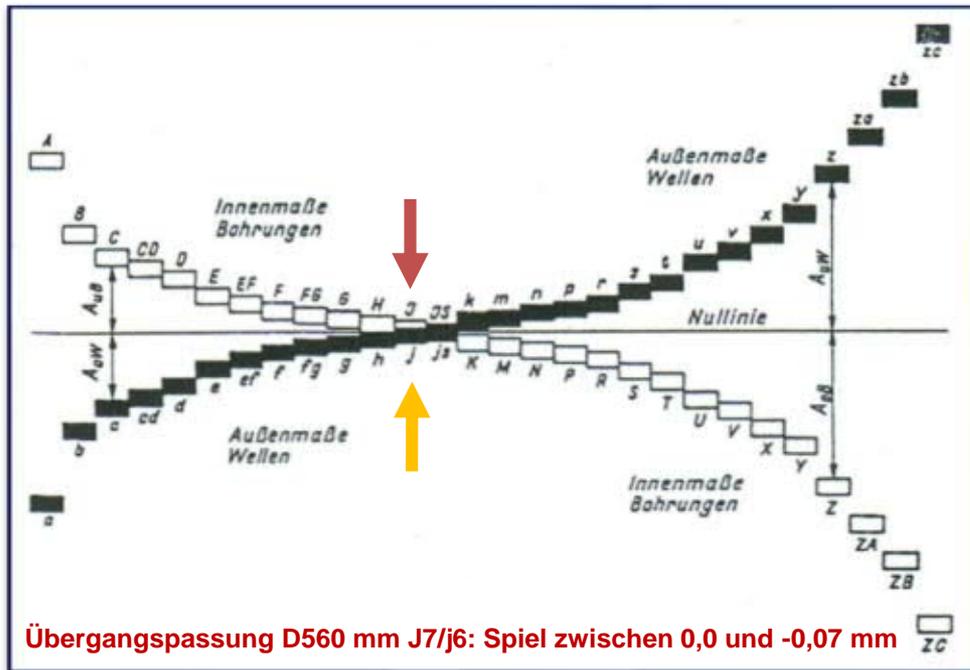
Schnittstellen Massivbau/Stahlbau/Maschinenbau

Vermessung, Toleranzen



Schnittstellen Massivbau/Stahlbau/Maschinenbau

Passungspaarungen Lager





Bewegliche Eisenbahnbrücken
 Kreuzungsbauwerk von Wasserstraße und Bahntrasse
 durch das der Verkehr für die kreuzenden
 Verkehrswege wechselseitig freigegeben oder gesperrt wird.

