



Oberste Straßenbaubehörden
der Länder

HAUSANSCHRIFT Robert-Schuman-Platz 1, 53175 Bonn
POSTANSCHRIFT Postfach 20 01 00, 53170 Bonn

TEL 0228 300-5180
FAX 0228 300-1462
E-MAIL ref-s18@bmvbs.bund.de
INTERNET www.bmvbs.de

nachrichtlich:
Bundesanstalt für Straßenwesen

Bundesrechnungshof

DEGES Deutsche Einheit
Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

BETREFF **Probleme an Verkehrszeichenbrücken mit elastisch eingespannter
Riegel-Stiel-Verbindung**

AZ S 18/7192.70/11-976102
DATUM Bonn, 23.01.2009

Bei Bauwerksprüfungen wurden bundesweit Auffälligkeiten bei Verkehrszeichenbrücken festgestellt, die als Rahmenkonstruktion mit Gelenkausbildung bzw. elastischer Einspannung zwischen Riegel und Stiel ausgeführt wurden. Die Verbindung zwischen Riegel und Stiel erfolgt dabei über eine Auflagerleiste mit oftmals nur 2 oder 4 Schrauben.

Bei diesen Verbindungen werden die Schrauben zusätzlich zu den planmäßigen Beanspruchungen aus Zug und Abscheren auch unplanmäßig auf Biegung (Schaftbiegung) beansprucht. Für viele dieser Bauwerke wurde lediglich der Nachweis der Standsicherheit für eine



biegesteife Eckverbindung geführt. Ein Nachweis der Betriebsfestigkeit für eine elastische Einspannung unter Einwirkung dynamischer Lasten wurde dabei im Regelfall nicht geführt. Um die Verkehrssicherheit der betroffenen Verkehrszeichenbrücken sicherzustellen werden folgende Untersuchungen und Sofortmaßnahmen empfohlen:

- Erfassung aller Verkehrszeichenbrücken mit gelenkiger Riegel-Stiel-Verbindung im Hinblick auf die vorhandene Schraubenanordnung und die Schraubenabstände (Konstruktionsmerkmale).
- Untersuchung der betroffenen Verkehrszeichenbrücken auf fehlende Ermüdungssicherheit der Riegel-Stiel-Verbindung.
- Ermittlung der Lebensdauer der Schraubenverbindungen.
- Sonderprüfungen nach DIN 1076 aller betroffenen Verkehrszeichenbrücken.

Bei der Errichtung neuer Verkehrszeichenbrücken ist im Vorgriff auf die überarbeitete ZTV-ING eine biegesteife Riegel-Stiel-Verbindung entsprechend den Richtzeichnungen auszuführen.

Bei den Verkehrszeichenbrücken ohne ausreichende rechnerische Dauerhaftigkeit der Schraubenverbindung sind bauliche Maßnahmen erforderlich. Die Auswahl der durchzuführenden Maßnahme ist dabei auf Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchzuführen. In Übereinstimmung mit den Ländern (KoA-Erhaltung sowie die B/L-Dienstbesprechung Brücken- und Ingenieurbau vom 11./12.11.2008) wird die Vorgehensweise entsprechend der rheinland-pfälzischen Konzeption empfohlen.

1. Austausch der Schrauben vor Ablauf der rechnerischen Nutzungszeit

Diese Lösung ist nur zu empfehlen, wenn die Schraubenverbindungen eine relativ hohe Dauerhaftigkeit aufweisen. Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist zu berücksichtigen, dass zusätzliche Kosten für eine Verkehrssicherung und eine temporäre Sicherung der Riegel-Stiel-Verbindung anfallen. Sofern während der geplanten Nutzungsdauer der Verkehrszei-



chenbrücken ein mehrmaliger Schraubenaustausch erforderlich ist, wird diese Maßnahme unwirtschaftlich.

2. Sofortinstandsetzung und Sicherung der Riegel-Stiel-Verbindung durch eine Bügelkonstruktion

Eine dauerhafte Instandsetzung der Riegel-Stiel-Verbindung wird durch die in der **Anlage 1** dargestellte Bügelkonstruktion ermöglicht.

Ziel dieser Konstruktion ist, die Riegel-Stiel-Verbindung so zu sichern, das ein Versagen der Schrauben nicht zum Einsturz der VZB führt. Dazu soll ein bügelförmig über den Riegel geführtes Blech mit Hilfe von Gewindestäben gegen zwei kraftschlüssig mit den Stielen verbundene Lagerkonstruktionen verspannt werden. Die Konstruktion gewährleistet damit die Übertragung der Riegel-Torsionsmomente in die Stützen. Die aus der Windbelastung resultierenden Querkräfte können in diesem Zustand über das sich in der Riegel-/Stielachse befindliche Zentrierrohr bzw. über den Reibschluss zwischen Zentrierleiste und Riegel abgetragen werden.

Die für die Windlasten infolge der Schraubenanordnung vorhandene elastische Einspannung der Riegel in die Stützen wird i. d. R. in den Standsicherheitsnachweisen nicht berücksichtigt. Im Falle des Schraubenausfalls würde sich hier auch eine gelenkige Lagerung einstellen, die im statischen Sinne jedoch stabil ist.

Bei der Bemessung der Konstruktion wurde die volle zulässige Schildbelegung gemäß der ZTV-VZB (Ausgabe 1994) sowie der ZTV-ING Teil 9 Abschnitt 1 (Stand 01/2003) berücksichtigt. Bei Beachtung der nachfolgenden Anwendungsgrenzen wird hierdurch eine ausreichende Dauerhaftigkeit sichergestellt, so dass die Verkehrssicherheit für die ursprünglich eingeplante Lebensdauer (40 Jahre) wieder sichergestellt ist.



Hinweis:

Bei der Anwendung der Bügelkonstruktion sind die in **Anlage 1** genannten Anwendungsgrenzen zu beachten.

Über die von Ihnen veranlassten Maßnahmen bitte ich mir **bis zum 01.12.2009** zu berichten.

Im Auftrag

Prof. Dr.-Ing. Josef Kunz

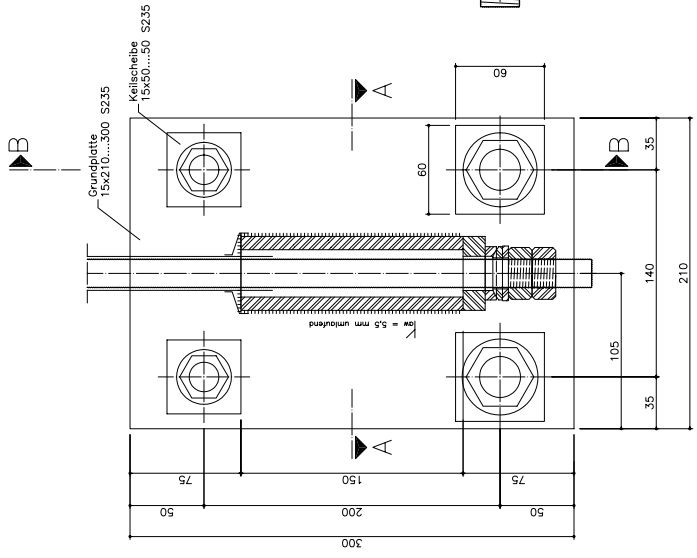
Konstruktionsprinzip für VZB-System I und III
(Darstellung für die Neigung der Stielseitenfläche) von 1:10

Übersicht gelenkige Riegel-Stiel-Verbindung

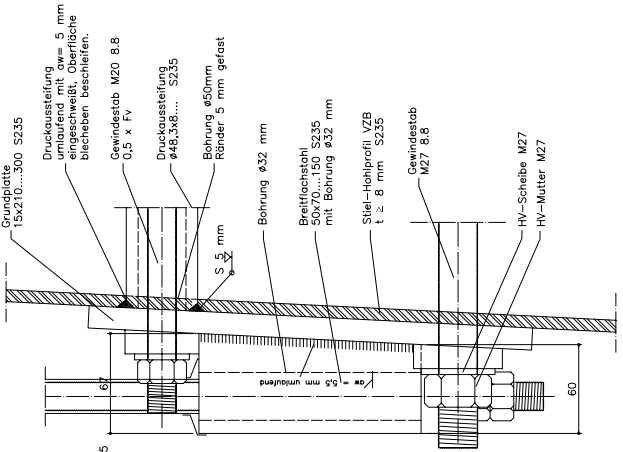
Seitenansicht VZB, M. 1:10

Ansicht VZB in Fahrtrichtung, M. 1:10

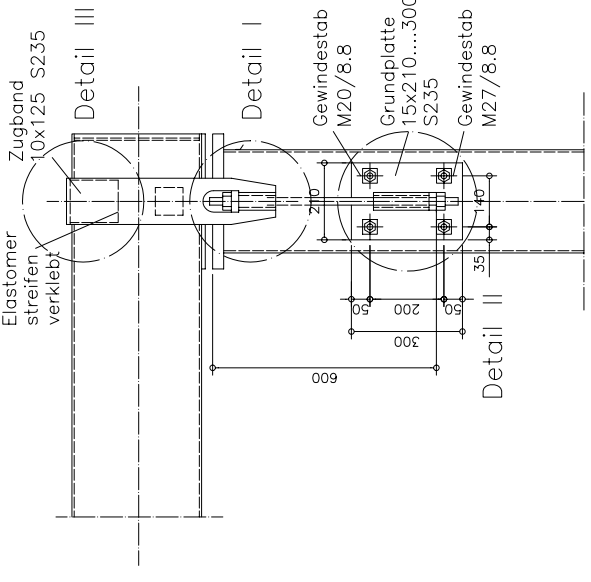
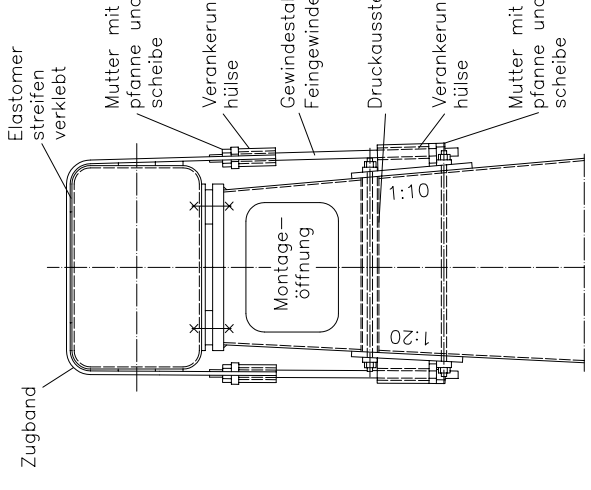
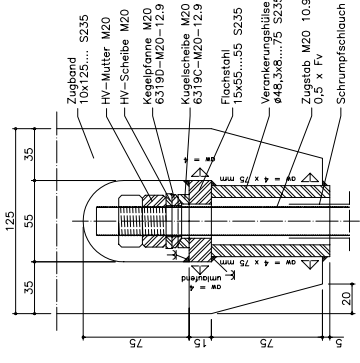
Detail II, M. 1:2,5



Schnitt B - B



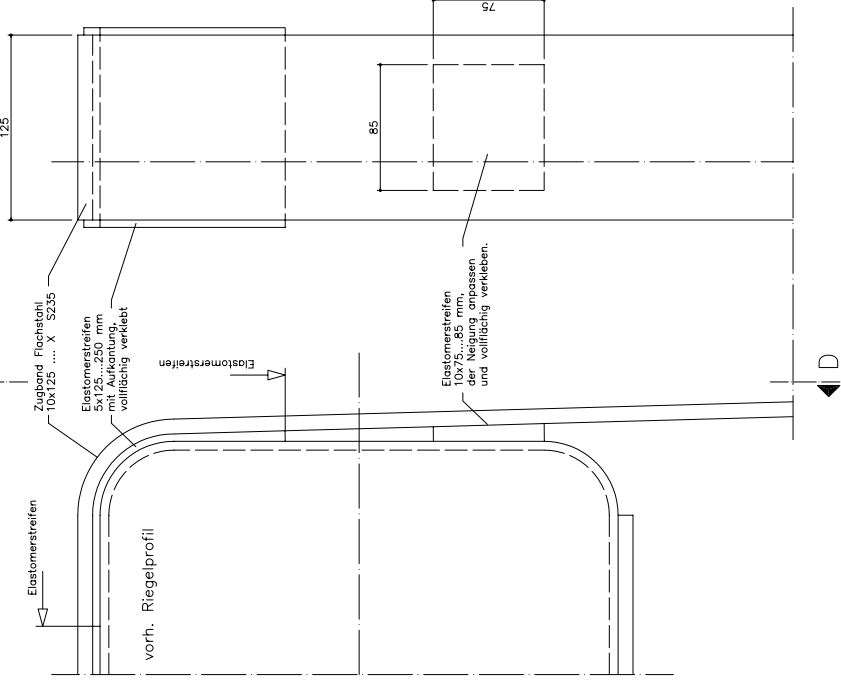
Detail I, M. 1:2,5



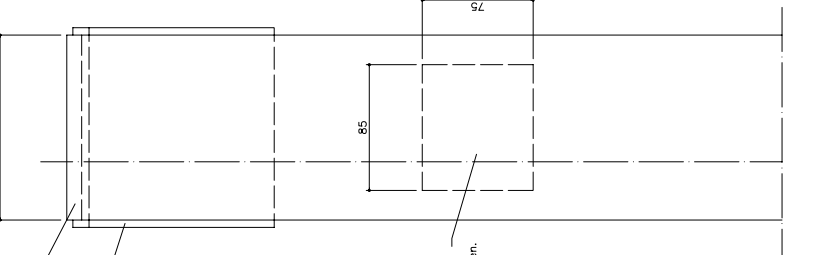
Seitenansicht VZB, M. 1:10

Ansicht VZB in Fahrtrichtung, M. 1:10

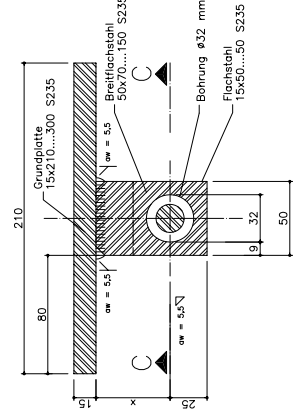
Detail III, M. 1:2,5



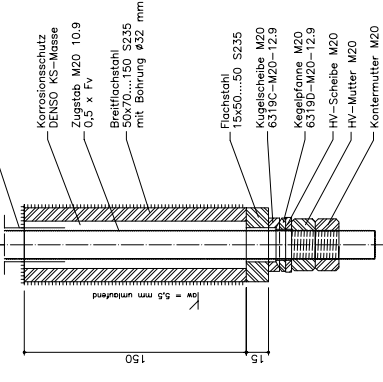
Ansicht D - D



Schnitt A - A



Schnitt C - C



Die im Standsicherheitsnachweis aufgeführten Anwendungsgrenzen sowie die Hinweise zur Montage der Hilfskonstruktionen sind zu beachten!

Die Werkstoffangaben sind zu beachten !
Das Flachmaterial und Profilstähle S235 sind mindestens mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 (2005) zu belegen!

Toleranzgrenzen nach DIN 18800-7:2002-09 beachten!
Schweißnähte allgemein nach ZTV-ING Teil 4, Abschnitt 1, Abs. 4 Bewertungsgruppe B mit zus. Anforderungen nach Tab. 4.1.2.

Entwurfsbearbeitung: KHP König und Heusch Planungsgesellschaft Oskar-Sommer-Str. 15-17 60596 Frankfurt/Main Tel. (069) 63 00 08 - 0	Schweißtechnische Prüfung:		Projekt-Nr.: 070101
	SLV im Saarland		Datum: 10.07
	Heudruckstraße 91 66117 Saarbrücken Tel. (0681) 588 23-0		Zeichen: ku zr
	gez. Scherer		
	Frankfurt am Main, den 04.12.2007		
Landesbetrieb Mobilität Rheinland – Pfalz			Unterlage : 8
Bauwerksnummer: --- Streckenbezeichnung: --- Gemarkung: ---			Blatt-Nr. : 1a
Bauwerk/Baumaßnahme Instandsetzung gelenkiger Riegel-Stiel-Verbindungen von VZB			Datum: --- Zeichen: ---
Plandarstellung: Übersicht Instandsetzung System I			ASB-Nr.: --- Bauwerksplan
Maßstab: 1:10, 1:2,5			
			Genehmigt: LBM – Rheinland-Pfalz
			i.A.

Hinweise zur Sofortinstandsetzung und Sicherung gelenkiger Riegel-Stiel-Verbindungen an ermüdungsgefährdeten Verkehrszeichenbrücken

1. Planungsgrundlagen

- [1] ZTV-ING, Teil 9 Bauwerke, Abschnitt 1, Verkehrszeichenbrücken; Stand 01/2003
- [2] DIN-Fachbericht 101; Einwirkungen auf Brücken; 2. Auflage 03/2003
- [3] Eurocode; EC1-Actions on structures, Part 1-4: Wind actions
DIN-Fachbericht 103; Stahlbrücken; 2. Auflage 03/2003
- [4] DIN 1055-4 / 2005-03; Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 4: Windlasten
- [5] Eurocode; EC3-Design of steel structures, Part 1-9: Fatigue
- [6] DIN 4131 / 1991-11; Antennentragwerke aus Stahl

2. System

Für die gefährdeten Verkehrszeichenbrücken wird im folgenden zur Instandsetzung und Sicherung der gelenkigen Riegel-Stiel-Verbindung ein variabel einsetzbares Konstruktionsprinzip beschrieben.

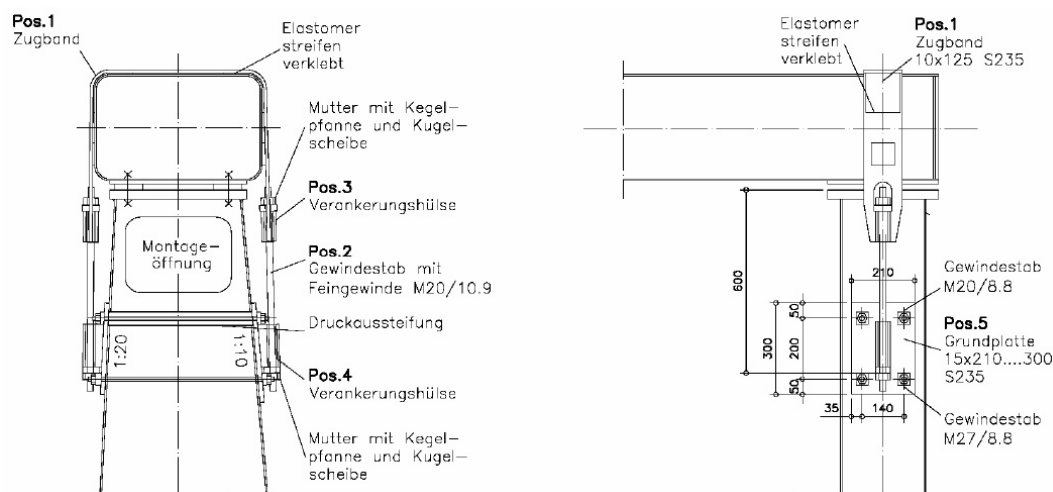


Bild: Konstruktionsprinzip zur Instandsetzung

Ziel der Instandsetzung ist, die Riegel-Stiel-Verbindung so zu sichern, dass ein Versagen der Schrauben nicht zu einem Einsturz der VZB führt. Dazu soll ein bündelförmig über den Riegel geführtes Blech mit Hilfe von Gewindestäben gegen zwei kraftschlüssig mit den Stielen verbundene Lagerkonstruktionen verspannt werden. Die Konstruktion gewährleistet damit die Übertragung der Riegel-Torsionsmomente in die Stützen. Die aus der Windbelastung resultierenden Querkräfte können in diesem Zustand über das sich in der Riegel-/Stielachse

befindliche Zentrierrohr bzw. über den Reibschluss zwischen Zentrierleiste und Riegel abgetragen werden.

Die für die Windlasten infolge der Schraubenanordnung vorhandene elastische Einspannung der Riegel in die Stützen wird i. d. R. in den Standsicherheitsnachweisen nicht berücksichtigt. Im Falle des Schraubenausfalls würde sich hier auch eine gelenkige Lagerung einstellen, die im statischen Sinne jedoch stabil ist.

Zur Systematisierung der Nachweise werden folgende vereinfachende Annahmen getroffen:

- Die Torsionsmomente wurden an Rahmensystemen unter Berücksichtigung einer geschätzten **Stielhöhe von 6,00 m** ermittelt.
- Für die Ermittlung der Schnittgrößen wird von einer **vollen Schildbelegung (100%)** ausgegangen. Diese ergibt sich bei einem rechnerischen Abstand der Schildkanten von den Stielachsen von $a = c = 50 \text{ cm}$.
- Die Schildhöhe beträgt konstant **$H = 4,00 \text{ m}$** , der Abstand des Schildes von OK Fahrbahn wird mit $5,00 \text{ m}$ angenommen. Die Resultierende der Windlast greift dabei auf der Schwerlinie der Schildfläche an.
- Als Stützweite wird der Größtwerter der in den Tabellen 1 und 2 aufgelisteten Bauwerke angenommen. **$L_{st} = 20,00 \text{ m}$** .

2.1 Aufbau der Konstruktion

• POS 1: Zugband

Das Zugband besteht mindestens aus einem Stahl der Güte S235. Um Biegebeanspruchungen im Zugband weitgehend auszuschließen ist dessen Krümmungsradius dem des vorhandenen Riegel-Hohlprofils anzupassen. **Vor der Herstellung des Zugbandes ist daher die Geometrie des Riegels örtlich durch den AN aufzunehmen.** Die Fertigung nach eventuell vorliegenden Bestandsplänen ist nicht ausreichend.

→ gewählt: **Fl. 10 x 125.... mm S235 JRG2**

Zum Ausgleich kleinerer Unebenheiten, wie z.B. Schweißnähte o. ä., werden zwischen dem Zugband und der Riegeloberfläche Elastomerstreifen (Fa. Calenberg) mit einer Dicke $\leq 5 \text{ mm}$ angeordnet. Die Elastomerstreifen werden vollflächig mit der Riegeloberfläche verklebt (Klebstoff Sika-Bond AT-14).

• POS 2: Zugstab

Für den Zugstab soll ein Schraubenmaterial 10.9 mit einem metrischen Gewinde M20 zur Anwendung kommen. Die Zugstäbe werden planmäßig nicht vorgespannt. Zum Ausgleich des Gewindeschlupfes und von Nachgiebigkeiten im System erhalten sie jedoch eine konstruktive Vorspannung von maximal der halben Vorspannkraft ($0,5 \cdot F_v = 80 \text{ kN}$) nach DIN 18800-7 (2002).

→ gewählt: **Zugstab M20 / 10.9 - 0,5 · F_v**

Die Schrauben erhalten zusätzlich eine Sicherungsmutter.

Die Vorspannkraft ist abwechselnd an jeder Seite in mindestens vier Schritten aufzubringen.

An beiden Enden des Zugstabes wird eine Paarung aus Kugelscheiben und Kegelpfannen angeordnet. Sie dienen zum Ausgleich von Toleranzen bzw. zur Übertragung von Spannkraften in den Fällen, in denen Spannelemente sich an unebene Spannflächen anpassen sollen. Die Paarung von Kugelscheiben bzw. Muttern DIN 6330 mit Kegelpfannen ermöglicht ein Ausschwenken des zugehörigen Spannbolzens um 3°.

• POS 3: Verankerungshülse am Zugband

Die Lasteinleitung der Zugkräfte aus dem Zugband in den Zugstab erfolgt über eine eingeschweißte Verankerungshülse. Vorgesehen ist ein rundes Hohlprofil $\varnothing 48,3 \times 8$ mm aus S235.

Der Anschluss an das Zugband erfolgt über vier Schweißnähte mit einer Länge von je 75 mm und einer Nahtstärke von $a_w = 4$ mm.

→ gewählt: **Verankerungshülse $\varnothing 48,3 \times 8$ S235**

→ gewählt: **Anschlussnaht $4 \times a_w = 4 \times 75$ mm**

• POS 4: Verankerungshülse an der Grundplatte

Die Lastausleitung der Zugkräfte aus dem Zugstab in die Grundplatte erfolgt über eine aus einem **Vollmaterial BFL 50 x 70 ... 150 mm** hergestellte und mit einer **Bohrung $\varnothing 32$ mm** versehene, eingeschweißte Verankerungshülse aus **S235**.

Der Anschluss zwischen Verankerungshülse und Anschlussblechen erfolgt über zwei Schweißnähte mit einer Länge von je 150 mm und einer Nahtstärke von $a_w = 5,5$ mm.

→ gewählt: **Anschlussnaht $2 \times a_w = 5,5 \times 150$ mm**

• POS 5: Grundplatte

Die Verankerung der Zugkräfte erfolgt über zwei seitlich an den Stielen montierte Grundplatten.

→ gewählt: **Grundplatte $15 \times 210 \dots 300$ S235**

Zum Anschluss der Grundplatten an den Stiel der VZB werden insgesamt vier Gewindestäbe Güte 8.8 eingesetzt.

Da die oberen beiden Gewindestangen innerhalb der zur Druckaussteifung in den Stiel eingeschweißten Rohre $\varnothing 48,3 \times 8$ verlaufen, d.h. das Lochspiel hier deutlich über dem der unteren beiden Gewindestangen liegt, können hier nur die Druckkräfte

aus dem Versatzmoment übertragen werden. Die Querkräfte sowie die Zugkräfte aus dem Versatzmoment werden allein über die unteren Gewindestangen abgetragen.

Für den Nachweis der Lochleibung wird die kleinere Blechstärke des VZB-Stieles maßgebend. Es wird dabei von einer **Blechdicke $t = 8 \text{ mm}$** und eine **Stahlgüte von mindestens S 235** ausgegangen. **Diese Annahmen müssen bei jeder einzelnen Instandsetzungsmaßnahme überprüft werden.**

Die obere Reihe der Verankerungen bilden Gewindestangen M20 der Güte 8.8. Die Gewindestäbe werden konstruktiv mit der halben nach DIN 18800-7 (2002) zulässigen Kraft vorgespannt ($0,5 \cdot F_v = 55 \text{ kN}$).

Die eingeschweißten Rohre werden auf Druck und Biegung beansprucht.

Für die untere Verankerungsreihe werden Gewindestangen M27 der Güte 8.8 eingesetzt.

Für die Anschlussnaht wird von einem wirksamen Querschnitt von 5 mm (bei einer Wandstärke des Stiels von 8 mm) ausgegangen.

→ gewählt: **Gewindestäbe in der unteren Reihe M27 / 8.8**

→ gewählt: **Gewindestäbe in der oberen Reihe M20 / 8.8**

→ gewählt: **Druckaussteifung $\varnothing 48,3 \times 8 \text{ S235}$**

→ gewählt: **Anschlussnaht $a_w = 5 \text{ mm}$ umlaufend**

2.2 Anwendungsgrenzen

Die Instandsetzungs konstruktion für Verkehrszeichenbrücken mit einer Schraubenanordnung nach System I darf nur unter Beachtung und verantwortlicher Prüfung der folgenden Anwendungsgrenzen eingesetzt werden:

- Einsatz nur bei stählernen Verkehrszeichenbrücken.
- Schildhöhe $H \leq 4,00 \text{ m}$, mittig befestigt.
- Stützweite des Riegels $L_{st} \leq 20,00 \text{ m}$.
- Riegelbreite $B \geq 0,50 \text{ m}$.
- Der bestehende VZB-Stiel muss eine **Mindestblechdicke von 8 mm** und eine **Stahlgüte von mindestens S 235** aufweisen.
- Neigung der Stielseitenflächen bis max. $n = 1:10$.
- Anpassung des Zugbandes an die Krümmung des Riegels mit einer Toleranz von $\pm 1 \text{ mm}$ zur theoretischen Sollform. Wobei die Dicke des Elastomerstreifens zu berücksichtigen ist.
- Abstand zwischen OK Grundplatte und Achse Zugstab $\leq 5 \text{ cm}$.
- Die zulässige Abweichung der Bohrungen im Stiel beträgt für deren globale Lage $\pm 2 \text{ mm}$ und untereinander $\pm 1 \text{ mm}$.

- Lastannahmen nach ZTV-ING, Teil 9, Abschnitt 1, Verkehrszeichenbrücken (Stand 01/2003) für das Eigengewicht der Schilder und die Windlast.
- Die untersuchte VZB muss sich in Windlastzone I befinden.
- Maximaler Abstand zwischen der Schwerlinie der Schildfläche und der Riegelachse $z_r \leq 0,40 \text{ m}$.
- Maximaler Versatz zwischen der Schwerlinie der Schildfläche und der Riegelunterkante $d \leq 0,67 \text{ m}$.

3. Herstellerqualifikation und Werkstoffgüten

- Herstellerqualifikation nach DIN 18800-7 (9/2002) Klasse E.
- Herstellungstoleranzen sind entsprechend den Toleranzgrenzen nach DIN 18800-7 (9/2002) einzuhalten.
- Als Mindestanforderung für den Werkstoff S235 gilt die Stahlgüte JRG2 nach DIN EN 10025 (03/1994) oder JR nach DIN EN 10025 (04/2005) Werkstoff Nr. 1.0038, und für den Werkstoff S355 die Stahlgüte J2G3 nach DIN EN 10025 (03/1994) oder J2+N nach DIN EN 10025 (04/2005) Werkstoff Nr. 1.0577. Für Rohre und Hohlprofile sind die entsprechenden Werkstoffe nach DIN EN 10210 (01/2006) und 10219 (01/2006) zu verwenden.
- Alle Flach- und Profilstähle S235 sind mindestens mit einem Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 (01/2005) zu belegen.
- Für Schweißnähte sind allgemein gemäß ZTV-ING Teil 4, Abschnitt 1, Abs. 4 die Anforderungen der Bewertungsgruppe B nach DIN EN ISO 5817 (10/2006) mit den zus. Anforderungen nach Tab. 4.1.2 der ZTV-ING einzuhalten.
- Die Konstruktion ist feuerverzinkt herzustellen.