

Schienenauszüge

Schienenauszugsvorrichtungen,
Brückensonderstützpunkte gegen abhebende Kräfte und
Hochelastische Stützpunkte zur Brückenentdröhnung

VORWORT

- » Schienenauszugsvorrichtungen (SAV) werden in Brückenkonstruktionen eingesetzt, um die unterschiedlichen Längenänderungen zwischen Gleisoberbau und der Brücke auszugleichen, die sich aus thermischen Kräften, Brems- und Beschleunigungskräften sowie aus Kriechen und Schwinden des Betons der Brückenkonstruktionen ergeben. Wie alle anderen Gleisbaukomponenten müssen SAV auch Räder tragen und sicher führen.
- » Im Detail bedeutet dies, dass SAV die Längenänderungen der Schienen und die sich verändernden Brückenfugenweiten kompensieren, vertikale und horizontale Drehungen der Bauwerksenden aufnehmen und unterschiedliche Gleiselastizitäten auf beiden Seiten der SAV ausgleichen müssen.
- » SAV können eine wichtige Rolle in der Konzeption von Brückenentdröhnungen spielen.
- » Manchmal werden SAV in den Planungs- und Entwurfsphasen von Brückenprojekten unterschätzt und können damit später die Ursache von Betriebs- und Wartungsproblemen für Betreiber und Instandhalter werden.

INHALT

1. Das voestalpine BWG-Schienenauszugssystem
 - a. Aufbau und Funktion
 - b. Grundsätzliche Vorteile
 - c. Auszug aus den Referenzen
2. Sonderstützpunkte für die Übergangsbereiche an Brücken
3. Hochelastische Stützpunkte zur Brückenentdröhnung
 - a. Auszug aus den Referenzen
4. Neueste Herausforderungen

DAS voestalpine BWG- SCHIENENAUSZUGSYSTEM

1.a. AUFBAU UND FUNKTION

Das voestalpine BWG-Schienenauszugsystem, das Anfang der 1990er Jahre entwickelt wurde, umfasst drei Typen mit Auszugslängen bis zu ± 600 mm.

Neue Typen mit einer Auszugslänge bis zu ± 900 mm und einer Auszugslänge bis zu ± 600 mm für Schwerlasten befinden sich derzeit in der Endphase der Genehmigung der chinesischen Eisenbahn.

SAV 300:	Auszugslänge bis zu ± 150 mm
SAV 600:	Auszugslänge bis zu ± 300 mm
SAV 1200:	Auszugslänge bis zu ± 600 mm
SAV 1200 AD:	Auszugslänge bis zu ± 600 mm
	AD = advanced für Schwerlast
SAV 1800:	Auszugslänge bis zu ± 900 mm

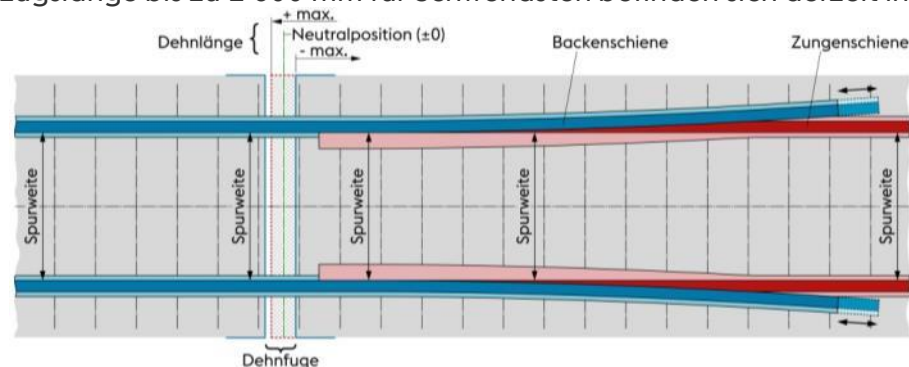


Abb. 1: Aufbau und Arbeitsweise

Im Schienenauszug werden die Gleisschienen so getrennt, dass ein flach geneigter Schrägstoß ohne Fahrkantenunterbrechung entsteht. Das voestalpine BWG-Schienenauszugsystem besteht aus längsverschiebbaren Backenschienen und einer nahezu feststehenden Zungenschienen, wie in EN 13232-8, Abschnitt 3.2.2.1 beschrieben. Die Abb. 1 zeigt den Aufbau und die Funktionsweise.

1.a. AUFBAU UND FUNKTION

Die Überbrückung der Brückenfuge ist in Abhängigkeit von der Auszugslänge des Schienenauszuges unterschiedlich gestaltet.

Die Konstruktionen werden hinsichtlich des erforderlichen Trägheitsmoments, der zulässigen Schienendurchbiegung und der zulässigen Schienenfußspannung so angepasst, dass die zulässigen Werte und der zulässige Stützpunktstand von max. 0,65 m eingehalten werden können.

- » bis zu 300 mm (± 150 mm): Standardschienen mit Laschenverstärkung über der Brückenfuge
- » bis zu 600 mm (± 300 mm): Verwendung einer Stahlhilfsschwelle, die an Überbrückungsträgern befestigt ist, die eine Längsbewegung ermöglichen. Die Hilfsschwelle wird durch ein Scherensystem in der Fugenmitte zentriert.
- » bis zu 1200 mm (± 600 mm): Verwendung von zwei Stahlhilfsschwellen, die an Überbrückungsträgern befestigt sind, die eine Längsbewegung ermöglichen. Die Hilfsschwellen werden durch ein Scherensystem auf gleichmäßigen Abstand gehalten.
- » bis zu 1800 mm (± 900 mm): Verwendung von vier Stahlhilfsschwellen, die an Überbrückungsträgern befestigt sind, die eine Längsbewegung ermöglichen. Die Hilfsschwellen werden durch ein Scherensystem auf gleichmäßigen Abstand gehalten.

In Abhängigkeit von den spezifischen Rahmenbedingungen der Brückenkonstruktion und möglicher Sonderkonstruktionen für die Fugenüberbrückung (z.B. Einbau von Übergangsplatte oder Überbrückungselementen) sind auch größere Auszugslängen ohne das gezeigte Scherensystem oder Stahlschwellenkonstruktionen möglich.

1.a. AUFBAU UND FUNKTION

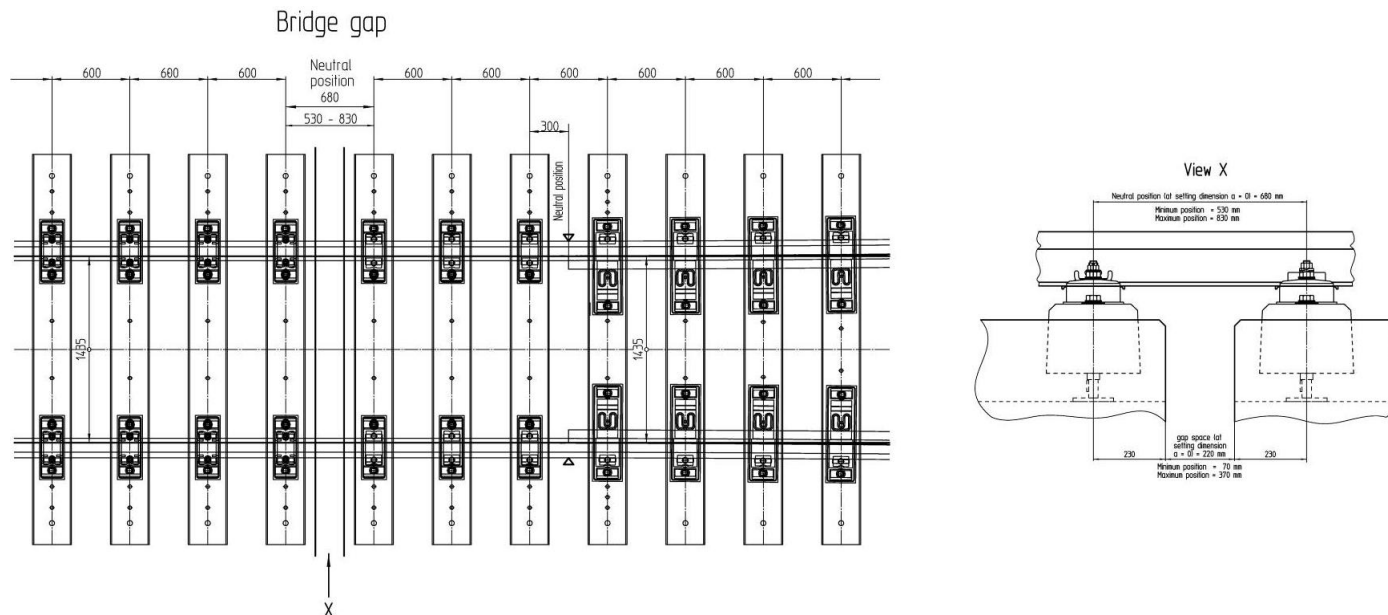


Abb. 2: Schienenauszug SAV 300 (ohne Scherensystem)

1.a. AUFBAU UND FUNKTION

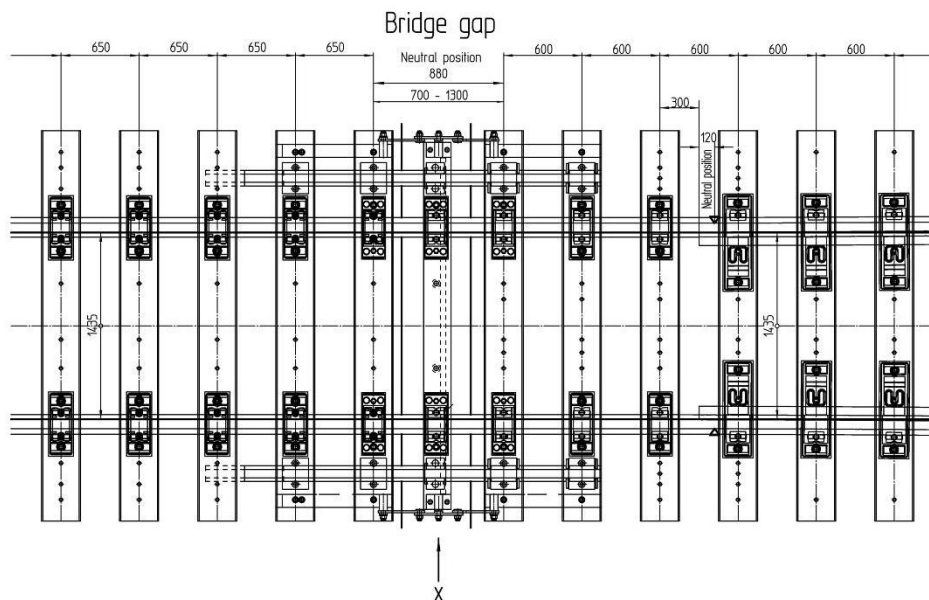
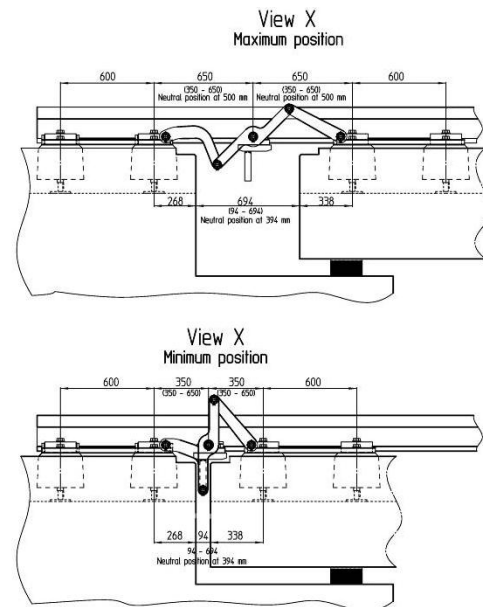


Abb. 3: Schienenauszug SAV 600 (mit einer Stahlhilfsschwelle und Scherensystem)



1.a. AUFBAU UND FUNKTION

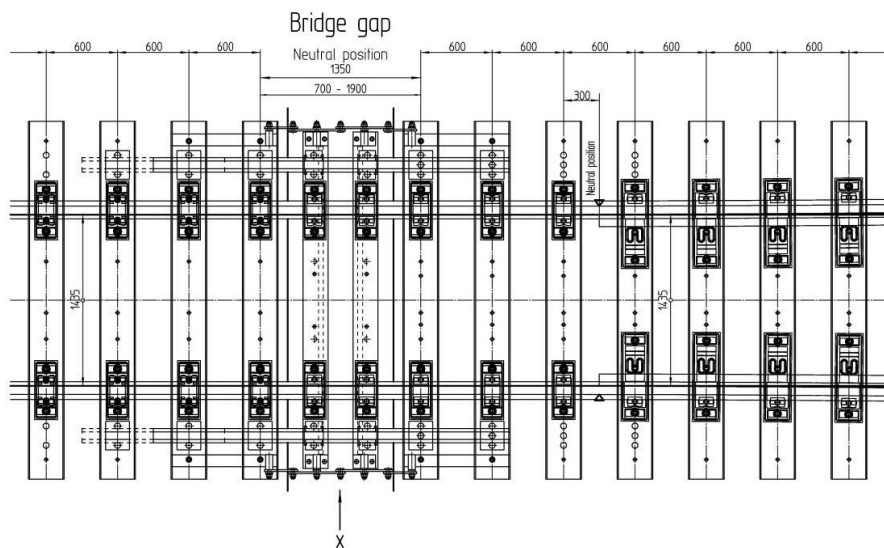
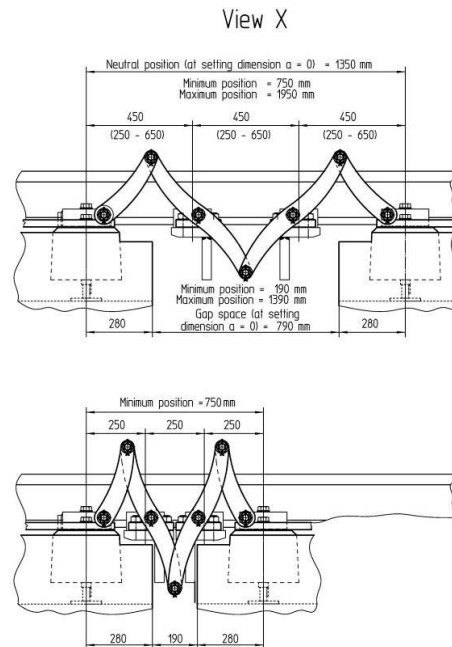


Abb. 4: Schienenauszug SAV 1200 (mit zwei Stahlhilfsschwellen und Scherensystem)



1.a. AUFBAU UND FUNKTION

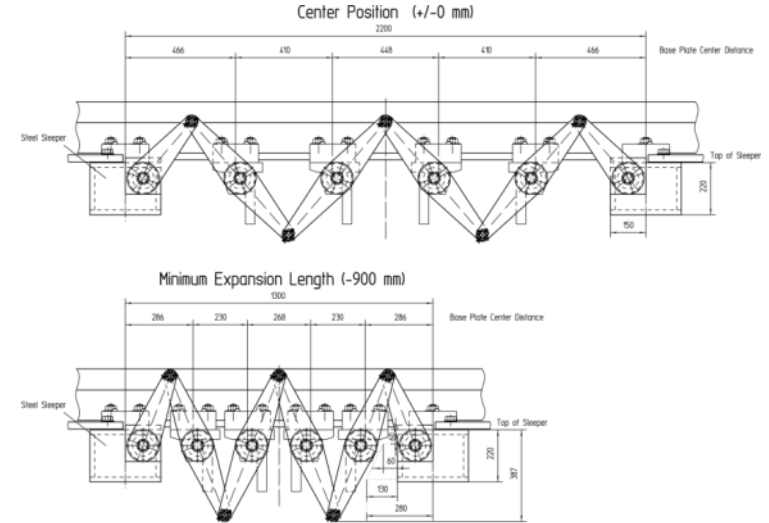
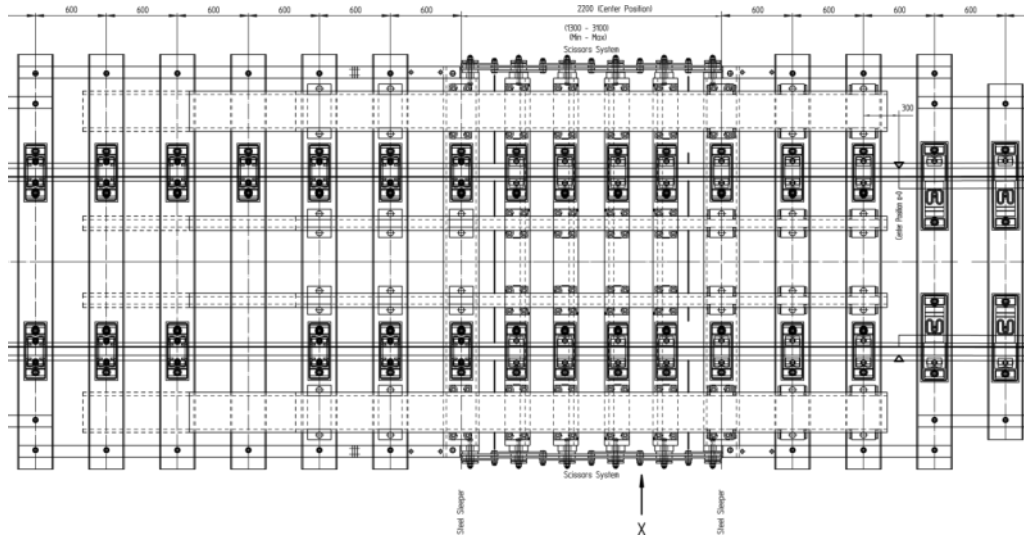
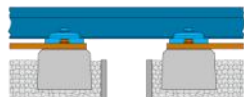
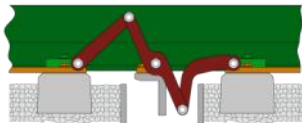


Abb. 5: Schienenauszug SAV 1800 (mit vier Stahlhilfsschwellen und Scherensystem)

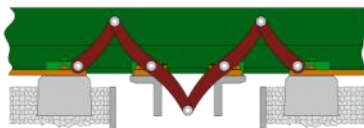
1.a. AUFBAU UND FUNKTION



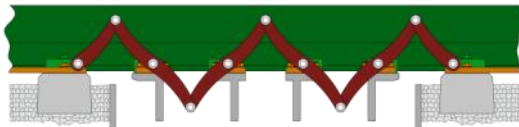
Schienenauszugsvorrichtung SAV 60-300
Dehnlänge ± 150 mm



Schienenauszugsvorrichtung SAV 60-600
Dehnlänge ± 300 mm



Schienenauszugsvorrichtung SAV 60-1200
Dehnlänge ± 600 mm



Schienenauszugsvorrichtung SAV 60-1800
Dehnlänge ± 900 mm

08/2017 - 10/2017

Abb. 6: Vergleichender, schematischer Schnitt der Schienenauszüge

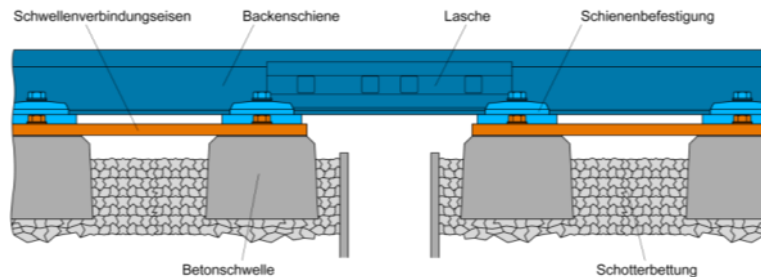


Abb. 7: Schematischer Schnitt SAV 300

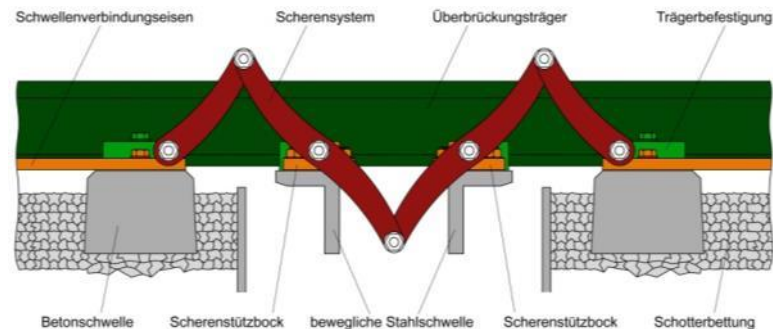
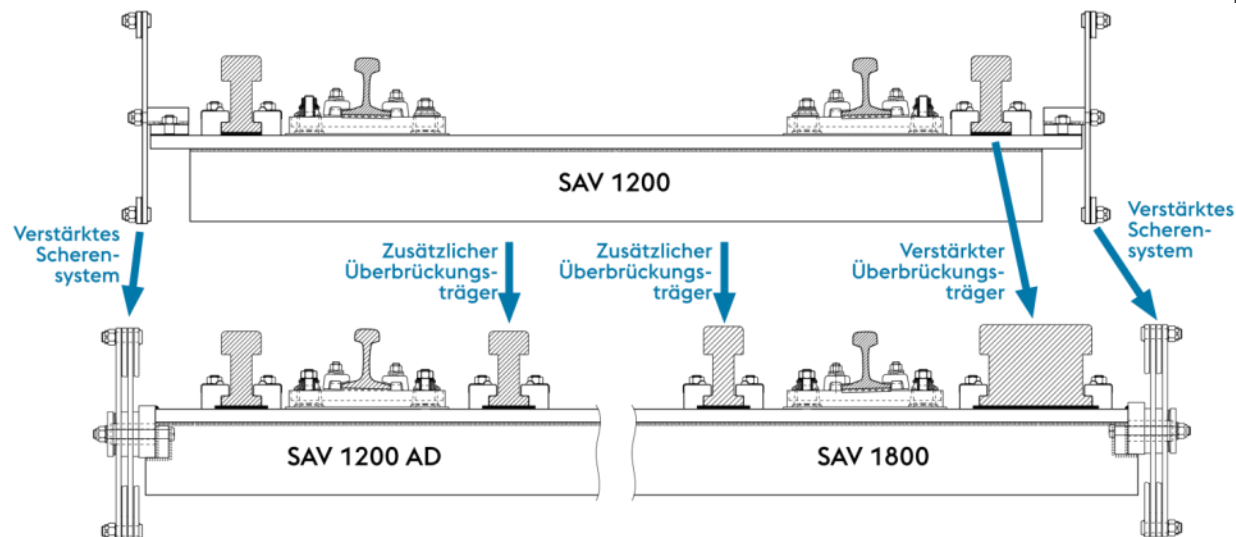


Abb. 8: Schematischer Schnitt SAV 1200

1.a. AUFBAU UND FUNKTION



04-00-014 © voestalpine BWG 2017

Abb. 9: Designunterschiede zwischen SAV 1200 und SAV 1200 AD / SAV 1800

Designunterschiede zum SAV 1200:

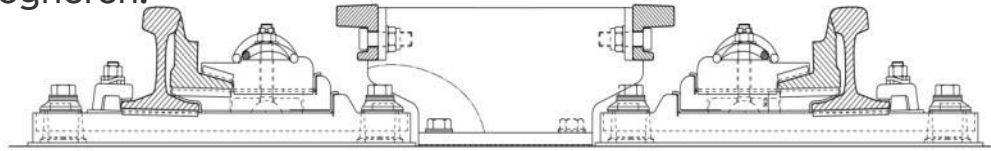
- » SAV 1200 AD: Zusätzlicher Überbrückungsträger und verstärktes Scherensystem für erhöhte Achslasten bis zu 300 kN und eine Betriebsgeschwindigkeit von 120 km/h
- » SAV 1800: Zusätzlicher Überbrückungsträger, verstärkter Überbrückungsträger und verstärktes Scherensystem für größere Überbrückungslängen bis zu 3,10 m (Achslast: 225 kN / Betriebsgeschwindigkeit: 250 km/h)

1.b. GRUNDSÄTZLICHE VORTEILE

- » Das voestalpine BWG-Schienenauszugssystem ist auf die Höhe des Gleises begrenzt (von SOK bis Schwellen-UK: max. 455 mm). Daher ist es möglich, es ohne nachteilige Auswirkungen auf die Tiefbau- und Brückenstruktur in eine Vielzahl von Oberbausystemen zu integrieren.
- » Es kann sowohl im Schotteroberbau als auch in Festen Fahrbahnen verschiedener Systeme mit und ohne Schwellen eingesetzt werden.
- » Je nach angrenzendem Gleis sind verschiedene Schienenprofile möglich.
- » Die Spurweite ist nahezu konstant und von der SAV-Dehnung unabhängig (konstruktiv bedingte Spurerweiterung nur in einem kurzen Bereich an der Zungenspitze).
- » Korrekturen der Spurweite und/oder der Seitenausrichtung erfolgten durch exzentrische Einsätze in den elastischen Rippenplatten BWG ERL 17.5-P oder ERL 30-P.
- » Stahlgüte R350HT für weniger Verschleiß, höhere Lebensdauer und geringere LCC.

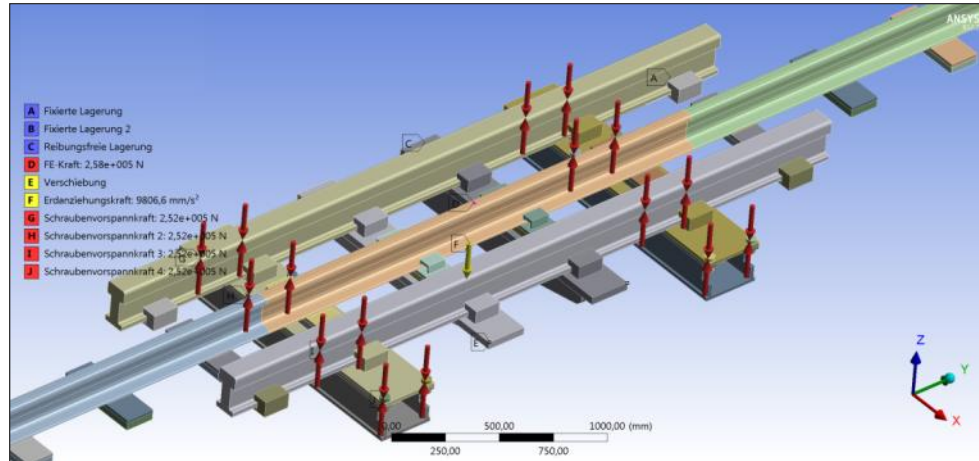
1.b. GRUNDSÄTZLICHE VORTEILE

- » Es ist möglich, verschiedene Führungs- und Schutzschienensysteme in das voestalpine BWG-Schienenauszugssystem zu integrieren.



1.b. GRUNDSÄTZLICHE VORTEILE

- » Erprobtes System (proven system) mit positiven Betriebserfahrungen auf konventionellen Hauptstrecken (seit 1992), HGV-Strecken seit 2001 (Radius ≥ 4000 m) und anderen Strecken seit 2004 (Radius ≥ 500 m).
- » Neuentwicklungen basieren auf diesem bewährten System und werden unter Berücksichtigung aller geltenden Vorschriften und Richtlinien konstruiert und getestet (z.B. DB-Richtlinie 1992 für die dynamischen Nachweise).



1.c. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN

- » Deutschland, Deutsche Bahn
 - » mehr als 100 Stück in Hauptstrecken seit 1992 und HGV-Strecken seit 1997
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 250 km/h (Schotteroberbau) and 300 km/h (Feste Fahrbahn)
- » Spanien, RENFE ADIF
 - » mehr als 400 Stück in HGV-Strecken seit 1994
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 300 km/h (Schotteroberbau)
- » Schweden, Banverket / Trafikverket
 - » mehr als 60 Stück in Hauptstrecken seit 1993 und HGV-Strecken seit 2004
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 250 km/h (Schotteroberbau)
- » Norwegen, NSB / Jernbaneverket
 - » 17 Stück in Hauptstrecken seit 1996
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 210 km/h (Schotteroberbau)
- » Finnland, RHK / FRA
 - » 6 Stück in HGV-Strecken seit 2003
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 220 km/h (Schotteroberbau)

1.c. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN

- » Niederlande, ProRail, Infrasppeed
 - » 4 Stück in Hauptstrecken seit 2010 und HGV-Strecken seit 2005
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 300 km/h (Feste Fahrbahn)

- » Taiwan, THSRC
 - » 16 Stück in HGV-Strecken seit 2004
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 300 km/h (Feste Fahrbahn)

- » South Korea, Korail
 - » 3 Stück in HGV-Strecken seit 2013
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 300 km/h (Feste Fahrbahn)

- » China, MOR / CRC
 - » mehr als 100 Stück in Hauptstrecken seit 2013 und HGV-Strecken seit 2010
 - » max. Betriebsgeschwindigkeit 300 km/h (Feste Fahrbahn)

1.c. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN



SAV 1200 mit Sonderstützpunkten
SFS Köln-Rhein/Main, Lahntalbrücke



SAV 600
SFS Köln-Rhein/Main, Wiedtalbrücke



SAV 300
SFS Köln-Rhein/Main,
Eisenbachbrücke

1.c. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN



SAV 1200, HSL Botniabanan, Schweden



SAV 600, HSL Kerava-Lathi, Finnland

1.c. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN



SAV 600, HSL Taipei-Kaohsiung, Taiwan



SAV 600, PDL ZhengXi, China

SONDERSTÜTZPUNKTE FÜR ÜBERGANGSBEREICHE AN BRÜCKEN

2. SONDERSTÜTZPUNKTE FÜR ÜBERGANGSBEREICHE AN BRÜCKEN

- » In Übergangsbereichen der Brücken, z.B. Widerlager-Brückendeck und Brückendeck-Brückendeck bei Pfeilern, werden durch Bauwerksverformungen (Ausdehnung, Verkürzung, Durchbiegung) in den Schienenstützpunkten, die unmittelbar an die Brückenfuge angrenzen, abhebende Kräfte erzeugt.
- » Diese Kräfte resultieren aus der Verdrehung und dem Versatz des Brückendecks als Ergebnis der Brückendeckdeformationen, wie in der folgenden Grafik dargestellt.

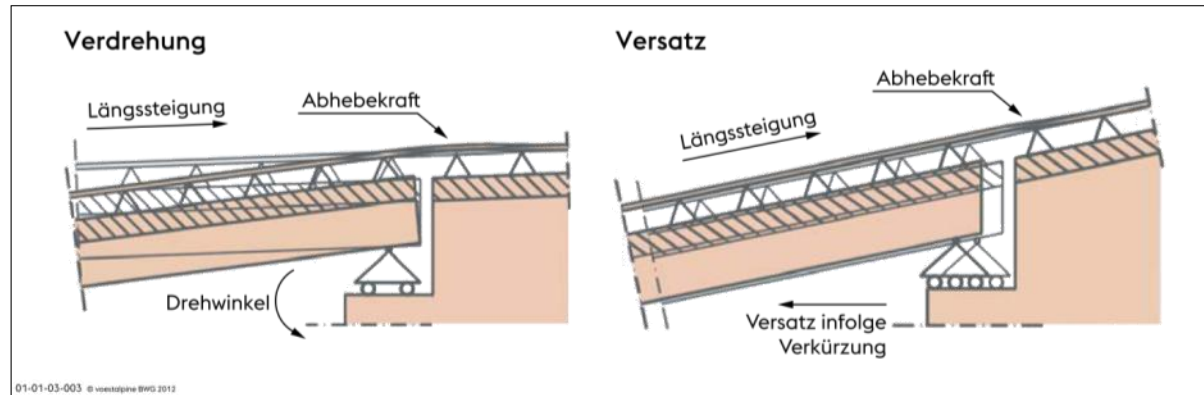


Abb. 10: Schematische Darstellung von Verdrehung und Versatz

2. SONDERSTÜTZPUNKTE FÜR ÜBERGANGSBEREICHE AN BRÜCKEN

- » Der Sonderstützpunkt entstand aus der Elastischen Rippenplattenlagerung ERL 17,5 der voestalpine BWG mit seiner nach unten gerichteten Stützpunktsteifigkeit von ca. 18 kN/mm und einer sehr begrenzten Stützpunktsteifigkeit nach oben.
- » Zur Erreichung der notwendigen Federsteifigkeit in abhebender Richtung wurde der Stützpunkt so modifiziert, dass er nach oben eine statische Stützpunktsteifigkeit von max. 20 kN/mm bei einer Bewegung von 1,5 mm erhielt. Für die Abwärtsbewegung wurde eine statische Federsteifigkeit von 20 +/- 2 kN/mm für eine Einsenkung von 2,5 mm definiert.

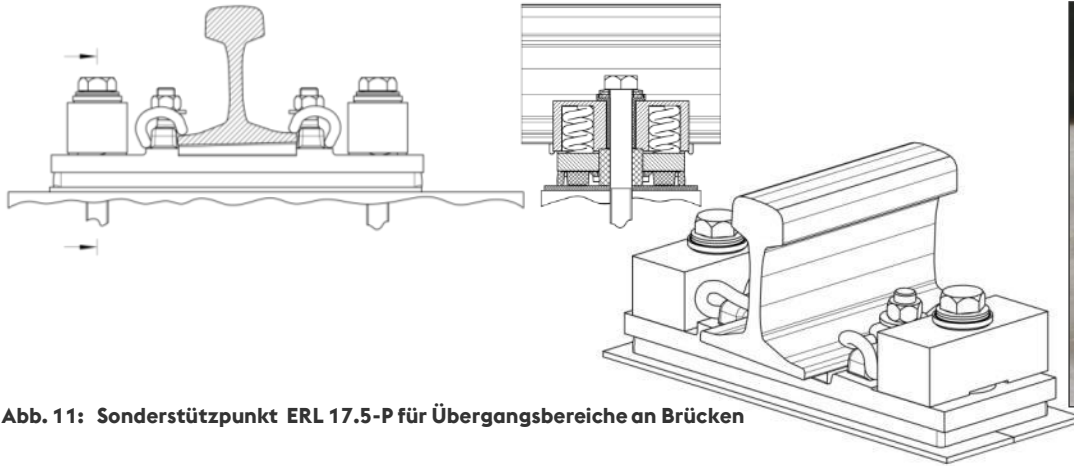
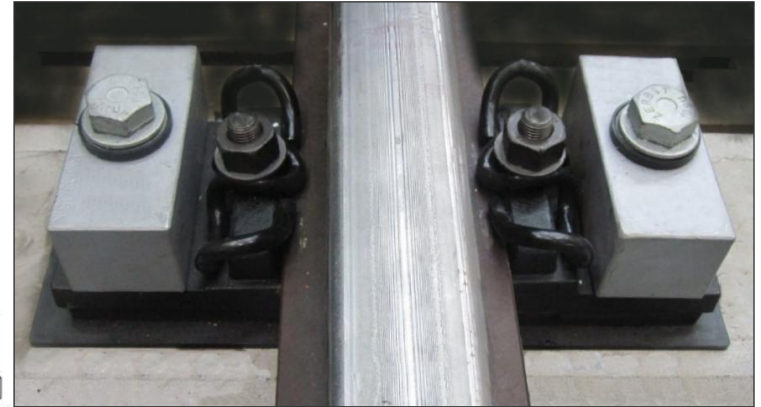


Abb. 11: Sonderstützpunkt ERL 17.5-P für Übergangsbereiche an Brücken



2. SONDERSTÜTZPUNKTE FÜR ÜBERGANGSBEREICHE AN BRÜCKEN

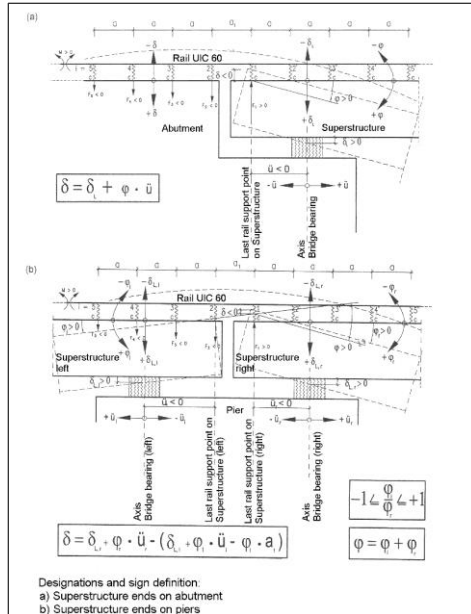


Abb. 12: Nachweis an Überbauenden mit Fester Fahrbahn

Table 1: Parameter values for the usual types of rail supports

Type	Z ³⁾ in kN	adm. S ₀ ⁴⁾ in mm	Spring lower stiffness c in kN/mm at T = -10°C ⁵⁾ according to load frequency f in Hz ⁶⁾											
			0	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	40
loarv 300 ¹⁾ (Skl 15 B, Zwp 104 or loarg 336)	12	2.5	31	35	37	39	40	41	42	43	44	47	49	51
Special support point of WBG ²⁾	27													

Explanation:

- Support point loarv 300 with tension clamp Skl 15 B is the standard type allowed for bridges in accordance with the "Anforderungskatalog zum Bau der Festen Fahrbahn" (catalogue of requirements for the construction of slab tracks).
- The special support point developed by WBG is provided with the "Zulassung zur Betriebserprobung auf Widerruf" (approval for field testing - until countermanded) by the EBA (reference no. 1221/11101/21AZ2/0229/8).
- Under the effect of the admitted lifting force (Z_u) of the rail support point, the pre-tensioned elastic intermediate plate (Zwp) is just about stressless.
- Compliance with the allowed subsidence (zul S₀) in case of permanent pressure impact (f > 0 Hz) ensures sufficient life cycle time of the elastic intermediate plate (Zwp).
- The Spring lower stiffness c is a scattering magnitude. The upper limit for T = -20°C is given above (to be on the safe side).
- Relevant is the highest load frequency max F = max v/min (b: min d) with b in acc. with Fig. 5 and table 2 or 3 as well as the smallest wheel-base min d of the operating loading diagram. The smaller value is relevant.

Observe:

Information regarding spring lower stiffness in table 1 are taken from the catalogue of requirements for the construction of slab track (Issue 3, Fig. 4.3). In accordance with laboratory studies of the technical university TU München, Germany, with intermediate plates from different manufacturers for standard fastening loarg 300, compliance of the spring lower stiffness c as shown in table 1 can not be considered safely proven, so that calculations on this basis can result in an underestimation of the loads for rail support points in case of extreme conditions.

Therefore and with regard to the proof of suitability for a certain purpose for the superstructure at the superstructure ends use c = 60 kN/mm until further notice as spring lower stiffness and extrapolate the values of table 2 to 6 accordingly.

HOCHELASTISCHE STÜTZ- PUNKTE (HES) ZUR BRÜCKEN- ENTDRÖHNUNG

3. HOCHELASTISCHE STÜTZPUNKTE (HES) ZUR BRÜCKENENTDRÖHNUNG

- » Eisenbahnbrücken, insbesondere solche aus Stahl, sind deutlich lauter als die üblichen Gleisanlagen.
- » Die Elastische Rippenplattenlagerung ERL 17,5 der voestalpine BWG ist eine anerkannte Maßnahme zur Brückenentdröhnung.
- » Die Elastische Rippenplattenlagerung ERL 17,5 der voestalpine BWG wurde für den Einsatz in Weichen von HGV-Strecken, Fern- und Regionalbahn-Strecken sowie den S- und U-Bahnen entwickelt.
- » Dieses hochelastische, modular aufgebaute Schienenbefestigungssystem ist speziell auf den Einsatz im Schotteroberbau und in Festen Fahrbahnen verschiedener Systeme auf Erdbauwerken, Brücken und in Tunneln abgestimmt.
- » Die statische, vertikale Stützpunktsteifigkeit des ERL 17,5-Systems kann für individuelle Betriebsbedingungen in einem großen Bereich von 4 kN/mm bis zu 27 kN/mm eingestellt werden.
- » Die elastische Schieneneinsenkung kann an allen Stützpunkten unabhängig von deren Formen und Abmessungen und der Biegesteifigkeit der gelagerten Bahnkomponenten innerhalb von Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen nahezu konstant gehalten werden. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Lastverteilung, eine Reduzierung der dynamischen Kräfte im Rad-Schiene-Kontakt und eine Dämpfung von Körperschall. Für einfache Eisenbahnlinien und gleisähnliche Abschnitte sind ERL 17,5-Stützpunkte mit Stützpunktsteifigkeiten bis zu 80 kN/mm verfügbar.

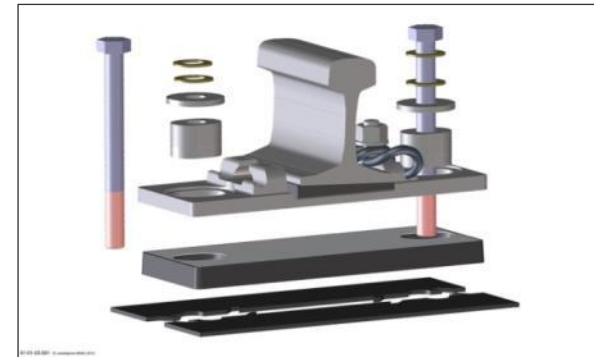


Abb. 13: ERL 17,5-P

3. HOCHELASTISCHE STÜTZPUNKTE (HES) ZUR BRÜCKENENTDRÖHNUNG

- » Im Jahr 2001 wurden die hochelastischen Stützpunkte der voestalpine BWG erstmals zur Reduzierung der Schallemission an der bestehenden Donaubrücke in Ingolstadt eingesetzt.
- » Das Projekt umfasste die Adaption des ERL 17,5-Systems für die Anwendung auf Holzbrückenbalken, die Anpassung der Stützpunktsteifigkeit auf 10 kN/mm, die Integration von Schienenauszugsvorrichtungen und Führungsschienen sowie die Planung eines stufenweisen Übergangs der Stützpunktsteifigkeiten zum Oberbau des anschließenden Gleises.
- » Mit Stützpunktsteifigkeiten von 10 kN/mm und 17,5 kN/mm wurden bereits oberhalb von Frequenzen von 40 bis 50 Hz sehr gute Wirkungen erzielt.
- » Geräuschreduzierungen von 4 bis 6,9 dB wurden nachgewiesen.
- » Durch den Einsatz von hochelastischen Stützpunkten des ERL 17,5-Systems und deren Möglichkeit der seitlichen und vertikalen Verstellung können für den Infrastrukturbetreiber geringere Lebenszykluskosten gegenüber starren Rippenplattensystemen oder Rippenplattensystemen mit geringerer Elastizität erreicht werden.

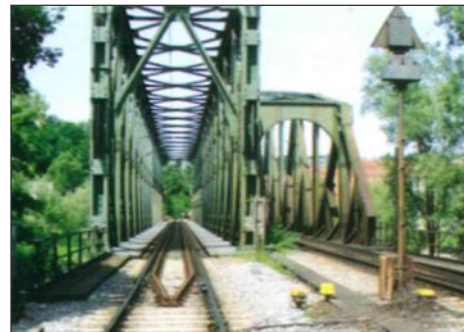


Abb. 14: Innbrücke bei Passau mit ERL 17,5 auf Holzbrückenbalken

3.a. AUSZUG AUS DEN REFERENZEN

- » Deutschland, Deutsche Bahn (max. Achslast 225 kN)
 - » Donaubrücke, Ingolstadt, 2001
 - » 1348 HES (10 kN/mm) auf Adapterplatten mit beidseitiger, innenliegender Führung auf Holzbrückenbalken
 - » 304 HES (variierend von 17,5 bis 52,5 kN/mm) für elastische Übergänge
 - » 2 SAV 60-300 (17,5 kN/mm)
 - » Innbrücke, Passau, 2011
 - » 680 HES (17,5 kN/mm) auf Adapterplatten mit beidseitiger, innenliegender Führung auf Holzbrückenbalken
 - » 204 HES (variierend von 17,5 bis 52,5 kN/mm) für elastische Übergänge
 - » Mainbrücke, Heidingsfeld, 2011
 - » 1012 HES (10 kN/mm) auf Adapterplatten mit beidseitiger, innenliegender Führung auf Holzbrückenbalken
 - » 448 HES (variierend von 17,5 bis 52,5 kN/mm) für elastische Übergänge
 - » 2 SAV 60-300 (17,5 kN/mm), in 2013
 - » Möhrenbachbrücke, Treuchtlingen, 2011
 - » 1466 HES (10 kN/mm) auf Adapterplatten mit beidseitiger, innenliegender Führung auf Holzbrückenbalken
 - » 560 HES (variierend von 17,5 bis 52,5 kN/mm) für elastische Übergänge
 - » 2 SAV 60-300 (17,5 kN/mm)

NEUESTE HERAUSFORDERUNGEN

4. NEUESTE HERAUSFORDERUNGEN

HuTong Yangtze Bridge, China:

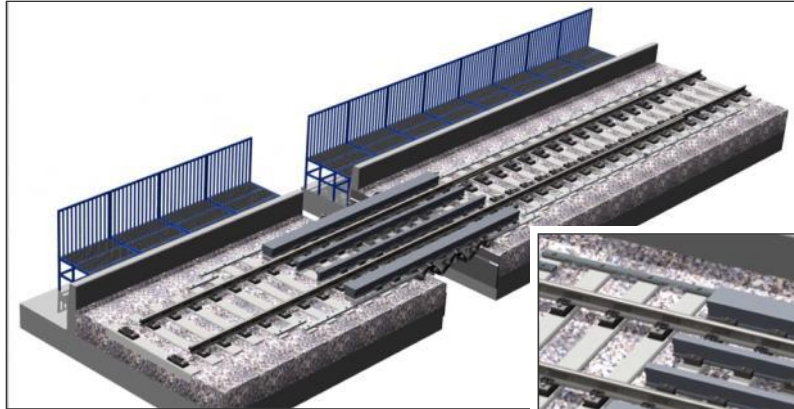
- » Definition der Anforderungen an den SAV 1800
- » Konstruktionsanpassung an den speziellen Brückenüberbau

MH Heavy Haul Railway, China:

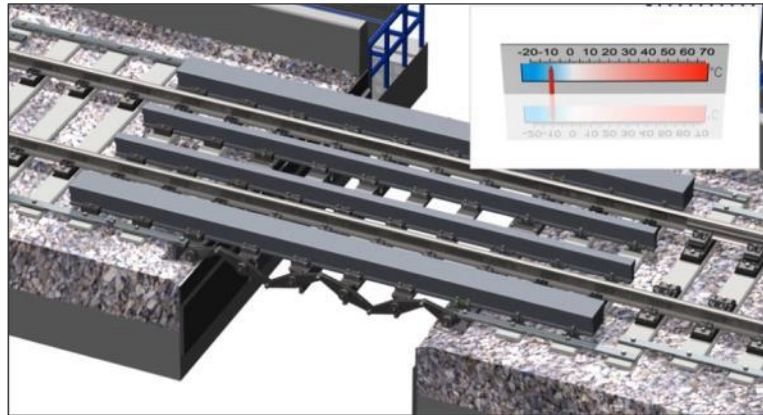
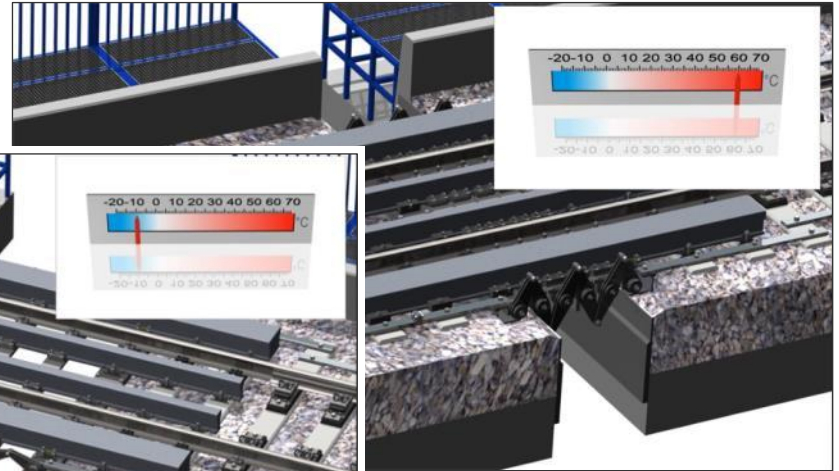
- » Fertigung und Lieferung von 20 Stück SAV 1200 AD bis 2018-08-31



4. NEUESTE HERAUSFORDERUNGEN



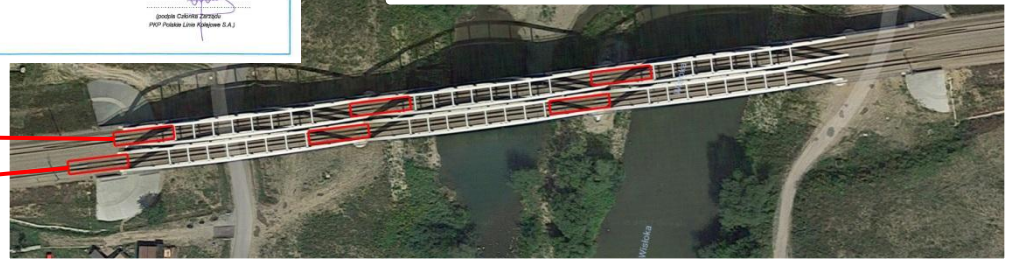
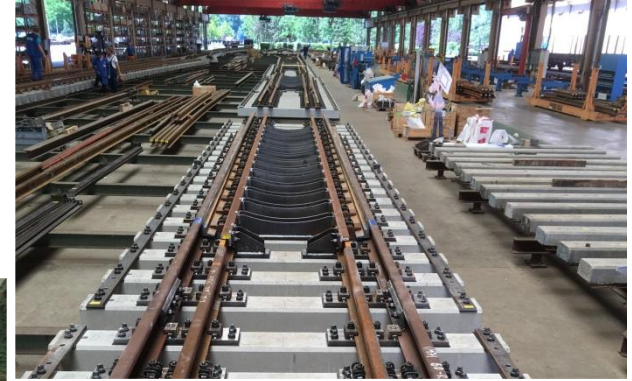
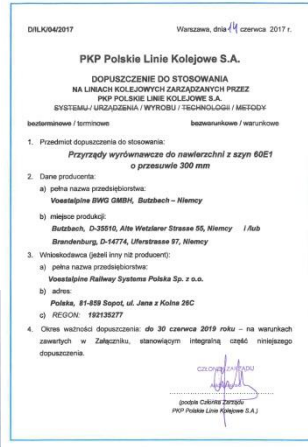
HuTong Yangtze Bridge, China



4. NEUESTE HERAUSFORDERUNGEN

Wisłoka-Brücke, Dębica, Polen:

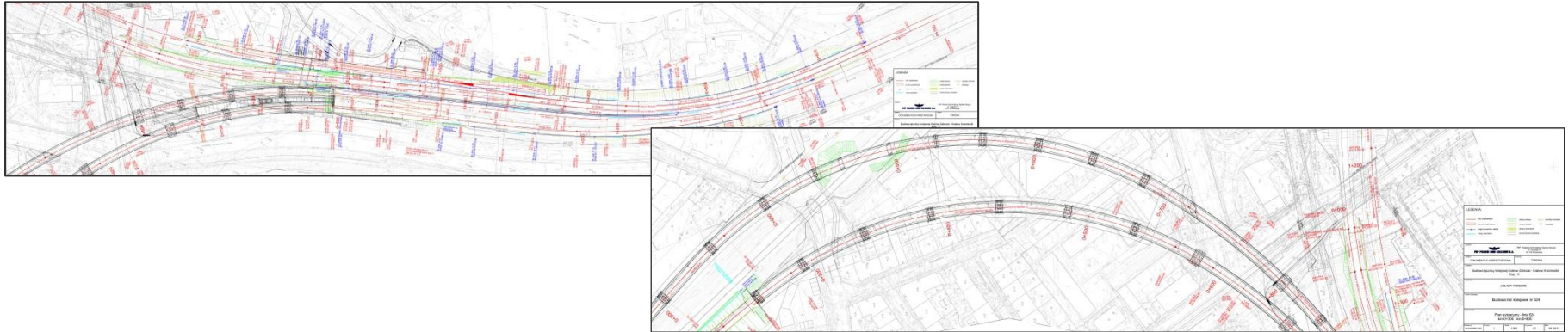
- » Lieferung von 6 SAV 300
- » Erlangung der allgemeinen Produktzulassung durch PKP für SAV 300 mit $v_{\max} = 200 \text{ km/h}$



4. NEUESTE HERAUSFORDERUNGEN

Gleisverbindung Kraków Zabłocie - Kraków Krzemionki, Polen:

- » Lieferung von 6 SAV 300, davon
- » 2 SAV in Gleisbögen (Radius $R = 260$ m, Überhöhung $u = 80$ mm) und
- » 3 SAV in Übergangsbögen (mind. Radius $R = 267$ m)



VIELEN DANK!

Burkhard Zillien

T. +49/6033/892-131

burkhard.zillien@voestalpine.com