

**Anhang zu:**

**Verstärkung von  
Stahlbrücken mit  
Kategorie-2-Schäden**

von

Ulrike Kuhlmann  
Michael Hubmann

Institut für Konstruktion und Entwurf  
Stahl-, Holz- und Verbundbau  
Universität Stuttgart

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 127 – Anhang

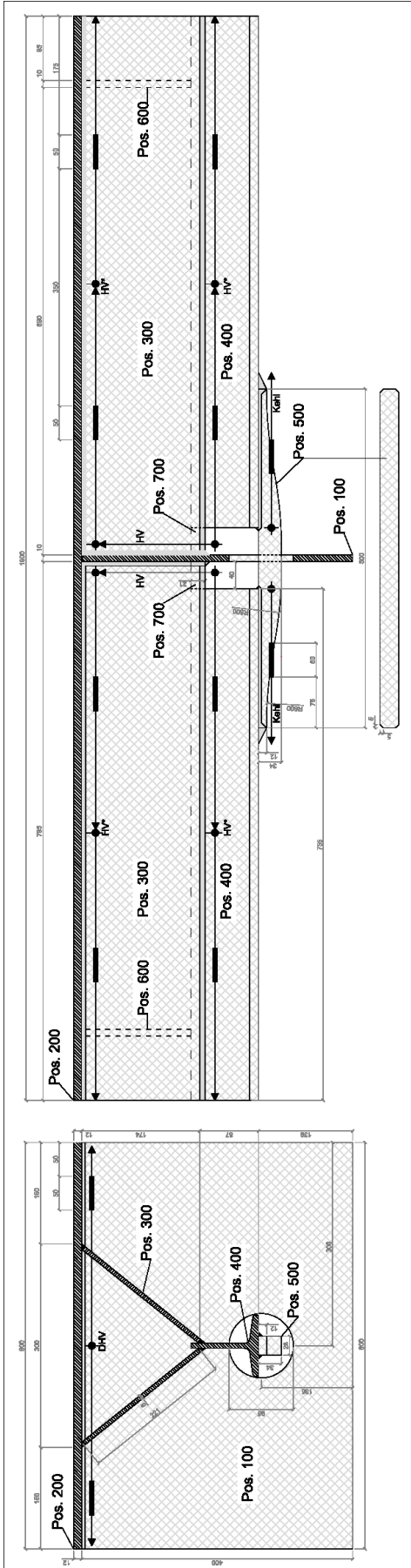
**bast**

---

**Anhang**

**'5`D`bY**

A.1 Plan - A

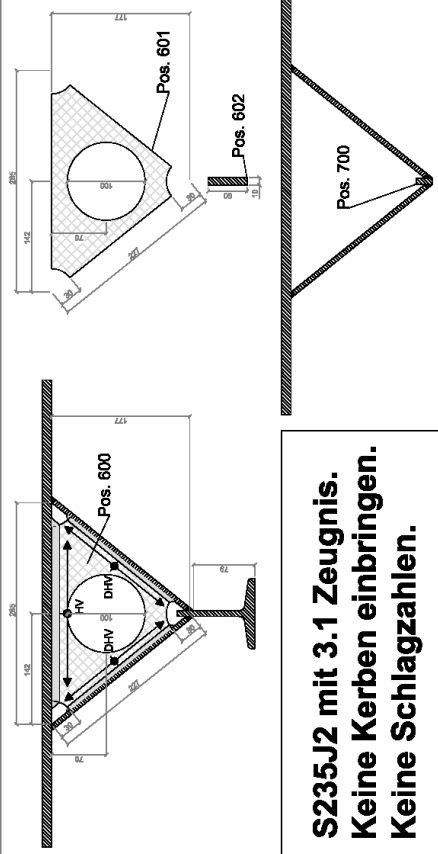


Fertigungsreihenfolge:	Naht:	Position:	Bemerkung:
1) Pos.: 100, 200	DHV	PB	Heften, Schweißen
2) Pos.: 300, 600	-	-	Klemmen: Pos.: 601, 602
3) Pos.: 300, 600	DHV	PB	Schweißen
4) Pos.: 200, 300, 400, 700	HV*	PB	Heften
5) Pos.: 300, 400, 700	HV*	PB	Schweißen
6) Pos.: 200, 300	HV*	PB	Schweißen
7) Pos.: 200, 600	HV	PB	Schweißen
8) Pos.: 100, 300, 700	HV	PF, PD	Schweißen In Einbaulage
9) Pos.: 400, 500	Kehl	PB	Heften, Schweißen, Schleifen

**Stückliste:**

Pos.:	St.:	Abmessungen:	Bemerkung:
100	1	10 400 600	DHV, Ausnehmung
200	1	12 600 1600	-
300	4	6 221 795	HV, HV*
400	2	H-Profil 200 Länge 755	Halbriet
500	1	28 34 500	Radius, Kariten stützen
601	1	30 177 285	DHV, HV, Dreieck, Radius, Ausnehmung
602	2	10 50 100	Dreieck, Radius
700	2	8 21 40	-

Zusätzliches Material für spätere Instandsetzung:  
 701 Winkelprofile  
 Maße werden noch nachgereicht



**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.  
 Keine Kerben einbringen.  
 Keine Schlagzahlen.**

**Plan: A**

**Stück: 3**

**Stand: 05.03.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

Forschungsprojekt:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
 Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

**Elektrode:**  
 Für PD, PF  
 T 48 4 P M 1 H5 nach DIN EN 758  
 T 48 2 P C 1 H5 nach DIN EN 758  
 Fabrikat: BÖHLER TI 52 T-FD

**Für Andere**  
 T 48 4 M M 1 H5 nach DIN EN 758  
 Fabrikat: BÖHLER HL 51 T-MC

**Heftnäht:**

**Schweißfolge:**

← Ende Startpunkt

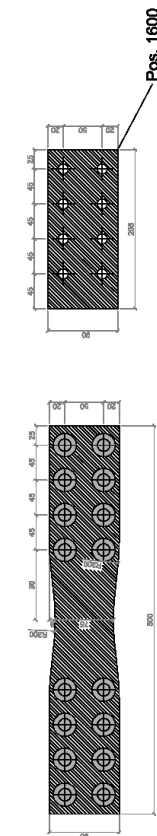
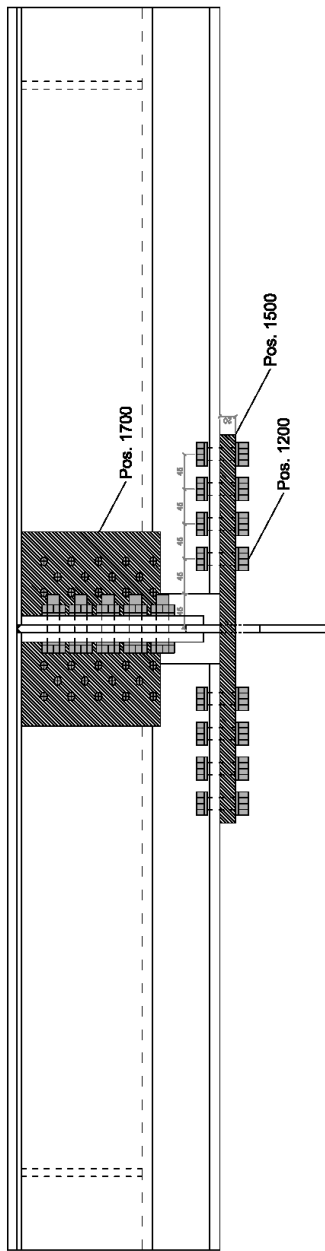
**Schweißpositionen:**

Kehl  
a=1/2

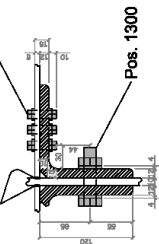
DHV

HV\*

A.2 "Dlan – A-rep



künstlicher "Ermüdungsriß" mit Winkelschleifer t = 3 mm



**Plan: A - rep**  
**Stück: 3**  
**Stand: 16.05.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**  
 Forschungsprojekt:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Kategorie-2-Schäden FE15.0474  
 Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
 Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

**Fertigungsreihenfolge:**  
 1) Pos.: 1200, 1500, 1600  
 2) Pos.: 1400, 1700  
 3) Pos.: 1300, 1700

Pos.: Stl.	Abmessungen:	Bemerkung:
1200 16	-	s. Anmerkungen Pos. 1200
1300 10	-	s. Anmerkungen Pos. 1300
1400 56	-	s. Anmerkungen Pos. 1400
1500 1	20 90 500	Radius, Bohrung $\varnothing = 8$ mm
1600 2	1 90 205	Zwischenlagen, Futterblech
1700 4	120 x 12	Länge 210 Gleichschenkliger Winkel, Bohrungen, Kanten stützen, Schenkel stützen

**Anmerkungen Pos. 1200**  
 1 x Schraube EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – IZn  
 1 x Mutter EN 7042 – M16 – 10 – IZn  
 2 x Scheiben EN 14399-6 – 17 – IZn  
 1 x I-Scheibe DIN 6917 – 17 – IZn  
 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**  
 - Schraube: siehe Plan B-rep  
 - Mutter: siehe Plan B-rep  
 - Bohrung: siehe Plan B-rep

**Anmerkungen Pos. 1300**  
 1 x Garnitur EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – IZn (Garnitur = Schraube + Mutter)  
 2 x Scheiben EN 14399-6 – 17 – IZn  
 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.**  
**Keine Kerben einbringen.**  
**Keine Schlagzahlen.**

**HINWEISE:**  
 - Schraube: 1) Kategorie E: vorgespannte Zugverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.2 (1)  
 2) Vorspannung entsprechend DIN EN 1993-1-8/ANA, Anhang NC1 N.A.A.3 "Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren" Einzelstellige Anziehmoment am Gerät: 250 Nm für M16 aus 10.9 aus Tab. N.A.A.2 jedoch wird die Schraube auch zum Teil als Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1) verwendet, somit D = 17 mm mit Klasse H11

**Anmerkungen Pos. 1400**

1 x Blindnietsetzbohlen "BOM" der Firma Heyman GmbH Artikelnummer: 041858, Klemmbereich: 17,5-20,7 mm  
 1 x Bohrung D = 11 mm (maschinell)

**Anmerkungen Pos. 1500**

Thermisches Schneiden nach EN 1090-2, Tab. 9: EXC2 bzw. EXC3  
 Somit wird Folgendes entsprechend EN ISO 9013 gefordert:  
 Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz u = Bereich 4  
 Gemittelte Rahtiefe Rz5 = Bereich 4

**Anmerkungen Pos. 1600**

Entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 8.3 sind Zwischenlagen mit bis zu 4 mm zulässig unter Beachtung von DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (12)



## A.4''Dlan – B-rep

**Stückliste:**

Pos.:	Stl.:	Abmessungen:	Bemerkung:
1000	6	-	s. Anmerkungen Pos. 1000
1100	4	10 100 125	Kanten stützen, Bohrung

**Anmerkungen Pos. 1000**

1 x Schraube EN 14399-8 -- M16 x 60 -- 10.9 -- HVP -- Zn  
 1 x Mutter EN 7042 -- M16 -- 10 -- Zn  
 1 x Scheibe EN 14399-6 -- 17 -- Zn  
 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2  
 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**

- Schraube: 1) Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1)  
 2) Mutter wurde nur handfest angezogen nach DIN EN 1090-2, Abs. 6.3 Anmerkung 2

- Mutter: 1) Für den Versuch wurde die Schraube gegen unbeabsichtigtes Lösen der Mutter gesichert entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 2.6 (1)  
 2) Für die Praxis ist dies nicht zulässig. Nach DIN EN 14399-6, Seite 4 ist es wichtig, dass die Garnitur (Schraube mit Mutter) von einem einzigen Hersteller geliefert wird, der stets für die Funktion der Verbindung verantwortlich ist.  
 3) Entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 2.8 (1) ist das Vorspannen der Schraube eine Alternative, siehe DIN EN 1993-1-8, Anmerkung zu 3.4.2 (1)

- Scheibe: 1) Für den Versuch wurde nur 1 Scheibe auf der Seite der Mutter verwendet, damit das Gewinde der Schraube M16x60 nicht in der Scherfuge liegt.  
 2) Für die Praxis ist dies nicht zulässig. Nach DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (10) sollen für einschichtige Anschlüsse mit nur einer Schraubenreihe Unterlegscheiben unter dem Schraubenkopf und unter der Mutter eingesetzt werden. Weitere Hinweise siehe DIN EN 1090-2, Abs. 8.2.4  
 1) Bohrung mit D = 16,5 mm (maschinell)  
 2) Reibhülse mit D = 17 mm Klasse H7 (manuell)

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.  
Keine Kerben einbringen.  
Keine Schlagzahlen.**

**Plan: B - rep  
Stück: 3  
Stand: 28.02.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf  
Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

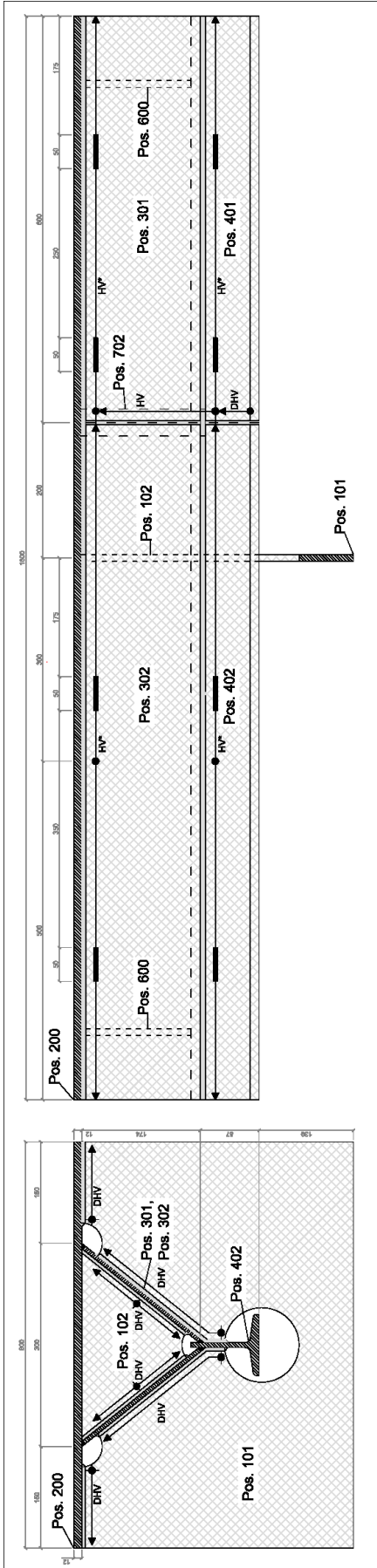
Forschungsprojekt:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

Schweißnahtnachbehandlung  
mit höherfrequenten Hämmern  
Produkt: Firma Pitec GmbH

künstlicher "Ermüdungsrisse"  
mit Winkelschleifer t = 3 mm

A.5''Dlan - C



Fertigungsreihenfolge:	Naht:	Position:	Bemerkung:
1) Pos.: 102, 302, 600	-	-	Klemmen: Pos.: 603 (siehe Plan: A)
2) Pos.: 102, 302, 600	DHV	PB	Schweißen
3) Pos.: 301, 600	-	-	Klemmen: Pos.: 601, 602 (siehe Plan: A)
4) Pos.: 301, 600	DHV	PB	Schweißen (siehe Plan: A)
5) Pos.: 200, 302, 402	HV*	PB	Heften
6) Pos.: 302, 402	HV*	PB	Schweißen
7) Pos.: 200, 302	HV*	PB	Schweißen
8) Pos.: 301, 702	Kehl	PB	Anschweißen stählerne Schweißbadsticherung mit einer Lage
9) Pos.: 200, 301, 401	HV*	PB	Heften
10) Pos.: 301, 401	HV*	PB	Schweißen
11) Pos.: 200, 301	HV*	PB	Schweißen
12) Pos.: 200, 600	HV	PB	Schweißen
13) Pos.: 101, 200, 302, 402	DHV	PB	Schweißen
14) Pos.: 401, 402	DHV	PB, PE, PF	Schweißen in Einbaulage
15) Pos.: 301, 302	HV	PD, PF	Schweißen in Einbaulage, stählerne Schweißbadsticherung

Stückliste:	Abmessungen:	Bemerkung:
101	10 400 600	DHV, Ausnehmungen
102	1 - - -	DHV, Ausnehmung von Pos. 101
200	1 siehe Plan: A	
301	2 6 221 600	HV, HV*
302	2 6 221 1000	HV*
401	1 L-Profil 200 Länge 600	DHV, Halbiert
402	1 L-Profil 200 Länge 1000	Halbiert
600	2 siehe Plan: A	
702	2 6 40 221	

Zusätzliches Material für spätere Instandsetzung:		
501	2 6 200 400	Stoßlaschen Seitenbleche
502	2 6 50 400	Stoßlaschen L-Profil Steg
503	1 12 90 400	Stoßlaschen L-Profil Flansch

**Plan: C**

**Stück: 3**

**Stand: 05.03.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

Forschungsprojekt:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
 Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

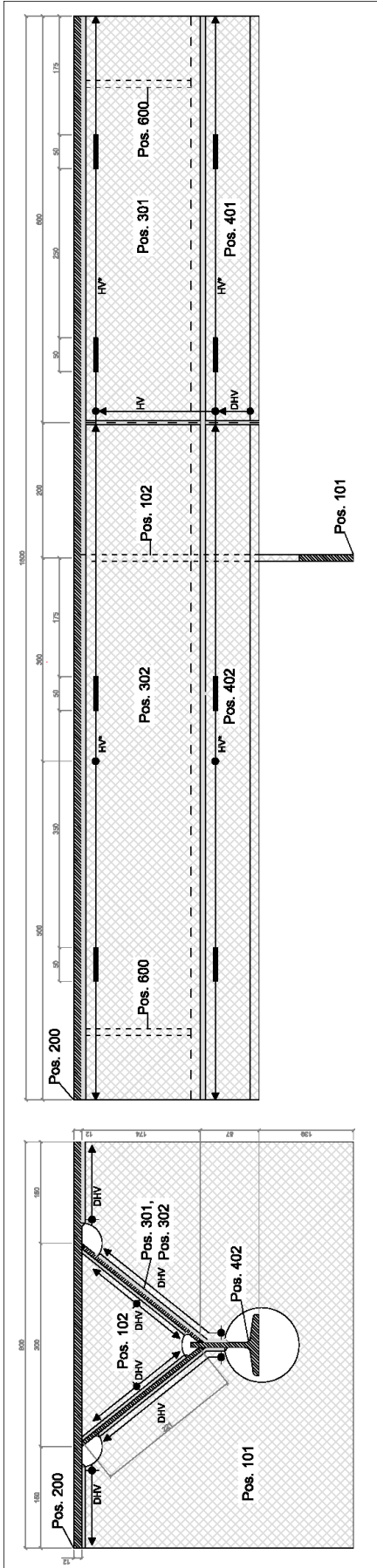
  

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.**  
**Keine Kerben einbringen.**  
**Keine Schlagzahlen.**





A.7...D'an – D



Fertigungsreihenfolge:	Naht:	Position:	Bemerkung:
1) Pos.: 102, 302, 600	-	Klemmen: Pos.: 603 (siehe Plan: A)	
2) Pos.: 102, 302, 600	DHV	Schweißen	
3) Pos.: 301, 600	-	Klemmen: Pos.: 601, 602 (siehe Plan: A)	
4) Pos.: 301, 600	DHV	Schweißen (siehe Plan: A)	
5) Pos.: 200, 302, 402	HV*	Heften	
6) Pos.: 302, 402	HV*	Schweißen	
7) Pos.: 200, 302	HV*	Schweißen	
8) Pos.: 302, 703	-	Anpassen keramische Schweißbadsicherung mit Drähten	
9) Pos.: 200, 301, 401	HV*	Heften	
10) Pos.: 301, 401	HV*	Schweißen	
11) Pos.: 200, 301	HV*	Schweißen	
12) Pos.: 200, 600	HV	Schweißen	
13) Pos.: 101, 200, 302, 402	DHV	Schweißen	
14) Pos.: 401, 402	DHV	PB, PE, PF Schweißen in Einbaulage	
15) Pos.: 301, 302	HV	PD, PF Schweißen in Einbaulage, keramische Schweißbadsicherung	

Stückliste:	Pos.:	Stl.:	Abmessungen:	Bemerkung:
	101	1	siehe Plan: C	
	102	1	siehe Plan: C	
	200	1	siehe Plan: A	
	301	2	siehe Plan: C	
	302	2	siehe Plan: C	
	401	1	siehe Plan: C	
	402	1	siehe Plan: C	
	600	2	siehe Plan: A	
	703	2	keramische Schweißbadsicherung Länge 220	

Fabrikat: Gulico 1 G 42-R  
 Fixierung mit Schweißdraht SG3

**Plan: D**

**Stück: 3**

**Stand: 30.08.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

Forschungsprojekt:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
 Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

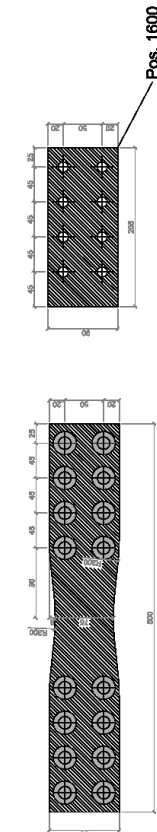
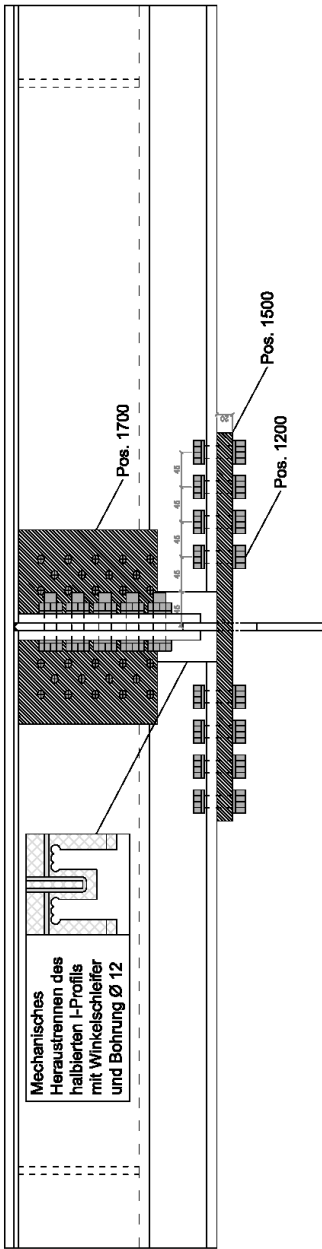
Elektrode:	siehe Plan A
Heftdraht:	—
Schweißfolge:	Ende → Startpunkt ↖ ↗
Schweißpositionen:	

Keh  
a=1/2

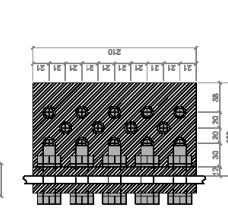
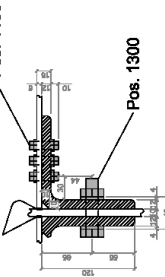
DKeh  
a=1/2

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.**  
**Keine Kerben einbringen.**  
**Keine Schlagzahlen.**

A.8 D'an – D-rep

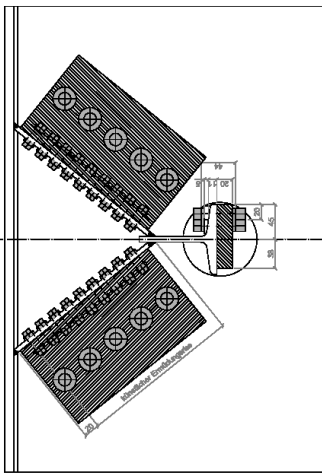


künstlicher "Ermüdungsriß" mit Winkelschleifer t = 3 mm



**Plan: D - rep**  
**Stück: 3**  
**Stand: 30.08.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**  
 Forschungsprojekt:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Kategorie-2-Schäden FE15.0474  
 Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
 Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de



**Fertigungsreihenfolge:**  
 1) Pos.: 1200, 1500, 1600  
 2) Pos.: 1400, 1700  
 3) Pos.: 1300, 1700

**Stückliste:**

Pos.: Stl.	Abmessungen:	Bemerkung:
1200 16	-	s. Anmerkungen Pos. 1200
1300 10	-	s. Anmerkungen Pos. 1300
1400 56	-	s. Anmerkungen Pos. 1400
1500 1	20 90 500	Radius, Bohrung Ø = 8 mm
1600 2	1 90 205	Zwischenlagen, Futterblech
1700 4	120 x 12	Länge 210 Gleichschenkliger Winkel, Bohrungen, Kanten stützen, Schenkel stützen

**Anmerkungen Pos. 1200**  
 1 x Schraube EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – IZn  
 1 x Mutter EN 7042 – M16 – 10 – IZn  
 2 x Scheiben EN 14399-6 – 17 – IZn  
 1 x I-Scheibe DIN 6917 – 17 – IZn  
 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

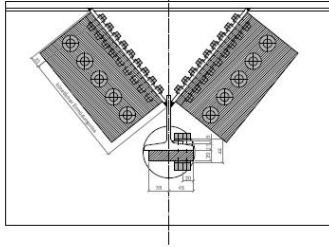
**HINWEISE:**  
 - Schraube: siehe Plan B-rep  
 - Mutter: siehe Plan B-rep  
 - Bohrung: siehe Plan B-rep  
**Anmerkungen Pos. 1300**  
 1 x Garnitur EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – IZn (Garnitur = Schraube + Mutter)  
 2 x Scheiben EN 14399-6 – 17 – IZn  
 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

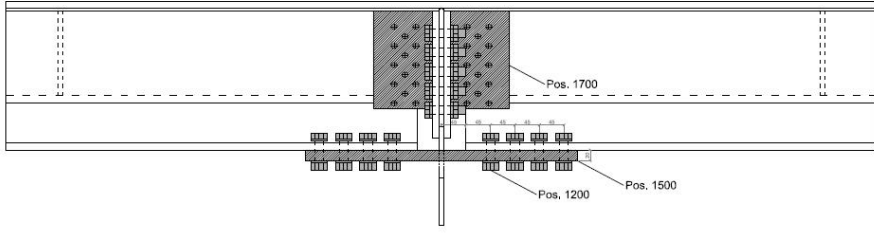
**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.**  
**Keine Kerben einbringen.**  
**Keine Schlagzahlen.**

**HINWEISE:**  
 - Schraube: 1) Kategorie E: vorgespannte Zugverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.2 (1)  
 2) Vorspannung entsprechend DIN EN 1993-1-8/ANA, Anhang NA.3 "Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren" Einzelstellige Anziehmoment am Gerät: 250 Nm für M16 aus 10.9 aus Tab. NA.A.2  
 jedoch wird die Schraube auch zum Teil als Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1) verwendet, somit D = 17 mm mit Klasse H11  
**Anmerkungen Pos. 1400**  
 1 x Blindnietsetzbohlen "BOM" der Firma Heyman GmbH Artikelnummer: 041858, Klemmbereich: 17,5-20,7 mm  
 1 x Bohrung D = 11 mm (maschinell)  
**Anmerkungen Pos. 1500**  
 Thermisches Schneiden nach EN 1090-2, Tab. 9: EXC2 bzw. EXC3  
 Somit wird Folgendes entsprechend EN ISO 9013 gefordert:  
 Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz u = Bereich 4  
 Gemittelte Rahtiefe Rz5 = Bereich 4  
**Anmerkungen Pos. 1600**  
 Entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 8.3 sind Zwischenlagen mit bis zu 4 mm zulässig unter Beachtung von DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (12)

## **B Bilder der Reparatur**

## B.1 Bilder der Reparatur – A-rep



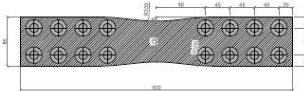
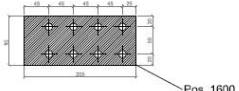


**Stückliste:**

Pos.:	St.	Abmessungen:	Bemerkung:
1200	16	-	s. Anmerkungen Pos. 1200
1300	10	-	s. Anmerkungen Pos. 1300
1400	56	-	s. Anmerkungen Pos. 1400
1500	1	20 90 500	Radius, Bohrung $\varnothing = 8$ mm
1600	2	1 90 205	Zwischenlagen, Futterblech
1700	4	120 x 12	Länge 210 Gleichschenkliger Winkel, Bohrungen, Kanten stützen, Schenkel stützen

**Fertigungsreihenfolge:**

- 1) Pos.: 1200, 1500, 1600
- 2) Pos.: 1400, 1700
- 3) Pos.: 1300, 1700

**Anmerkungen Pos. 1200**

1 x	Schraube	EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – tZn
1 x	Mutter	EN 7042 – M16 – 10 – tZn
2 x	Scheiben	EN 14399-6 – 17 – tZn
1 x	I-Scheibe	DIN 6917 – 17 – tZn
1 x	Bohrung	D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**  
- Schraube: siehe Plan B-rep  
- Mutter: siehe Plan B-rep  
- Bohrung: siehe Plan B-rep

**Anmerkungen Pos. 1300**

1 x	Garnitur	EN 14399-8 – M16 x 65 – 10.9 – HVP – tZn (Garnitur = Schraube + Mutter)
2 x	Scheiben	EN 14399-6 – 17 – tZn
1 x	Bohrung	D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**  
- Schraube: 1) Kategorie E: vorgespannte Zugverbindung  
entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.2 (1)  
2) Vorspannung entsprechend DIN EN 1993-1-8/NA,  
Anhang NCI NA.A.3 "Modifiziertes Drehmoment-  
Vorspannverfahren" Einzustellende Anziehmoment  
am Gerät: 250 Nm für M16 aus 10.9 aus Tab. NA.A.2  
- Bohrung: 1) D = 16 mm nach DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.1,  
jedoch wird die Schraube auch zum Teil als  
Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung  
entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1)  
verwendet, somit D = 17 mm mit Klasse H11

**Anmerkungen Pos. 1400**

1 x	Bitndrielsatzbolzen "BOM" der Firma Heyman GmbH Artikelnummer: 041658, Klemmbereich: 17,5-20,7 mm
1 x	Bohrung D = 11 mm (maschinell)

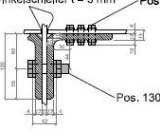
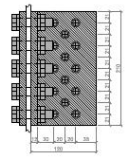
**Anmerkungen Pos. 1500**

Thermisches Schneiden nach EN 1090-2, Tab. 9: EXC2 bzw. EXC3  
Somit wird Folgendes entsprechend EN ISO 9013 gefordert:  
Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz u = Bereich 4  
Gemittelte Rauhliefe Rz5 = Bereich 4

**Anmerkungen Pos. 1600**

Entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 8.3 sind Zwischenlagen mit bis zu  
4 mm zulässig unter Beachtung von DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (12)

künstlicher "Ermüdungsriß"  
mit Winkelschleifer t = 3 mm

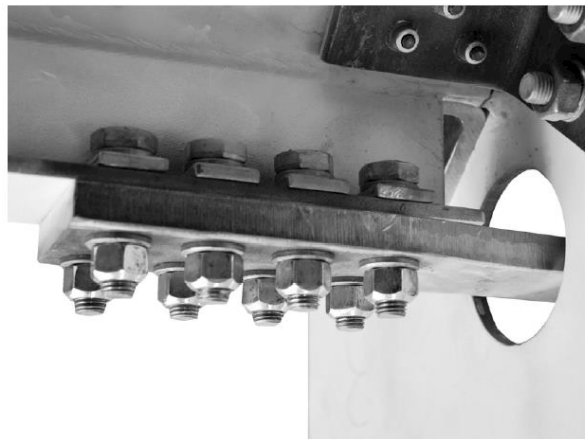
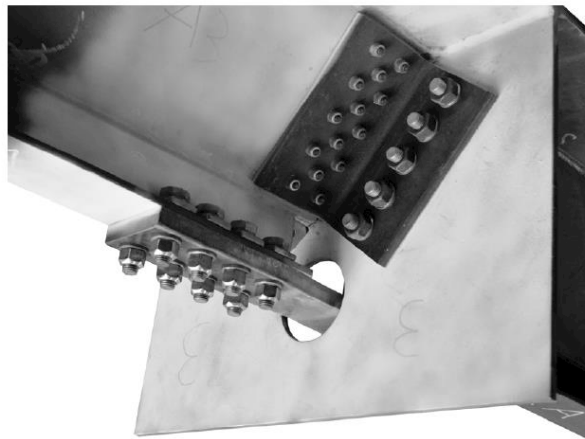



**Plan: A - rep**  
**Stück: 3**  
**Stand: 16.05.2013**

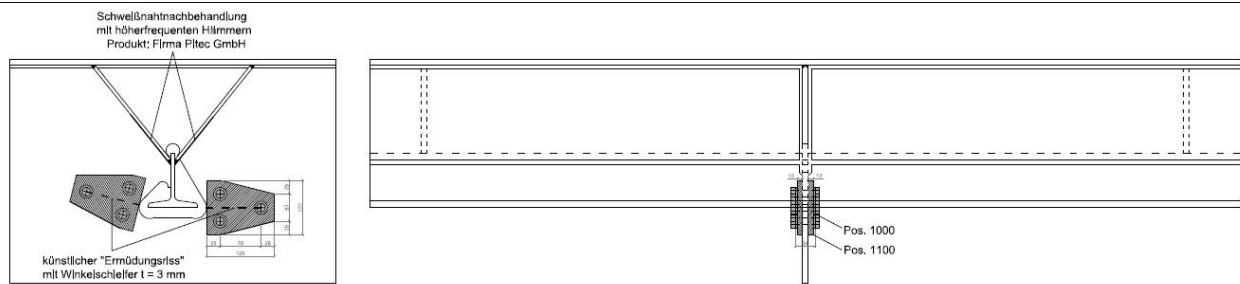
**Institut für Konstruktion und Entwurf**  
**Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

Forschungsprojekt:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kategorie-2-Schäden FE15,0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de



## B.2 Bilder der Reparatur – B-rep



### Anmerkungen Pos. 1000

- 1 x Schraube EN 14399-8 – M16 x 60 – 10.9 – HVP – IZn
- 1 x Mutter EN 7042 – M16 – 10 – IZn
- 1 x Scheibe EN 14399-6 – 17 – IZn
- 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 266-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6,6,2 a)

### HINWEISE:

- Schraube: 1) Kategorie A: Scher-Lochleibungsverbinding entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1)  
2) Mutter wurde nur handfest angezogen nach DIN EN 1090-2, Abs. 6.3 Anmerkung 2
- Mutter: 1) Für den Versuch wurde die Schraube gegen unbeabsichtigtes Lösen der Mutter gesichert entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 2.6 (1)  
2) Für die Praxis ist dies nicht zulässig. Nach DIN EN 14399-2, Seite 4 ist es wichtig, dass die Garnitur (Schraube mit Mutter) von einem einzigen Hersteller geliefert wird, der stets für die Funktion der Verbindung verantwortlich ist.  
3) Entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 2.6 (1) ist das Vorspannen der Schraube eine Alternative, siehe DIN EN 1993-1-8, Anmerkung zu 3.4.2 (1)
- Scheibe: 1) Für den Versuch wurde nur 1 Scheibe auf der Seite der Mutter verwendet, damit das Gewinde der Schraube M16x60 nicht in der Scherfuge liegt.  
2) Für die Praxis ist dies nicht zulässig. Nach DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (10) sollen für einschnittige Anschlüsse mit nur einer Schraubenreihe Unterlegscheiben unter dem Schraubenkopf und unter der Mutter eingesetzt werden. Weitere Hinweise siehe DIN EN 1090-2, Abs. 6.2.4
- Bohrung: 1) Bohrung mit D = 16,5 mm (maschinell)  
2) Reibbohle mit D = 17 mm Klasse H7 (manuell)

### Stückliste:

Pos.:	St.:	Abmessungen:	Bemerkung:
1000	6	-	s. Anmerkungen Pos. 1000
1100	4	10 100 125	Kanten stützen, Bohrung

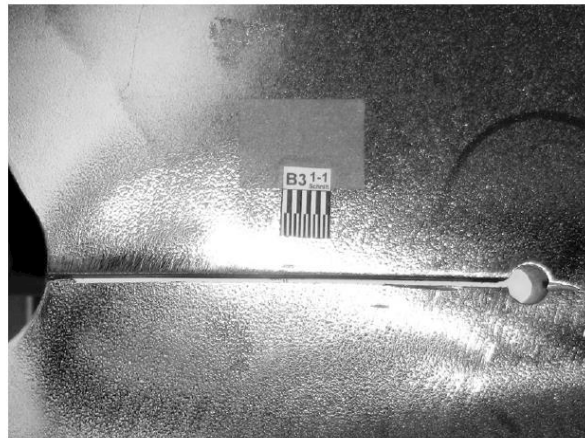
**S235J2 mit 3.1 Zeugnls.  
Keine Kerben einbringen.  
Keine Schlagzahlen.**

**Plan: B - rep  
Stück: 3  
Stand: 28.02.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf  
Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

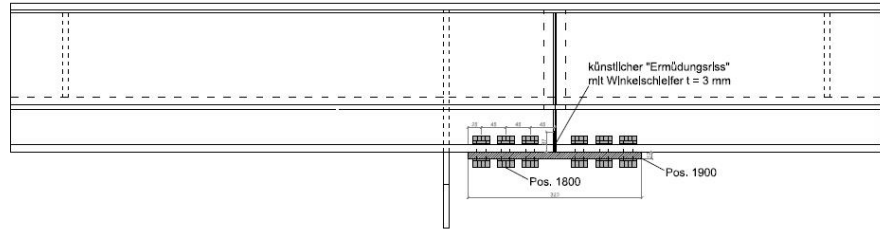
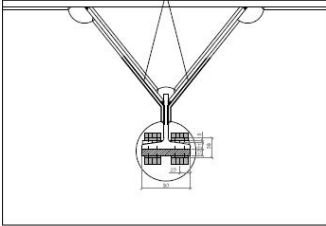
Forschungsprojekt:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de



### B.3 Bilder der Reparatur – C-rep

Schweißnahtnachbehandlung  
mit höherfrequenten Hämmern  
Produkt: Firma Pliec GmbH



**Anmerkungen Pos. 1800**

- 1 x Schraube EN 14399-6 – M16 x 60 – 10.9 – HVP – IZn
- 1 x Mutter EN 7042 – M16 – 10 – IZn
- 2 x Scheiben EN 14399-6 – 17 – IZn
- 1 x I-Scheibe DIN 6917 – 16 – IZn
- 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**

- Schraube: siehe Plan B-rep
- Mutter: siehe Plan B-rep
- Bohrung: siehe Plan B-rep

**Stückliste:**

Pos.;	St.;	Abmessungen;	Bemerkung;
1800	12	-	s. Anmerkung Pos. 1800
1900	1	12 90 320	Bohrung Ø = 6 mm

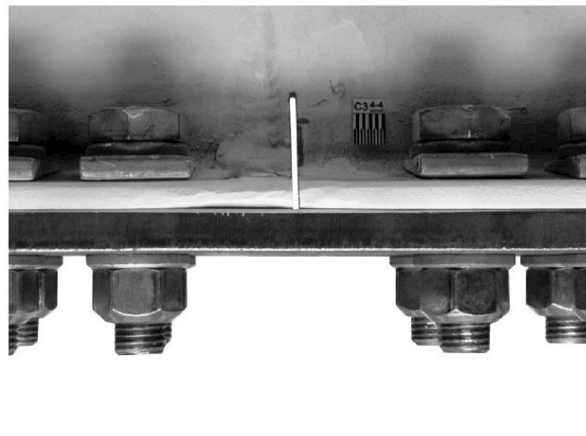
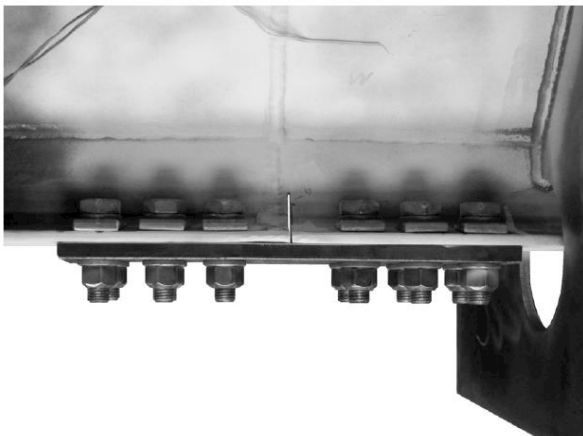
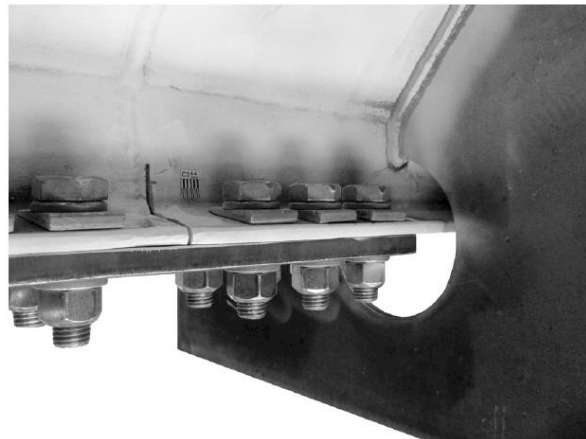
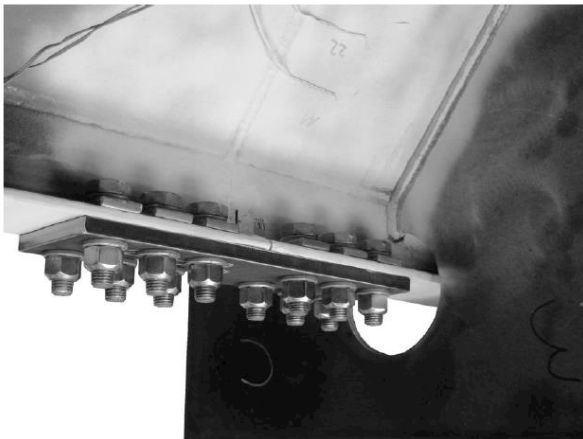
**Plan: C - rep**  
**Stück: 2**  
**Stand: 06.03.2013**

Institut für Konstruktion und Entwurf  
Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart

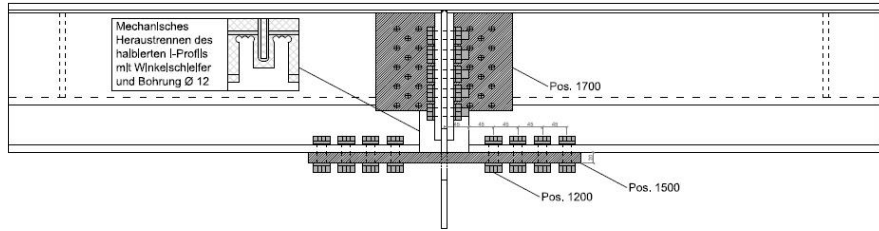
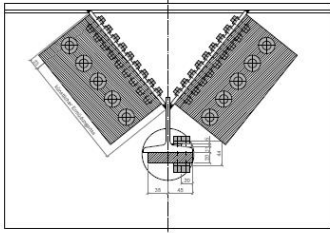
Forschungsprojekt:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kategorie-2-Schäden FE15.0474

Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.**  
**Keine Kerben einbringen.**  
**Keine Schlagzahlen.**



### B.4 Bilder Reparatur D-rep

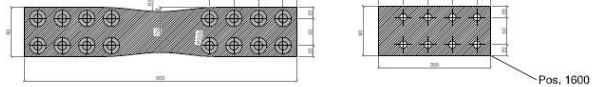


**Stückliste:**

Pos.:	St.:	Abmessungen:	Bemerkung:
1200	16	-	s. Anmerkungen Pos. 1200
1300	10	-	s. Anmerkungen Pos. 1300
1400	56	-	s. Anmerkungen Pos. 1400
1500	1	20 90 500	Radius, Bohrung $\varnothing = 8$ mm
1600	2	1 90 205	Zwischenlagen, Futterblech
1700	4	120 x 12	Länge 210 Gleichschenkliger Winkel, Bohrungen, Kanten stützen, Schenkel stützen

**Fertigungsreihenfolge:**

- 1) Pos.: 1200, 1500, 1600
- 2) Pos.: 1400, 1700
- 3) Pos.: 1300, 1700



**Anmerkungen Pos. 1200**

- 1 x Schraube EN 14399-6 – M16 x 65 – 10,9 – HVP – IZn
- 1 x Mutter EN 7042 – M16 – 10 – IZn
- 2 x Schelben EN 14399-6 – 17 – IZn
- 1 x I-Schelbe DIN 6917 – 17 – IZn
- 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**HINWEISE:**

- Schraube: siehe Plan B-rep
- Mutter: siehe Plan B-rep
- Bohrung: siehe Plan B-rep

**Anmerkungen Pos. 1300**

- 1 x Garnitur EN 14399-6 – M16 x 65 – 10,9 – HVP – IZn (Garnitur = Schraube + Mutter)
- 2 x Schelben EN 14399-6 – 17 – IZn
- 1 x Bohrung D = 17 mm mit Klasse H11 nach ISO 286-2 entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.2 a)

**S235J2 mit 3.1 Zeugnis.  
Keine Kerben einbringen.  
Keine Schlagzahlen.**

**HINWEISE:**

- Schraube: 1) Kategorie E: vorgespannte Zugverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.2 (1)  
2) Vorspannung entsprechend DIN EN 1993-1-8/NA, Anhang NC1 N.A.A.3 "Modifiziertes Drehmoment-Vorspannverfahren" Einzustellende Anziehmoment am Gerät: 250 Nm für M16 aus 10.9 aus Tab. N.A.A.2
- Bohrung: 1) D = 18 mm nach DIN EN 1090-2, Abs. 6.6.1, jedoch wird die Schraube auch zum Teil als Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindung entsprechend DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.4.1 (1) verwendet, somit D = 17 mm mit Klasse H11

**Anmerkungen Pos. 1400**

- 1 x Blindnietsetzbolzen "BOM" der Firma Heyman GmbH Artikelnummer: 041856, Klemmbereich: 17,5-20,7 mm
- 1 x Bohrung D = 11 mm (maschinell)

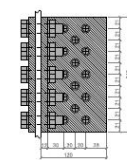
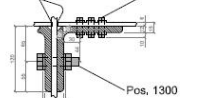
**Anmerkungen Pos. 1500**

Thermisches Schneiden nach EN 1090-2, Tab. 9: EXC2 bzw. EXC3  
Somit wird Folgendes entsprechend EN ISO 9013 gefordert:  
Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz u = Bereich 4  
Gemittelte Rauhtiefe Rz5 = Bereich 4

**Anmerkungen Pos. 1600**

Entsprechend DIN EN 1090-2, Abs. 6.3 sind Zwischenlagen mit bis zu 4 mm zulässig unter Beachtung von DIN EN 1993-1-8, Abs. 3.6.1 (12)

künstlicher "Ermüdungsriß" mit Winkelschleifer t = 3 mm

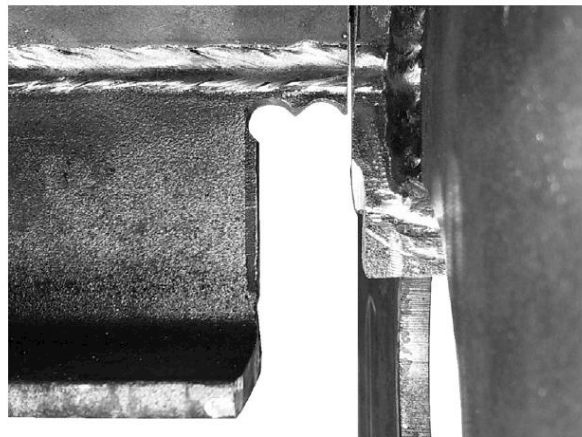


**Plan: D - rep  
Stück: 3  
Stand: 30.08.2013**

**Institut für Konstruktion und Entwurf  
Prof. Kuhlmann, Universität Stuttgart**

Forschungsprojekt:  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kategorie-2-Schäden FE15.0474

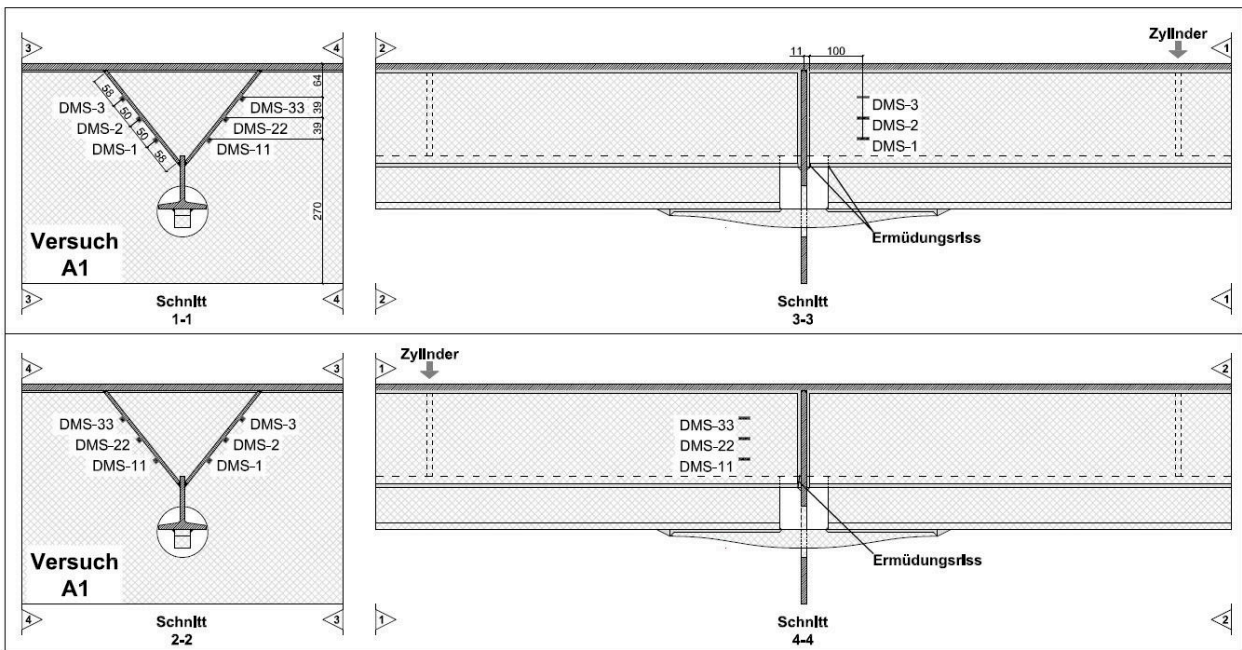
Michael Hubmann 0711/ 685 69250  
Michael.Hubmann@ke.uni-stuttgart.de



## C "Bilder der Ermüdungsversuche

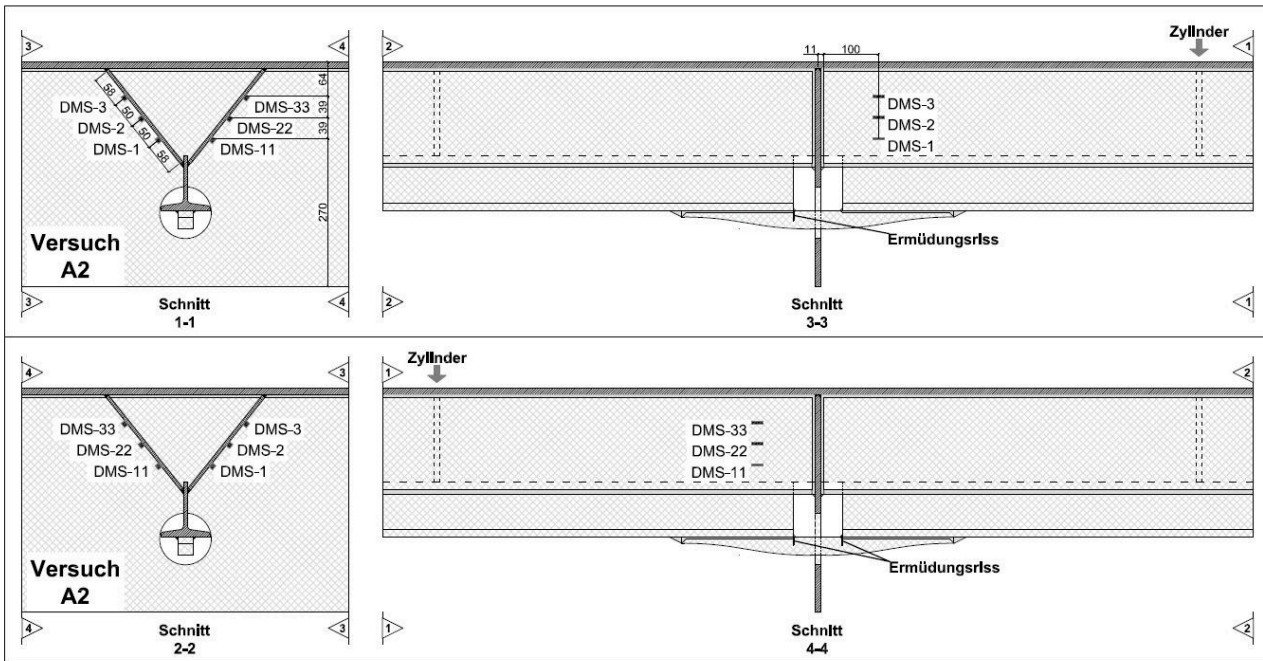


C.1 Bilder Versuch – A1



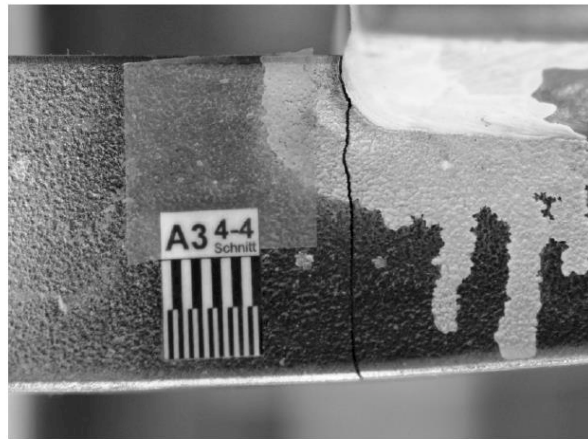
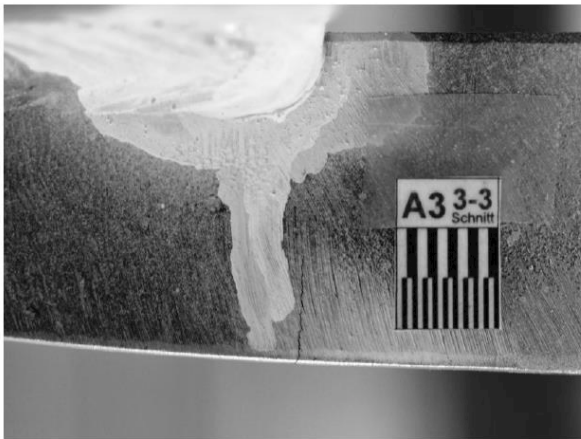
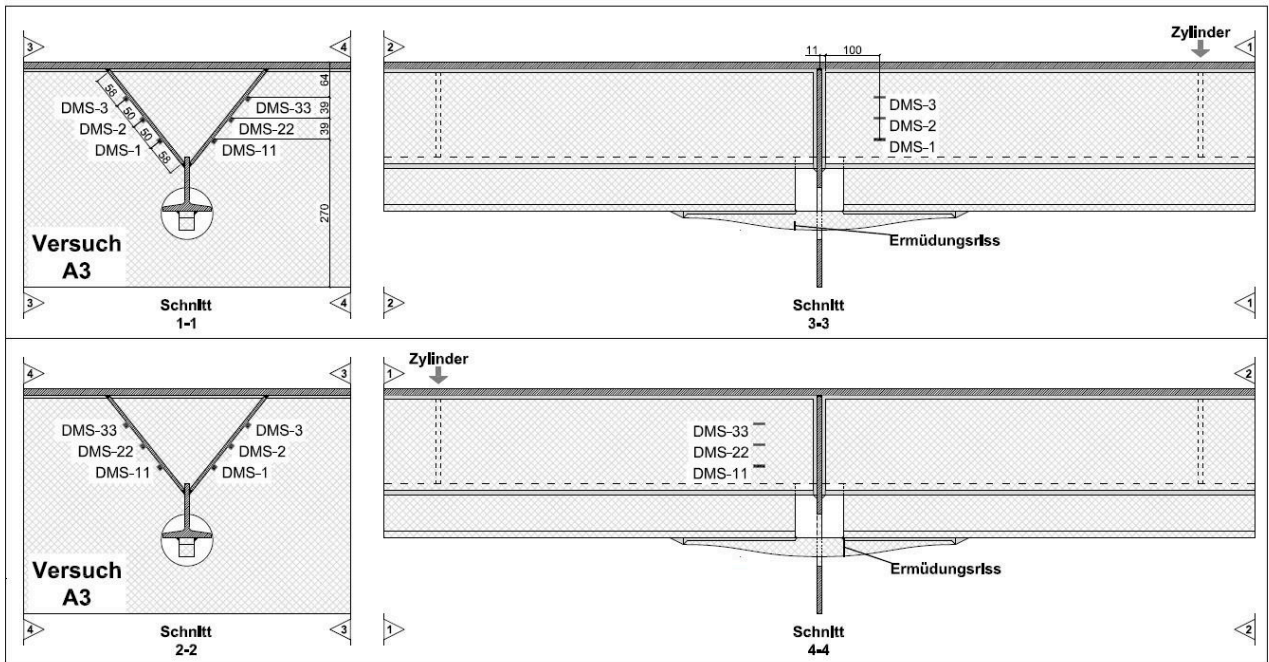
Markierung	Schwingspielzahl
A	242.000
B	245.000
C	256.500
D	268.000
E,F	277.000

## C.2 Bilder Versuch – A2

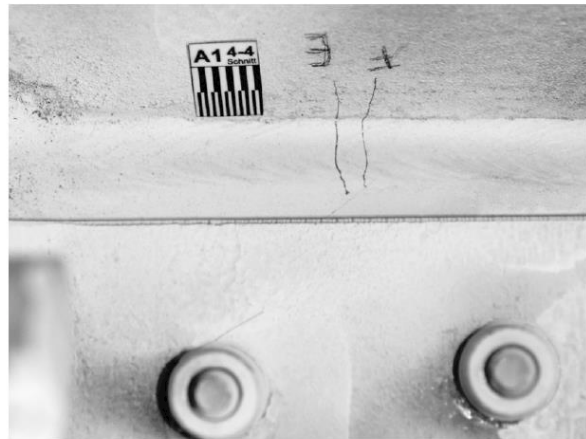
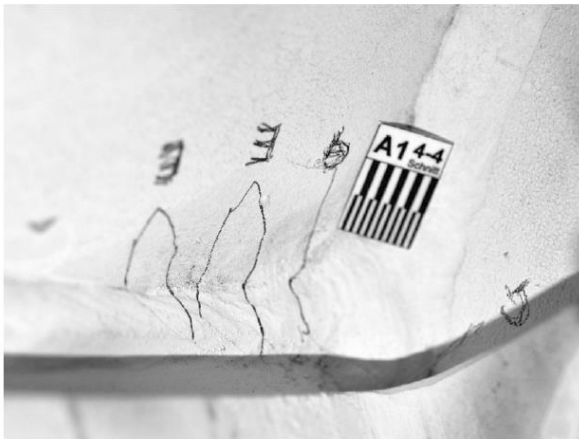
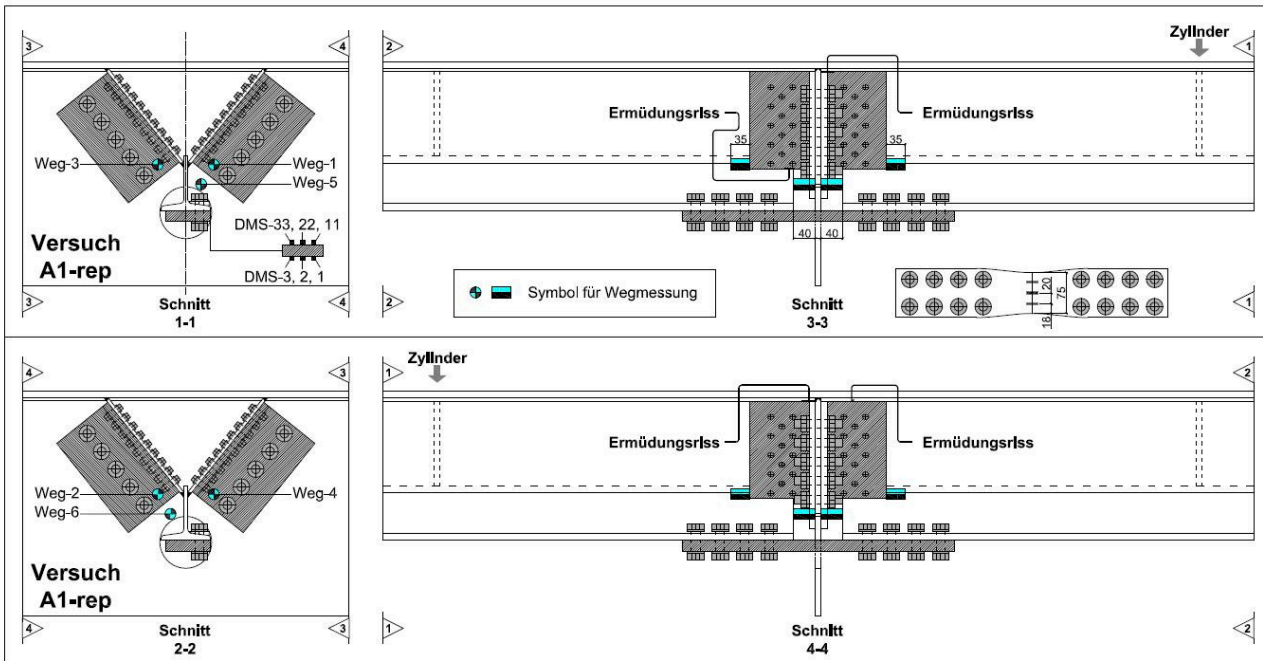


Markierung	Schwingspielzahl
A	660.000
B	740.000

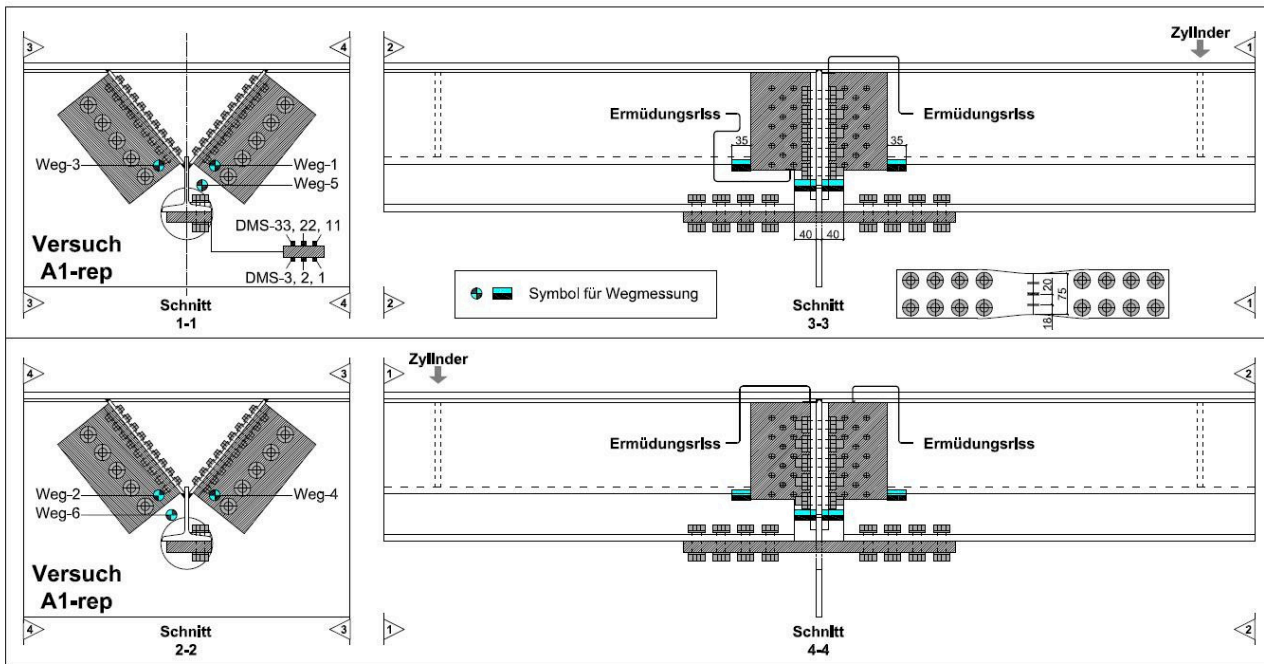
### C.3 Bilder Versuch – A3



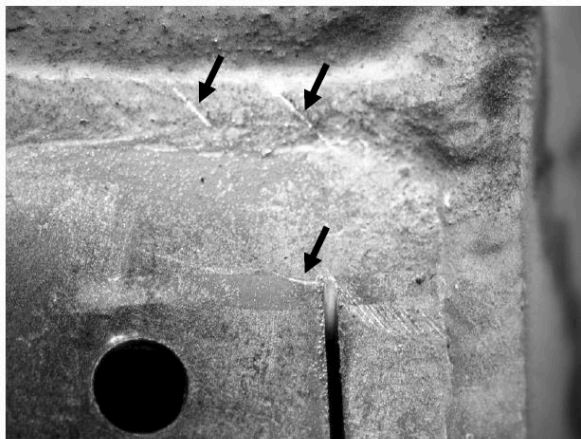
## C.4 Bilder Versuch – A1-rep



Markierung	Schwingspielzahl	Markierung	Schwingspielzahl
A	170.000	E	1.729.000
B	1.208.000	F	1.873.000
C	1.465.000	G	1.982.000
D	1.602.000	H	2.000.000



Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsrisse“ nach dem Entfernen der Winkel



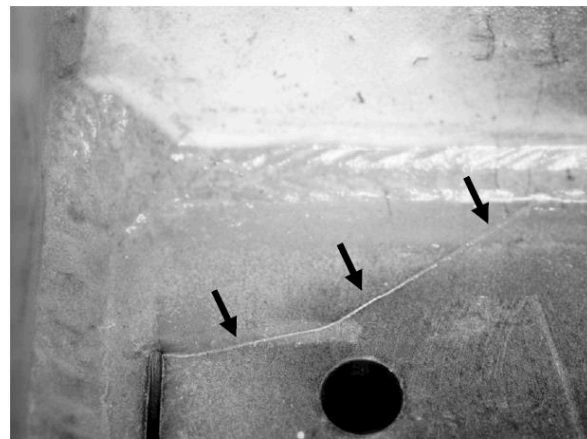
Schnitt 3-3



Schnitt 3-3

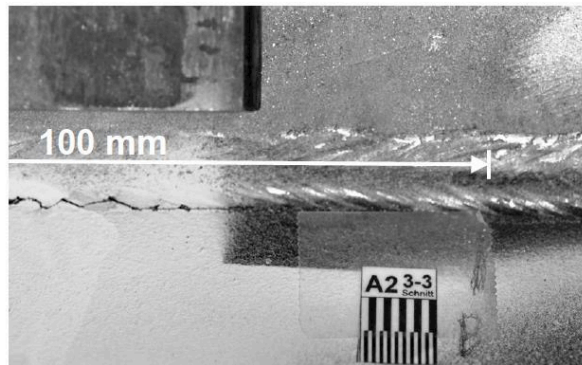
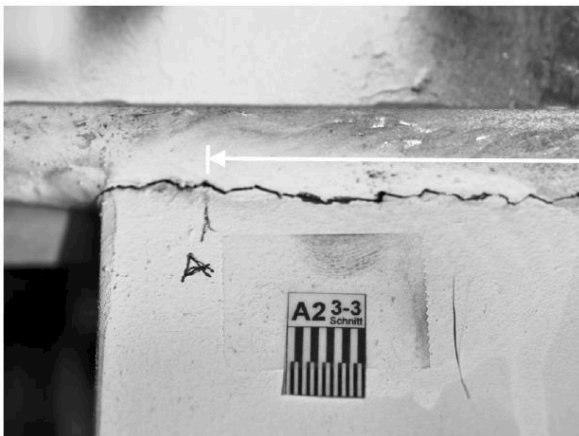
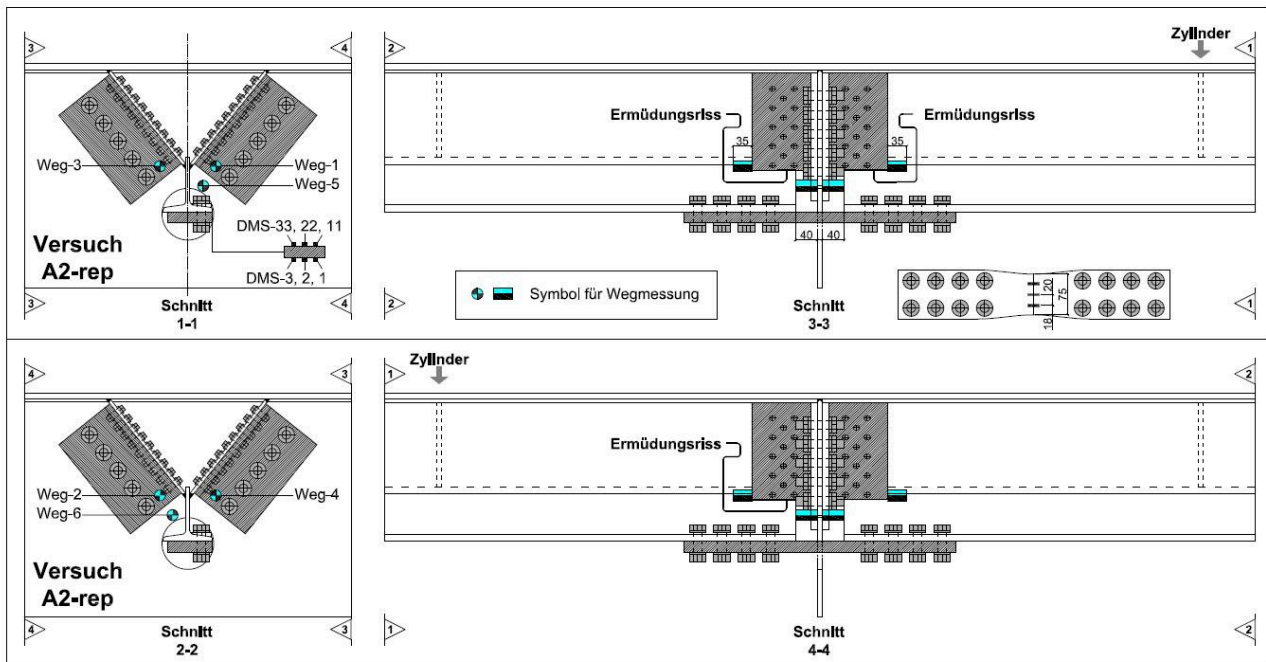


Schnitt 4-4

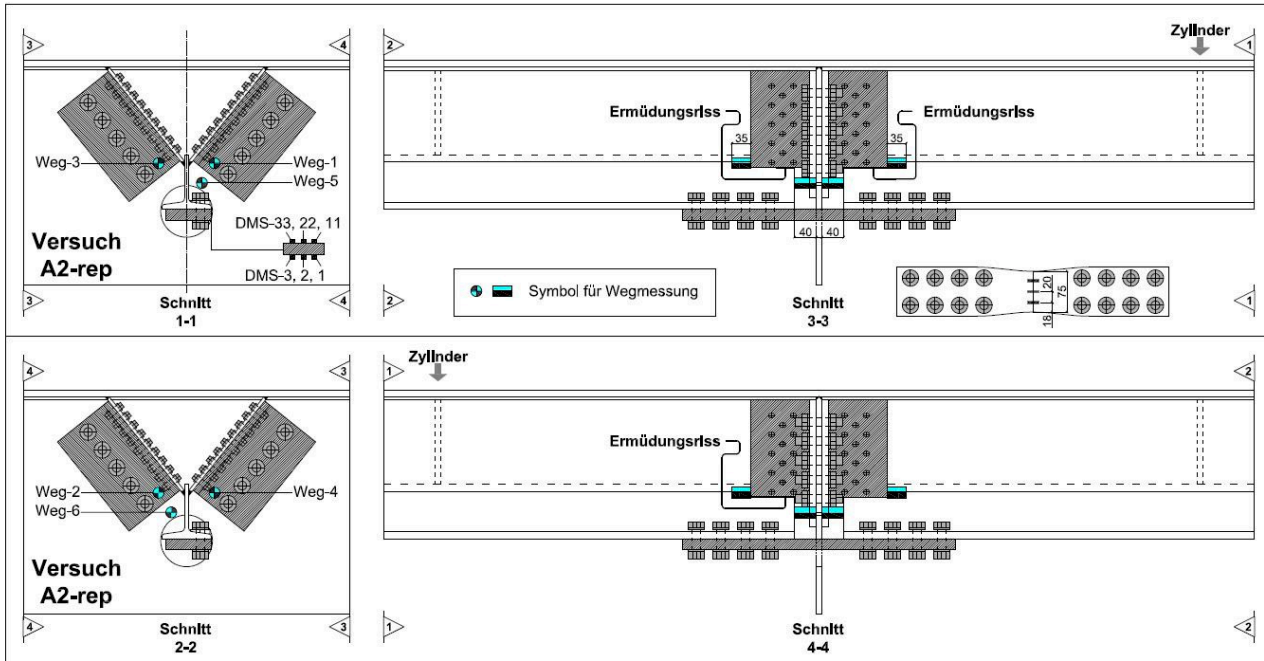


Schnitt 4-4

### C.5 Bilder Versuch – A2-rep



Markierung	Schwingspielzahl
A	69.000
B	179.000



Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsrisse“ nach dem Entfernen der Winkel



Schnitt 3-3



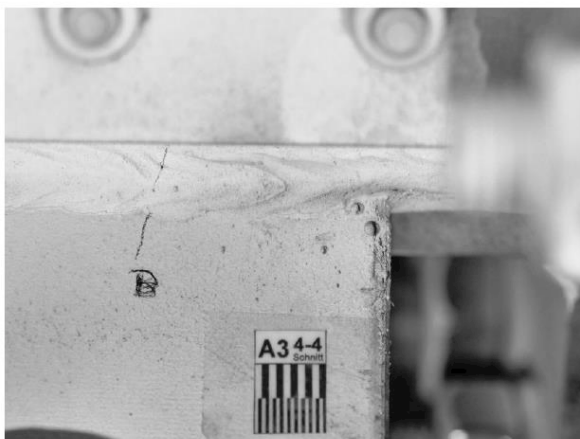
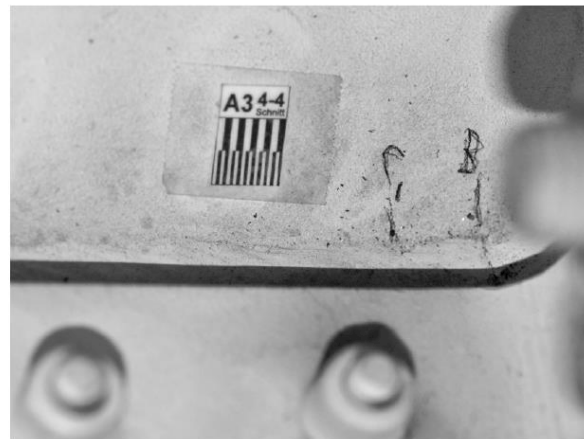
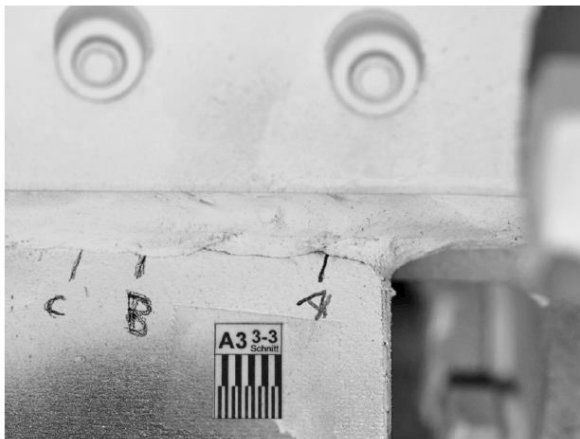
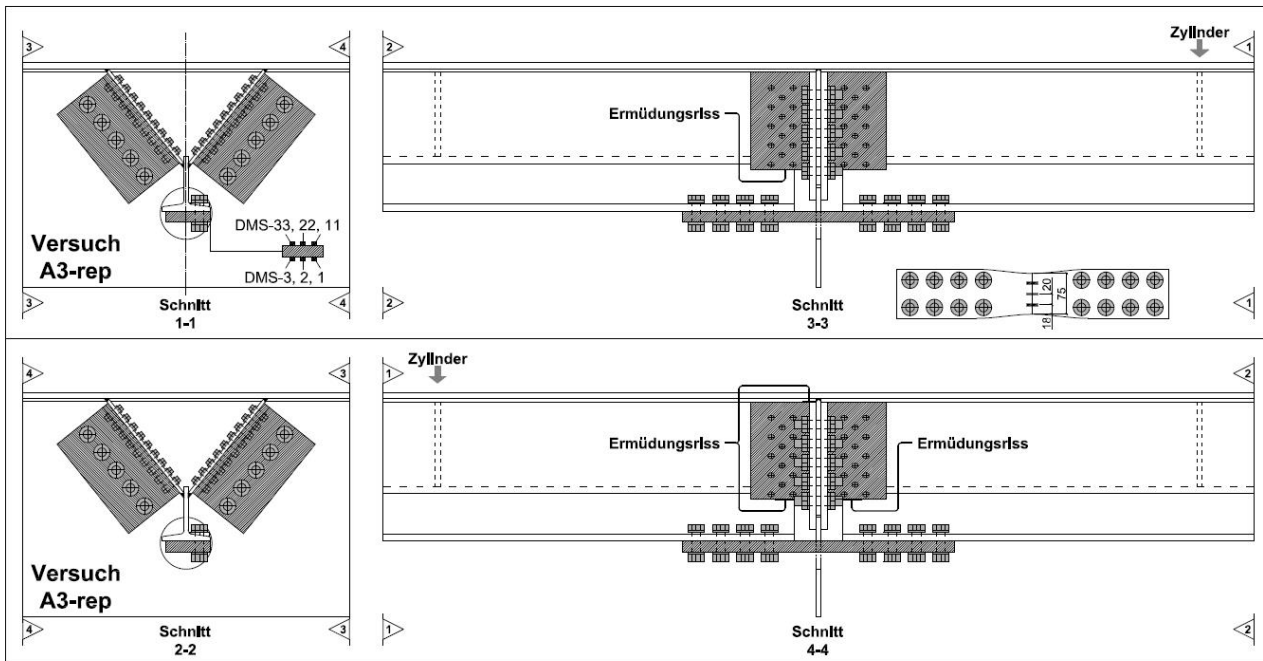
Schnitt 3-3



Schnitt 4-4

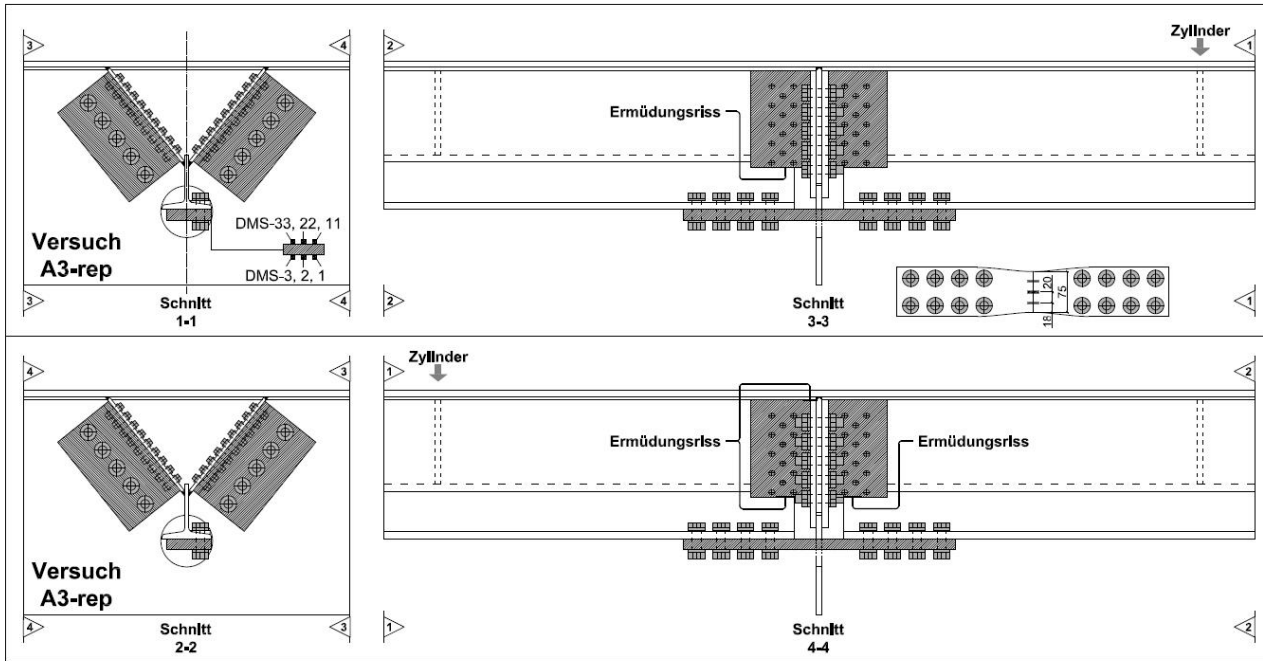


Schnitt 4-4

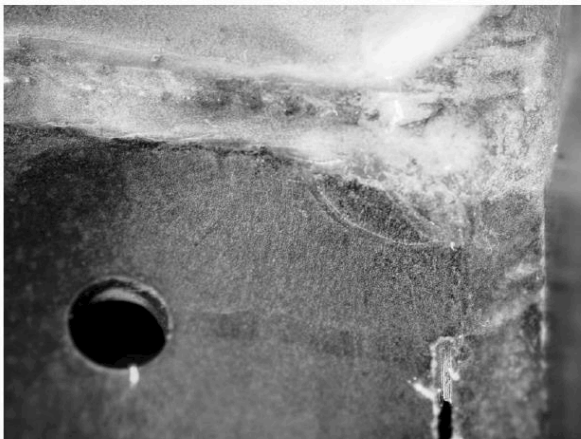
**C.6 Bilder Versuch – A3-rep**


Markierung	Schwingspielzahl
A	362.000 + 2,0 Mio.
B	498.000 + 2,0 Mio.
C	536.000 + 2,0 Mio.





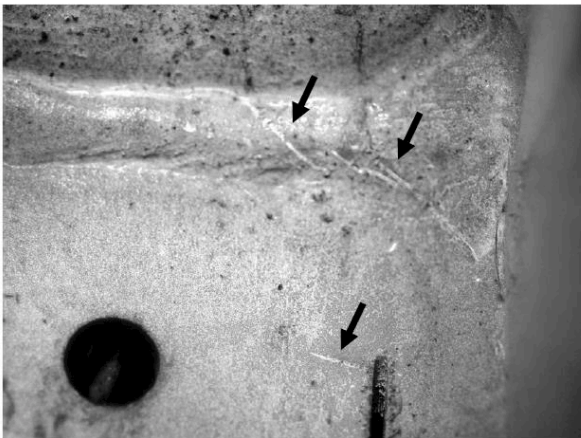
Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsrisse“ nach dem Entfernen der Winkel



Schnitt 3-3



Schnitt 3-3

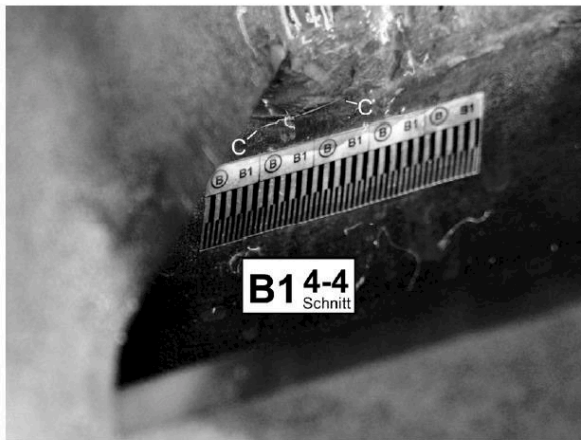
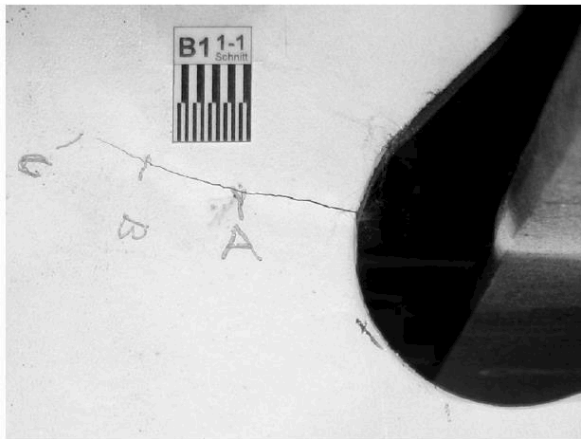
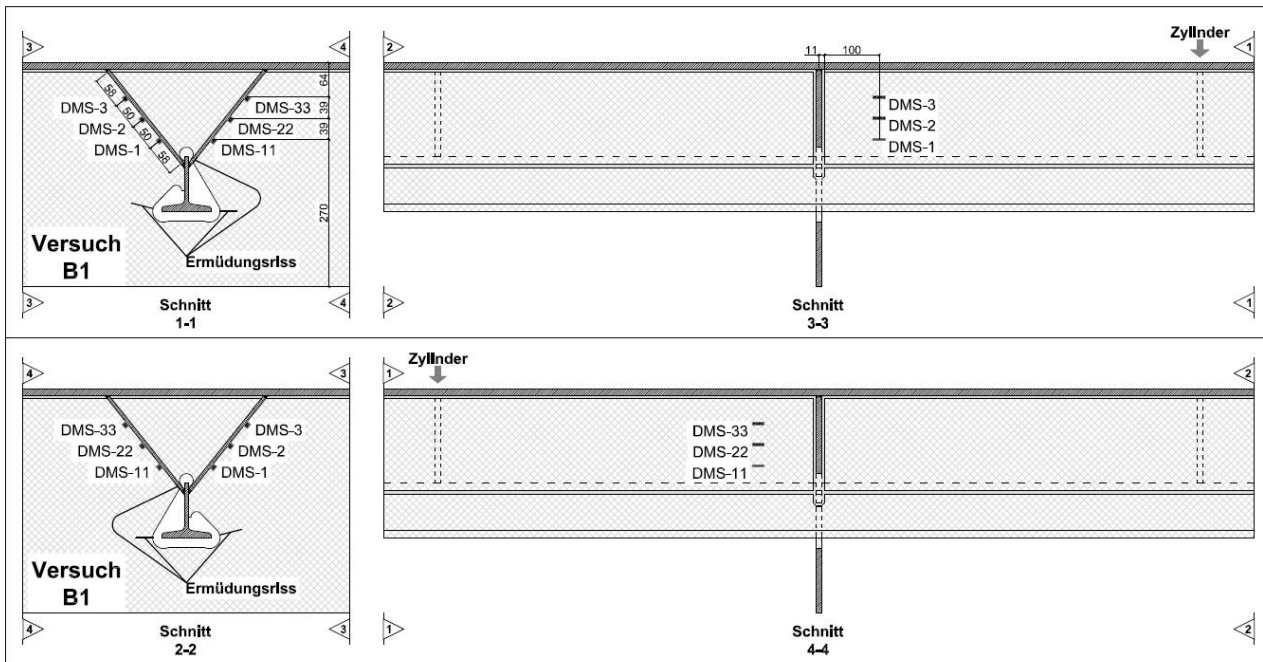


Schnitt 4-4



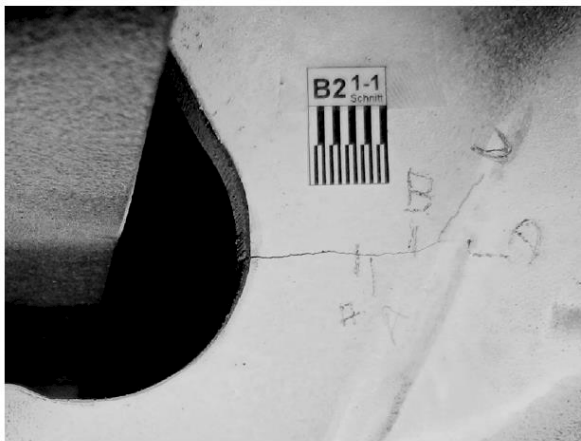
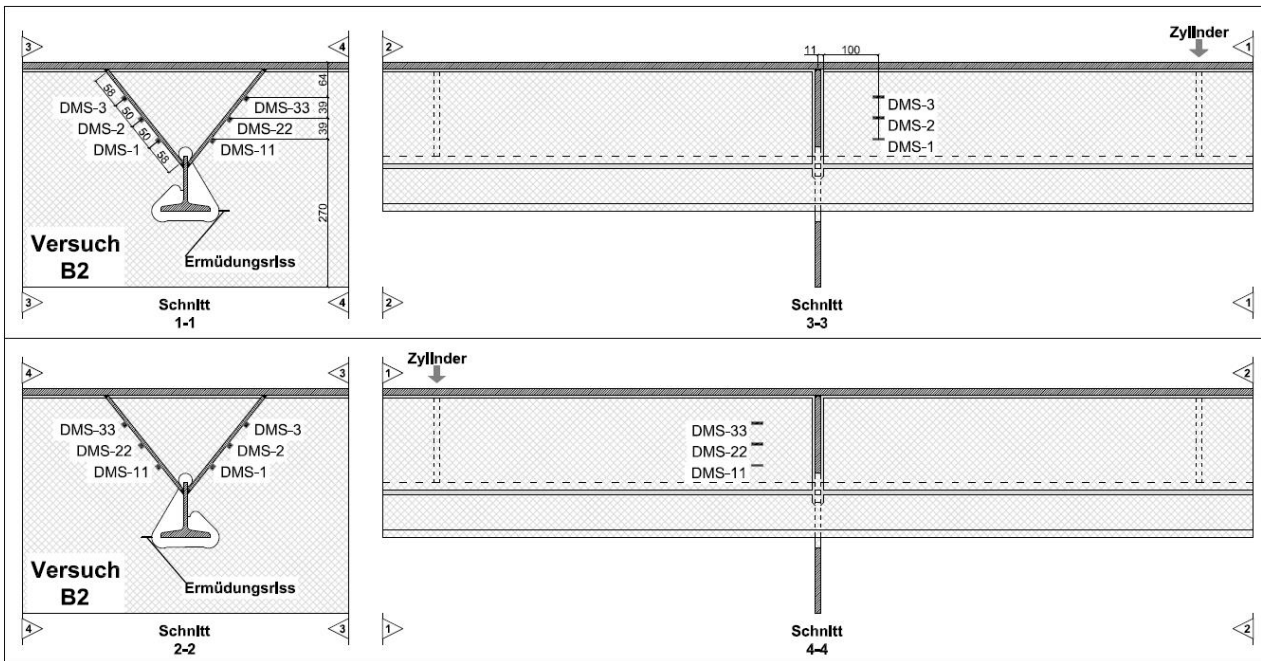
Schnitt 4-4

### C.7 Bilder Versuch – B1

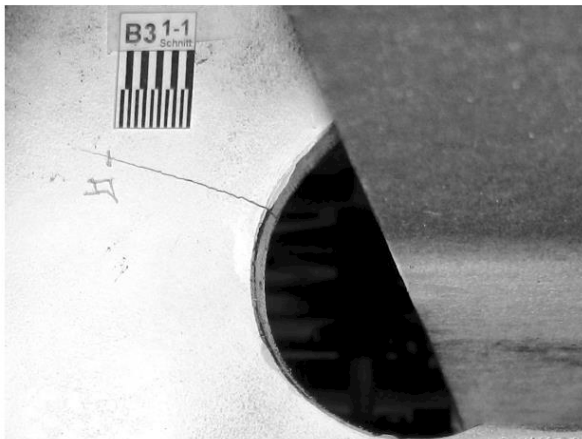
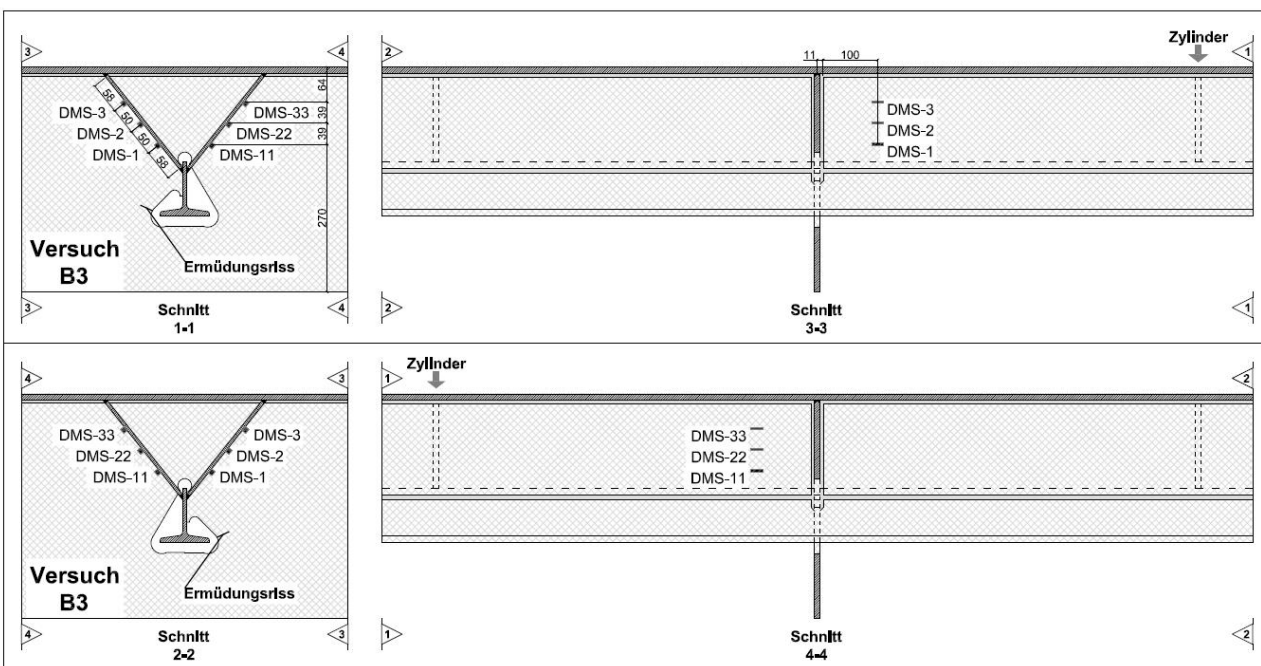


Markierung	Schwingspielzahl
A	588.000
B	622.300
C	648.430

### C.8 Bilder Versuch – B2

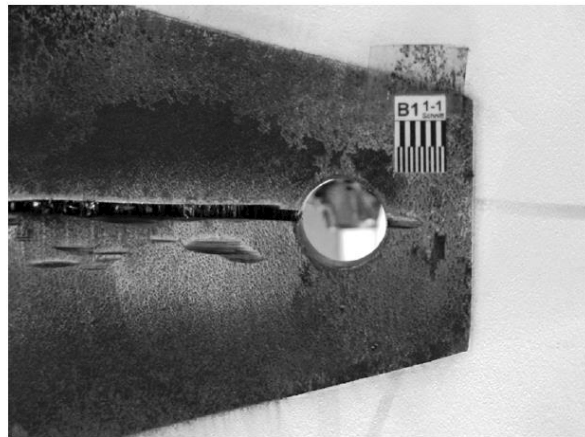
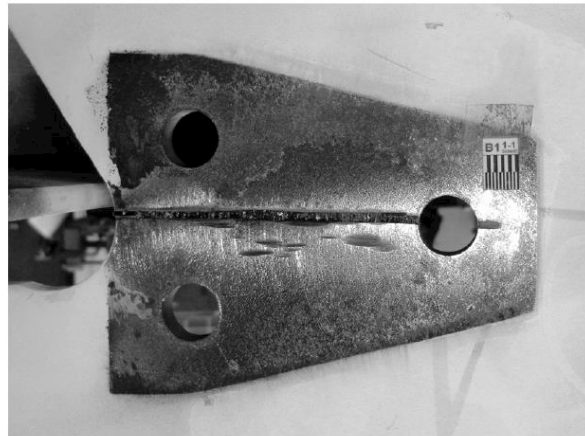
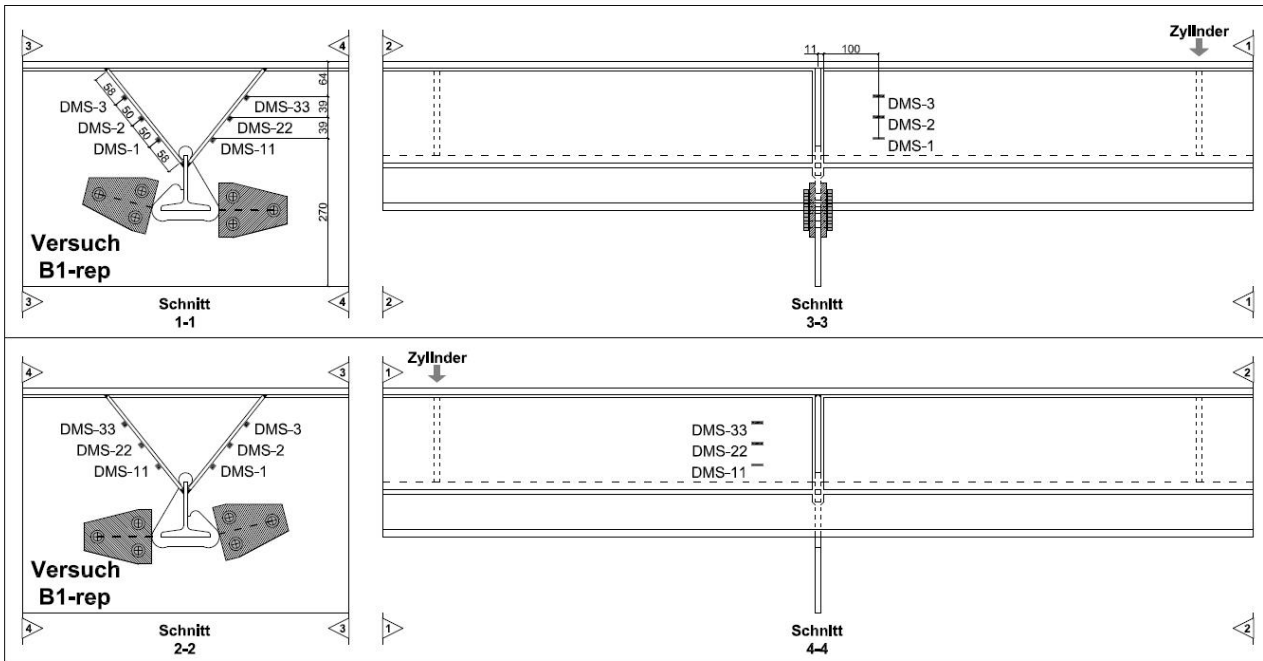


Markierung	Schwingspielzahl
A	330.000
B	350.000
C	370.000
D	400.000

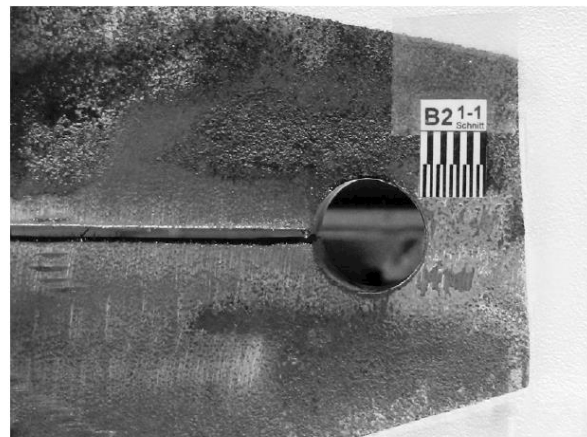
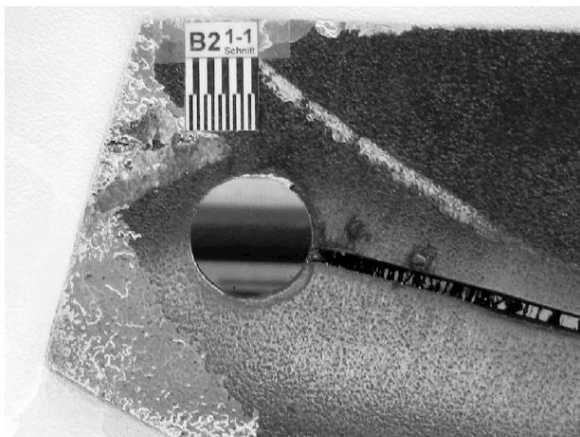
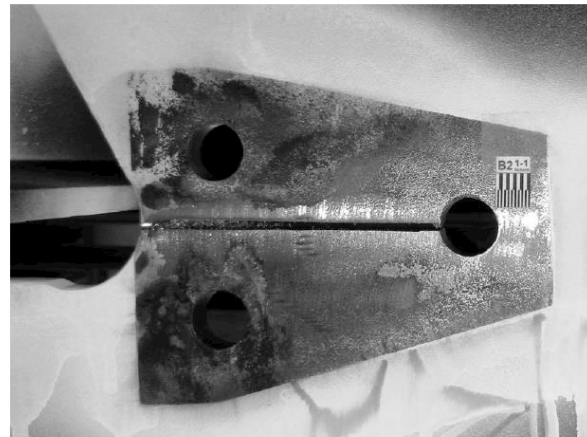
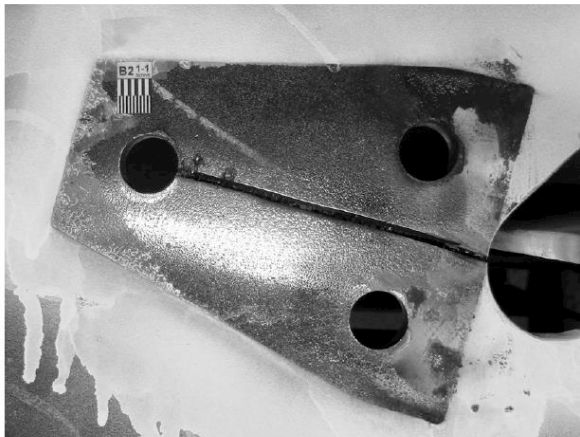
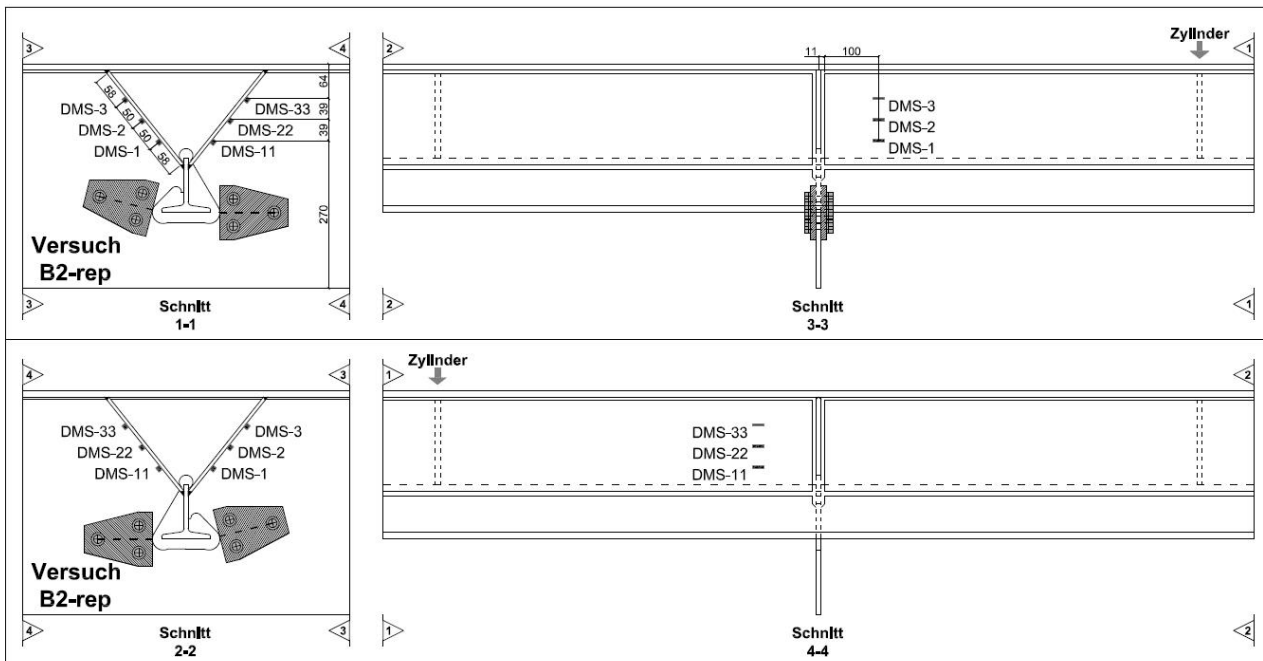
**C.9 Bilder Versuch – B3**


Markierung	Schwingspielzahl
A	380.000

### C.10 Bilder Versuch – B1-rep



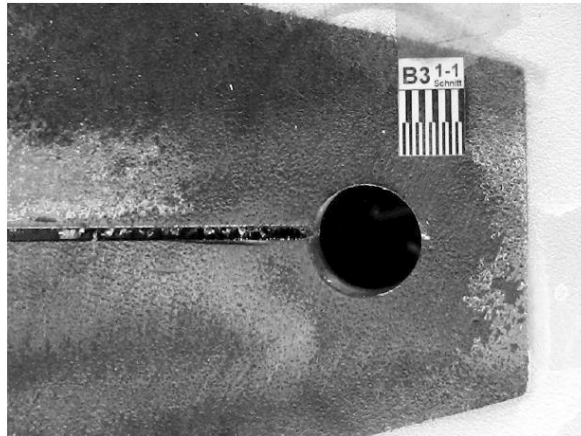
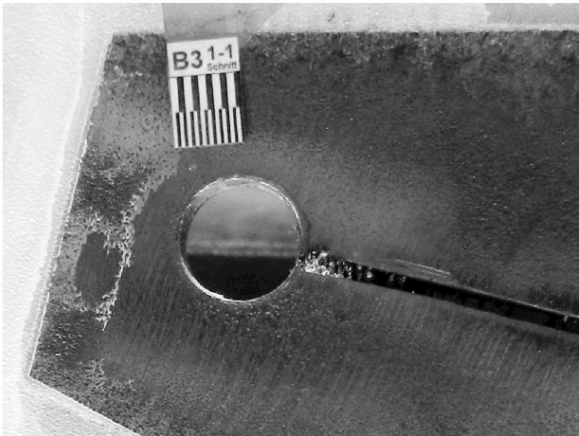
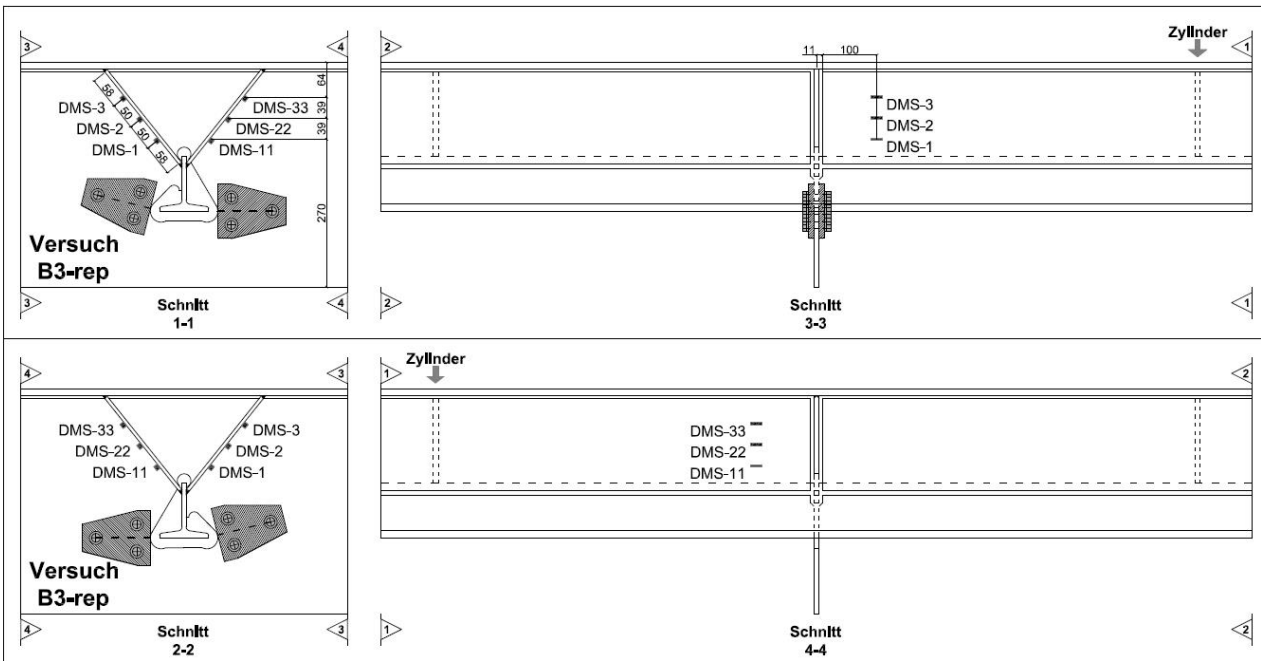
Markierung	Schwingspielzahl
-	-
Es wurden keine Ermüdungsrissse detektiert.	

**C.11 Bilder Versuch – B2-rep**


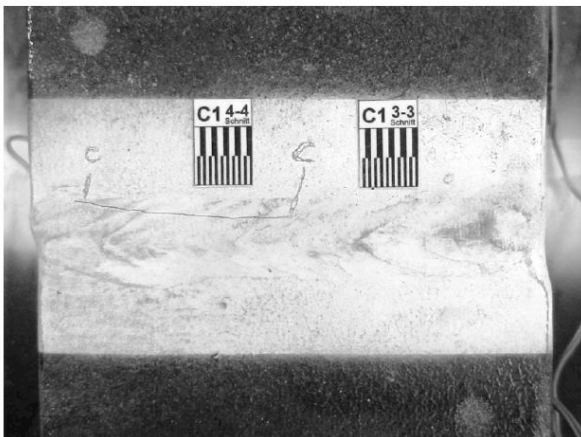
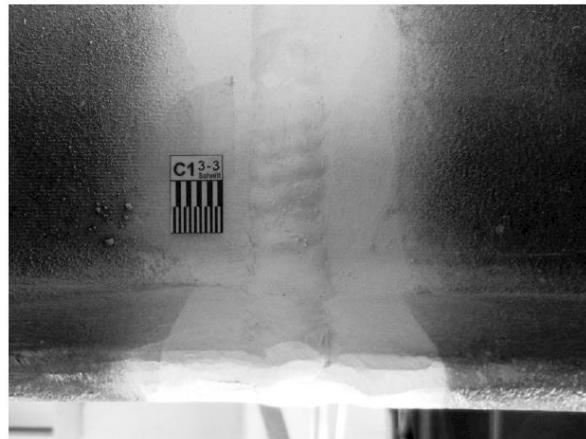
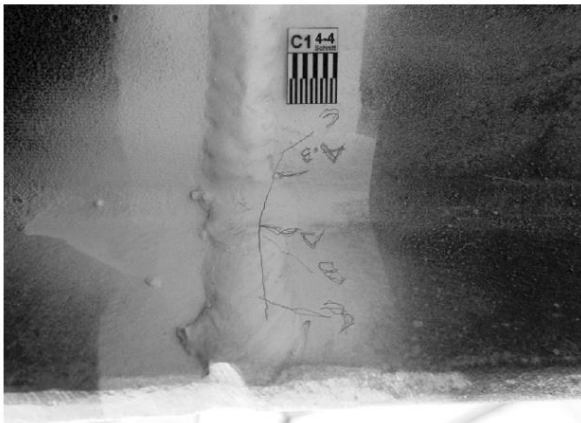
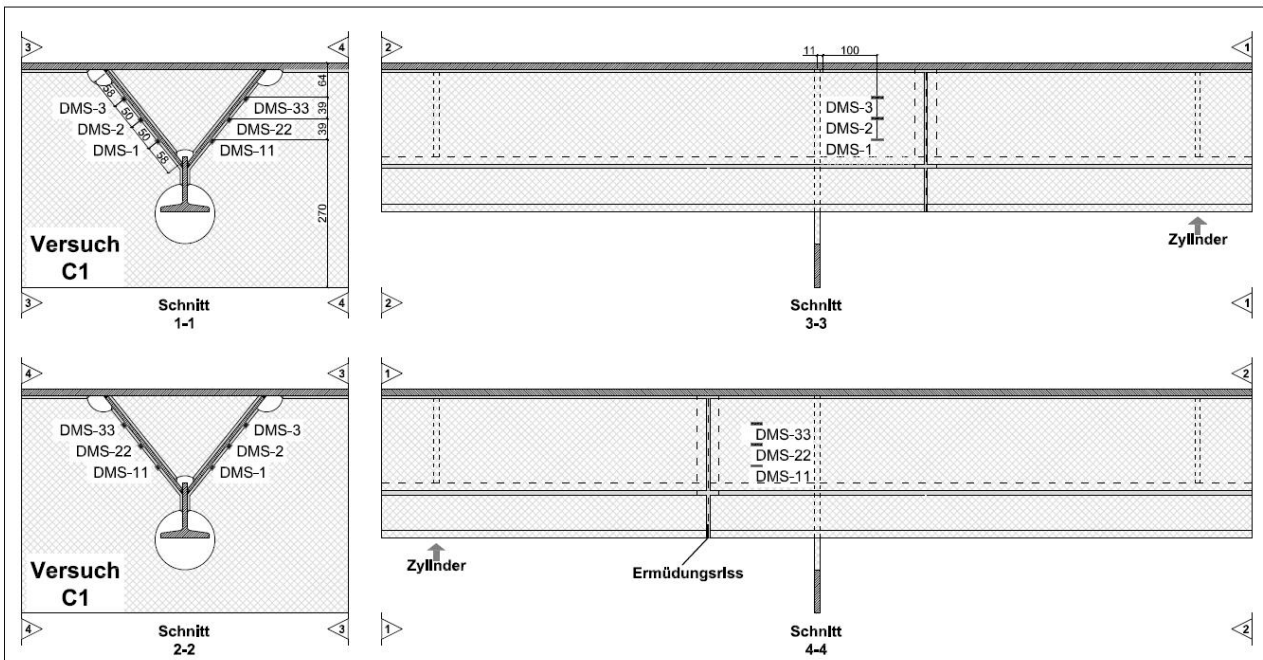
Markierung	Schwingspielzahl
-	-

Es wurden keine Ermüdungsrisse detektiert.

**C.12 Bilder Versuch – B3-rep**



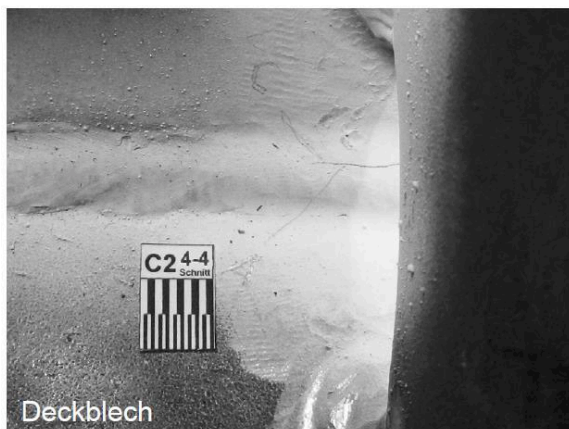
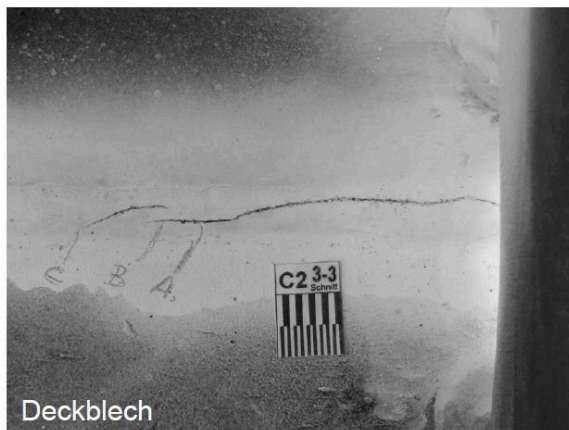
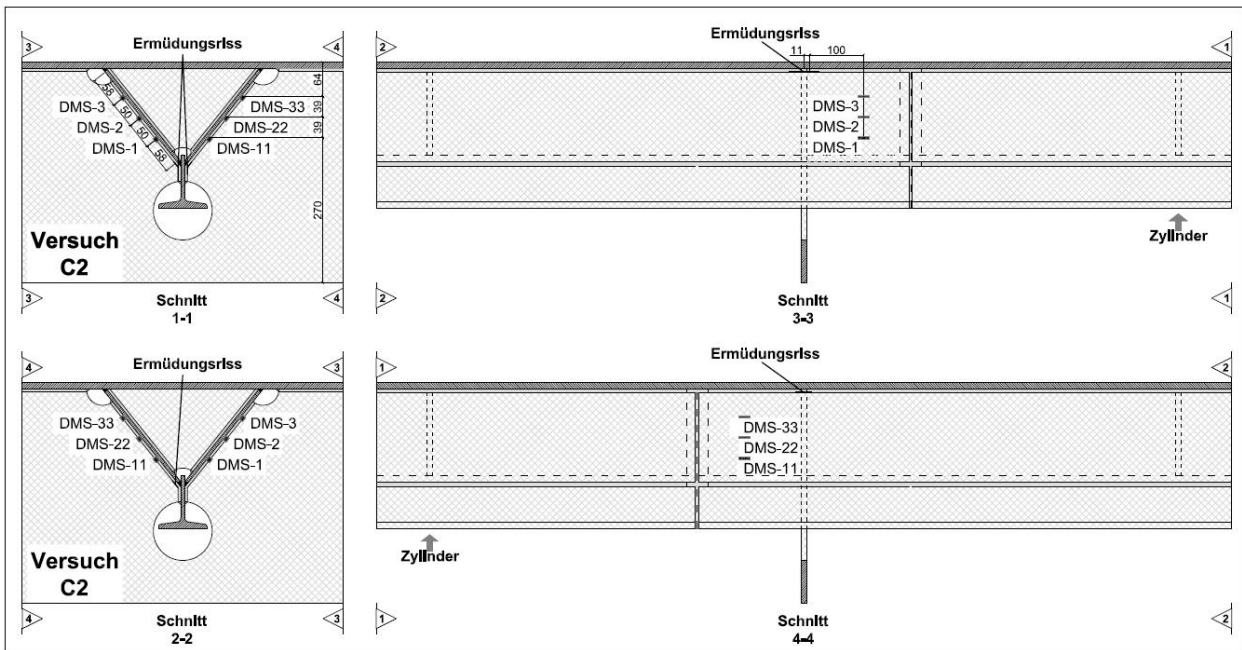
Markierung	Schwingspielzahl
-	-
Es wurden keine Ermüdungsrisse detektiert.	

**C.13 Bilder Versuch – C1**


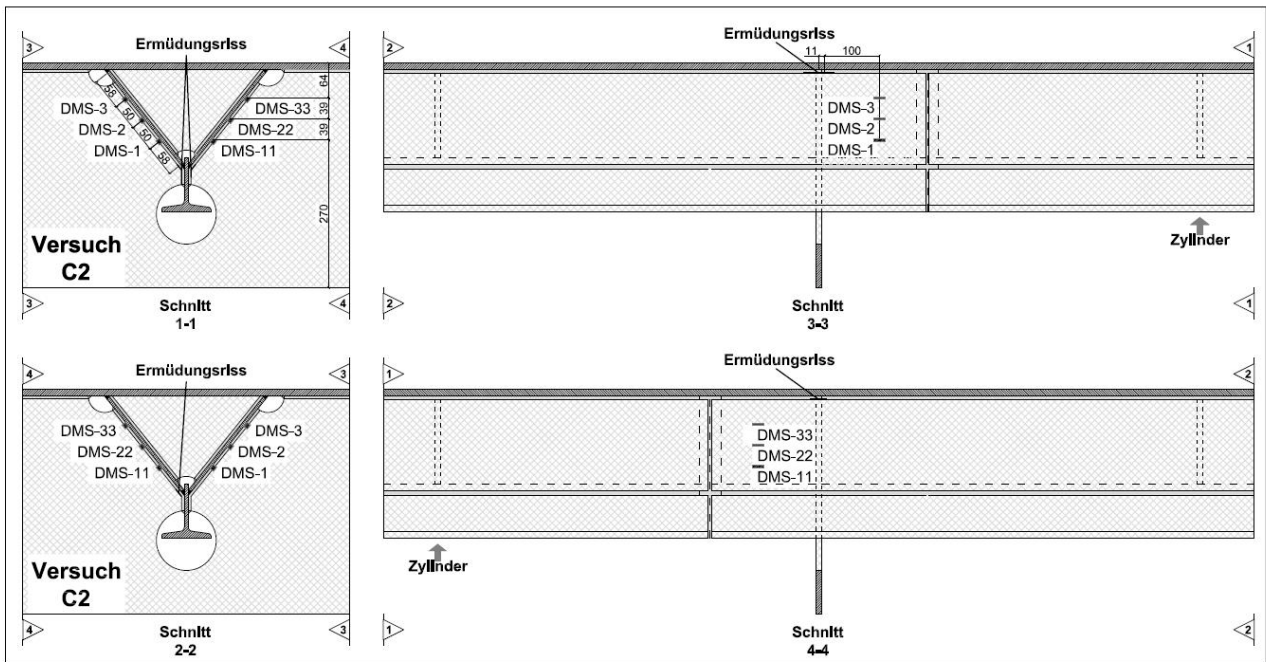
Markierung	Schwingspielzahl
A	102.500 + 2,0 Mio.
B	132.000 + 2,0 Mio.
C	247.000 + 2,0 Mio.



C.14 Bilder Versuch – C2

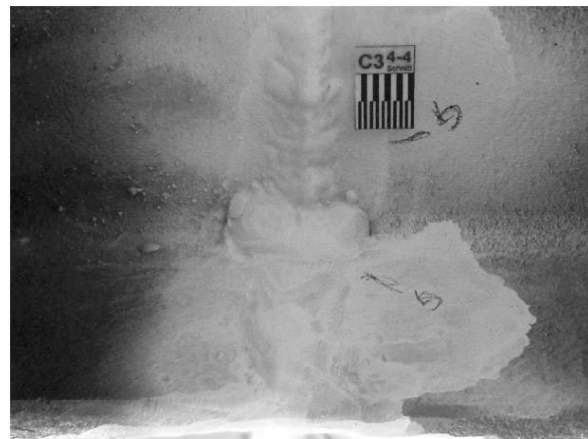
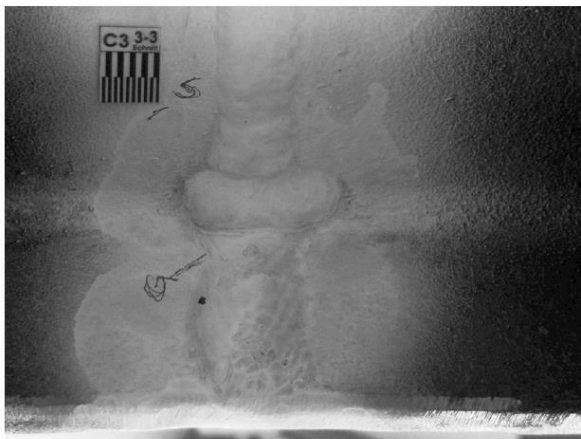
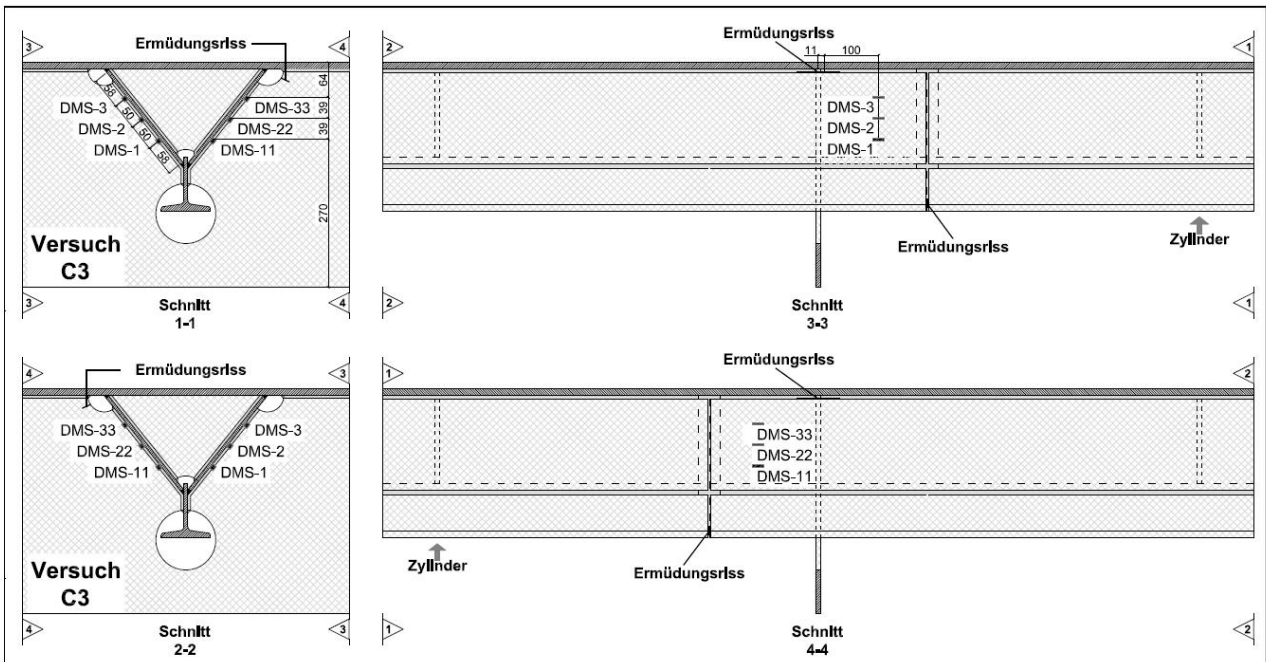


Markierung	Schwingspielzahl
A	475.000
B	515.000
C	697.000
D	740.000
E	873.000



Markierung	Schwingspielzahl
A	475.000
B	515.000
C	697.000
D	740.000
E	873.000

**C.15 Bilder Versuch – C3**

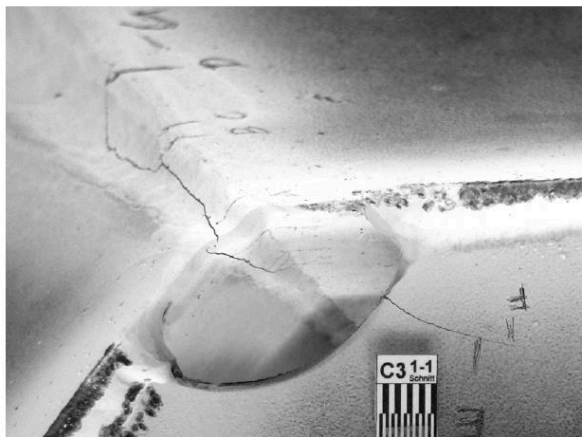
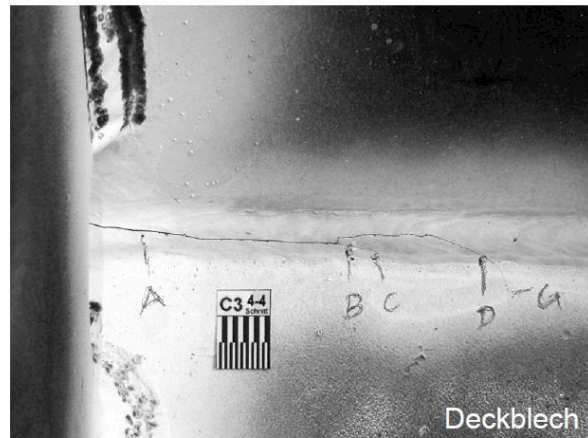
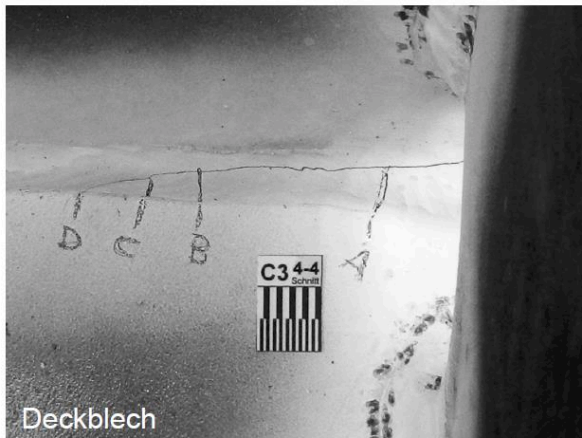
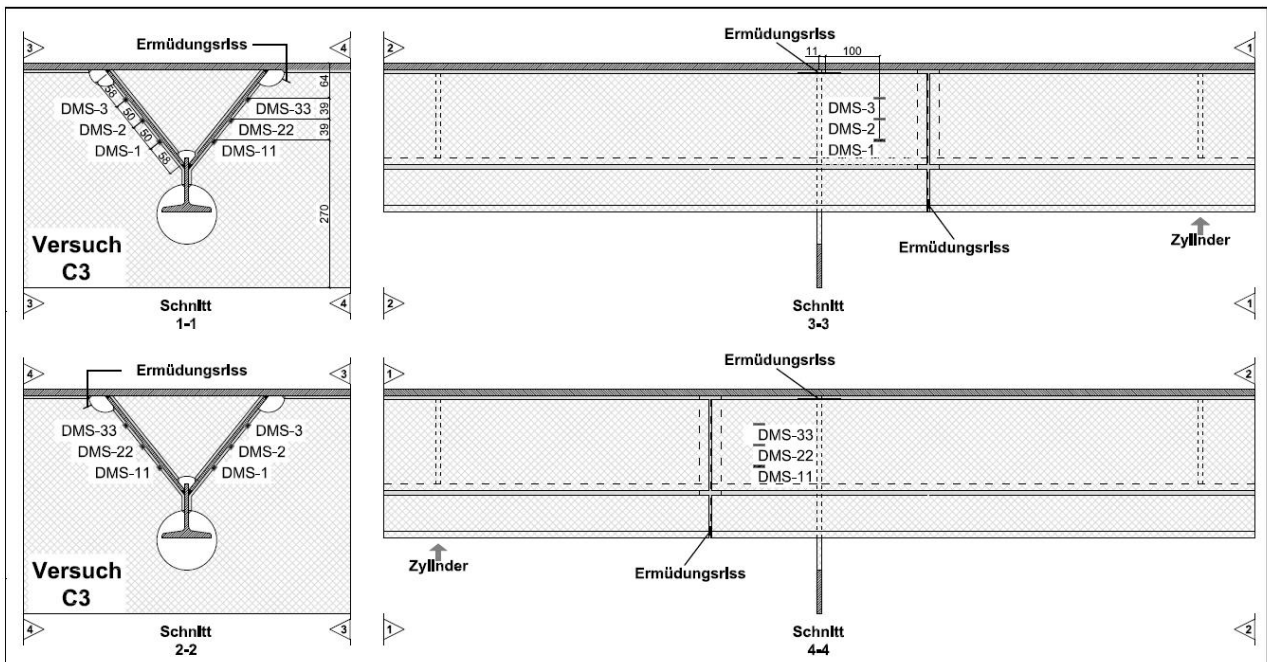


Deckblech



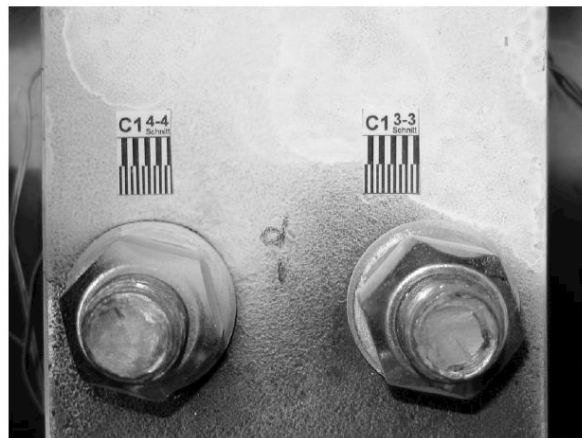
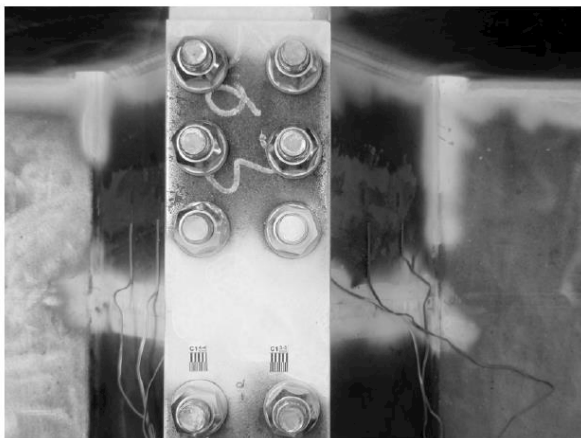
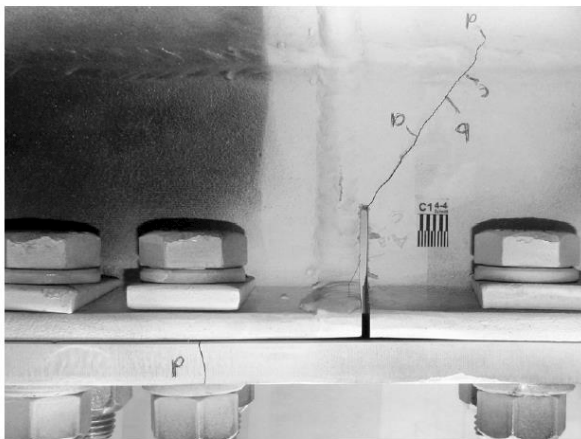
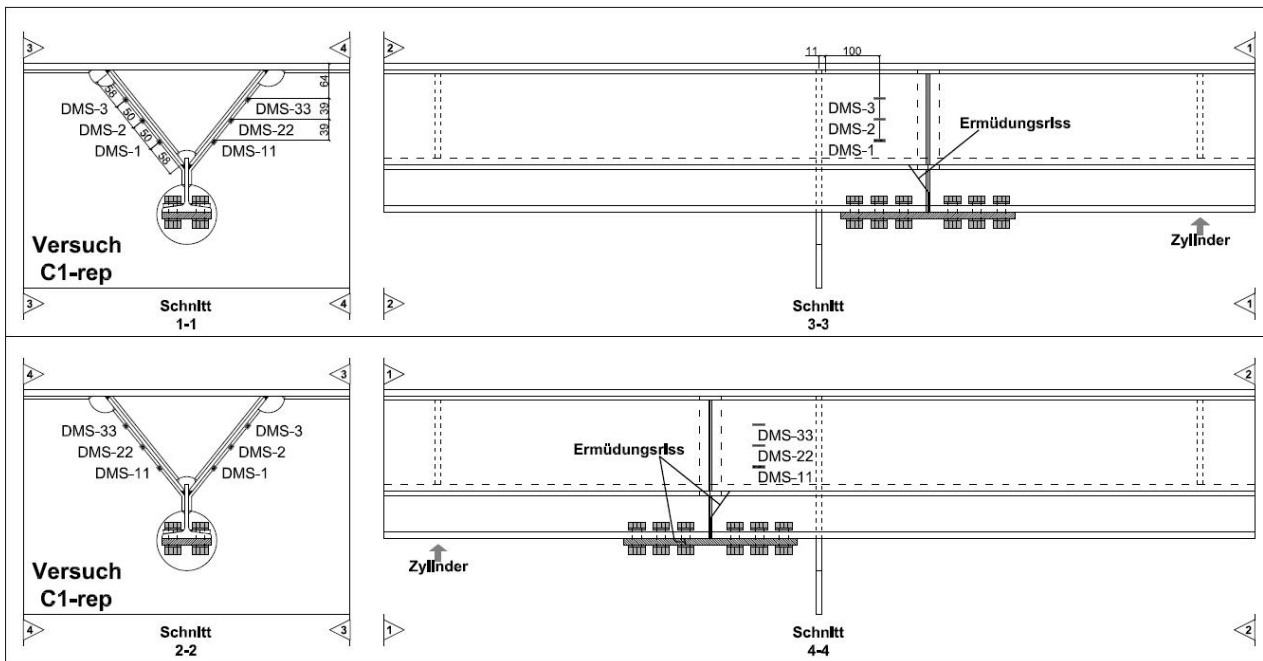
Deckblech

Markierung	Schwingspielzahl	Markierung	Schwingspielzahl
A	62.000	E	622.500
B	231.400	F	761.400
C	289.000	G	871.700
D	493.700		



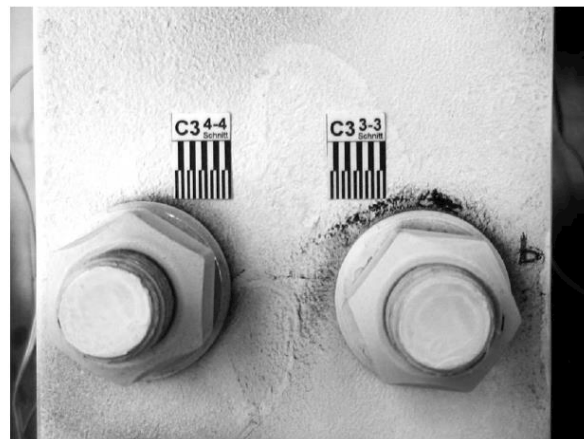
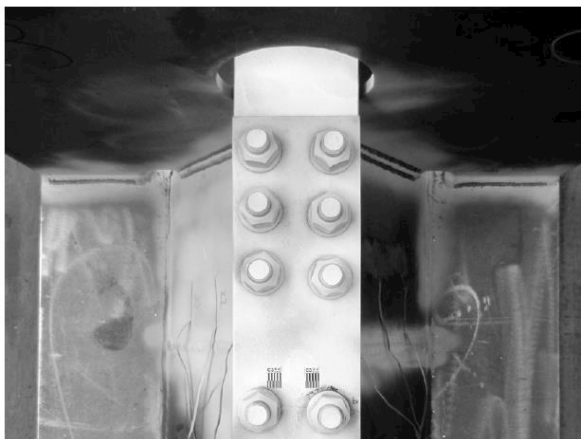
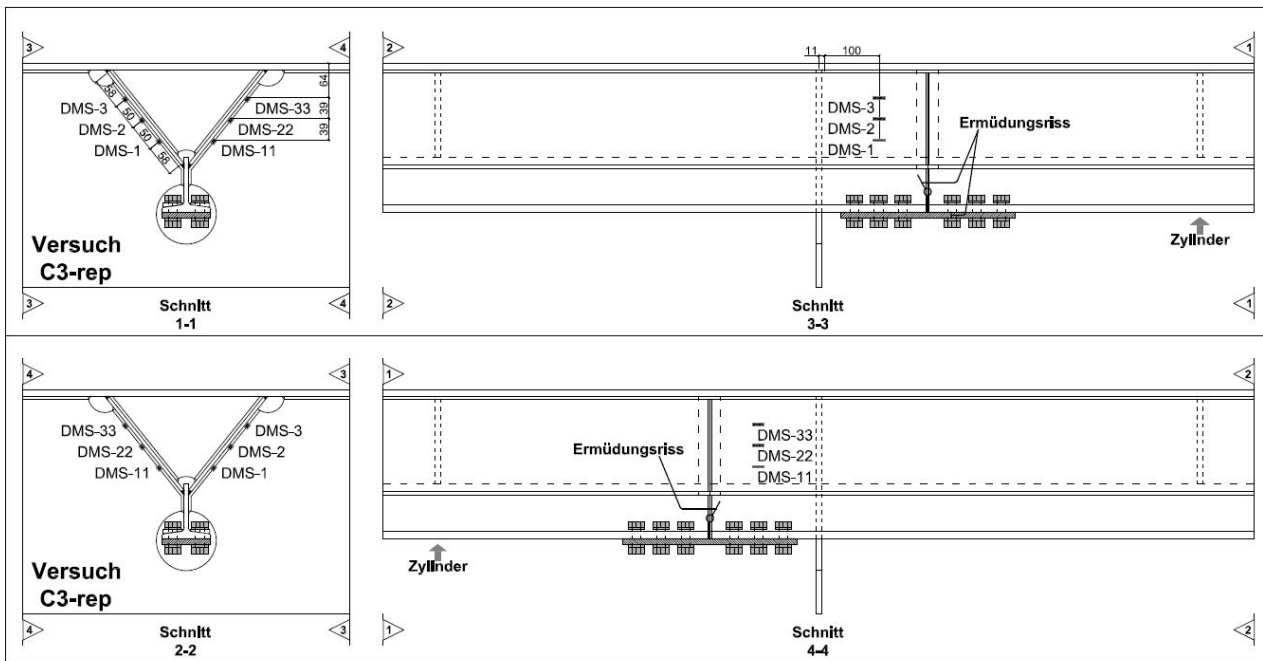
Markierung	Schwingspielzahl	Markierung	Schwingspielzahl
A	62.000	E	622.500
B	231.400	F	761.400
C	289.000	G	871.700
D	493.700		

### C.16 Bilder Versuch – C1-rep



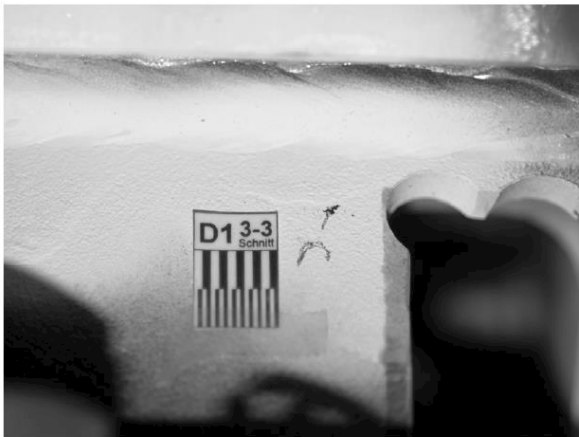
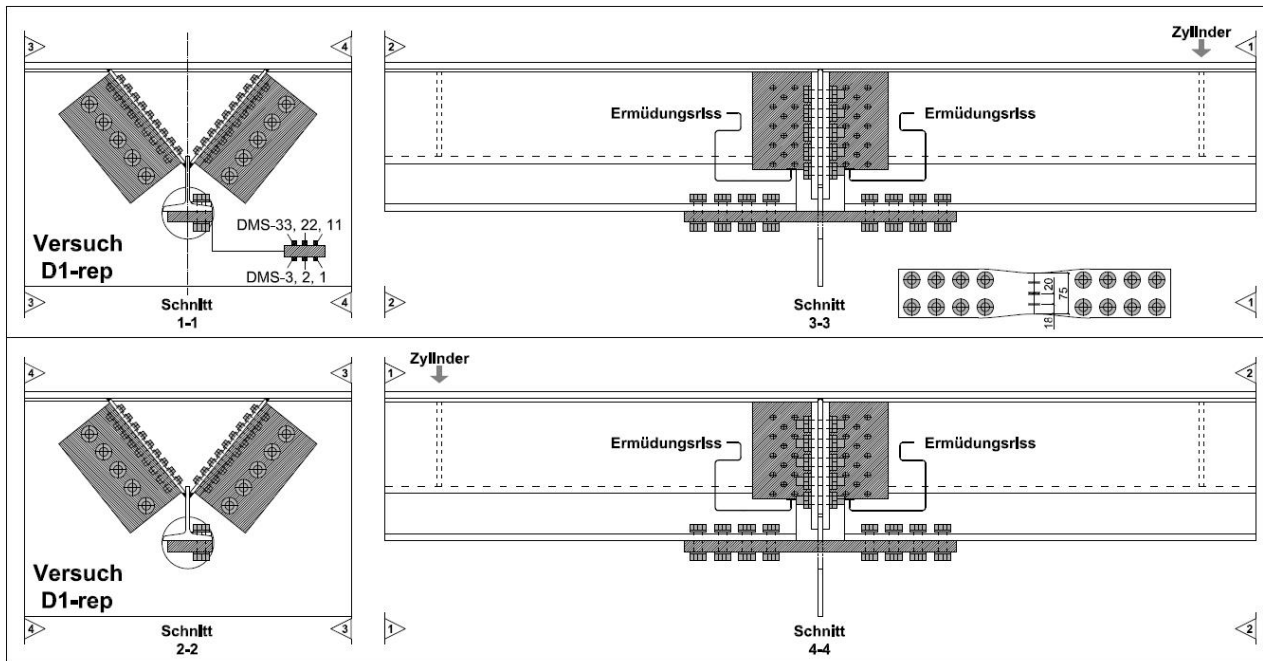
Markierung	Schwingenspielzahl
a	140.000
b	200.000
c	250.000
d	290.000

C.17 Bilder Versuch – C3-rep

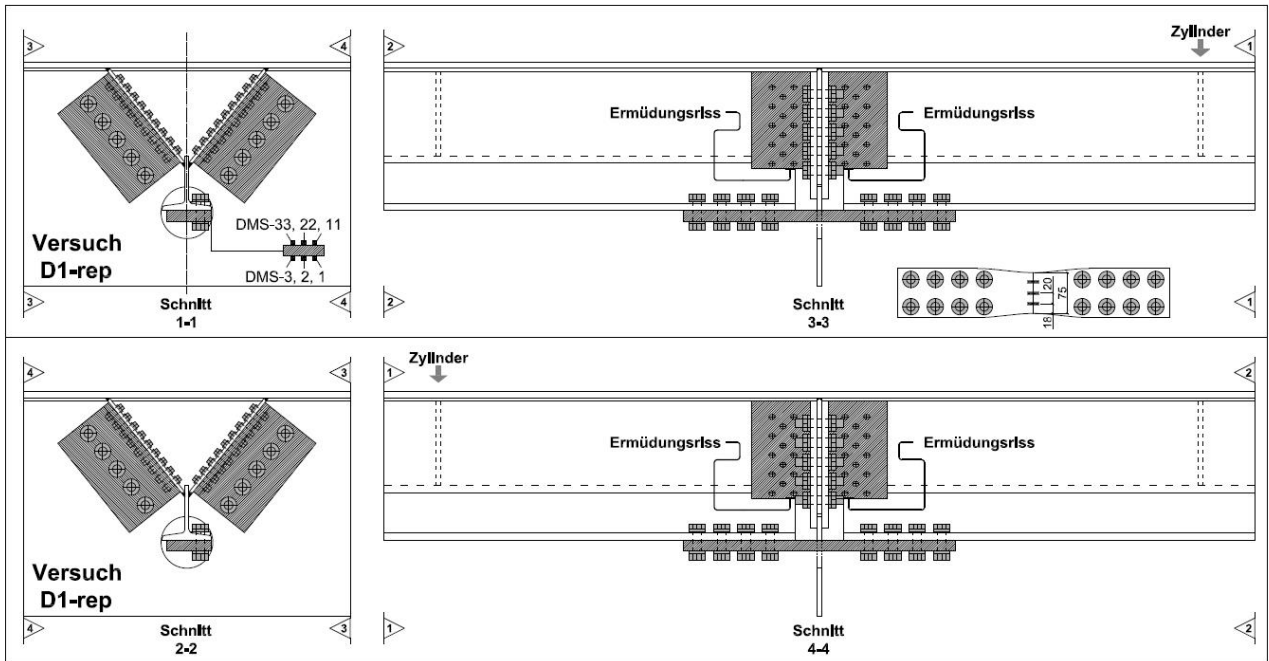


Markierung	Schwingspielzahl
a	83.000
b	160.000

**C.18 Bilder Versuch – D1-rep**



Markierung	Schwingspielzahl
A	195.000
B	250.000
C	400.000



Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsrisse“ nach den Entfernen der Winkel



Schnitt 3-3



Schnitt 3-3



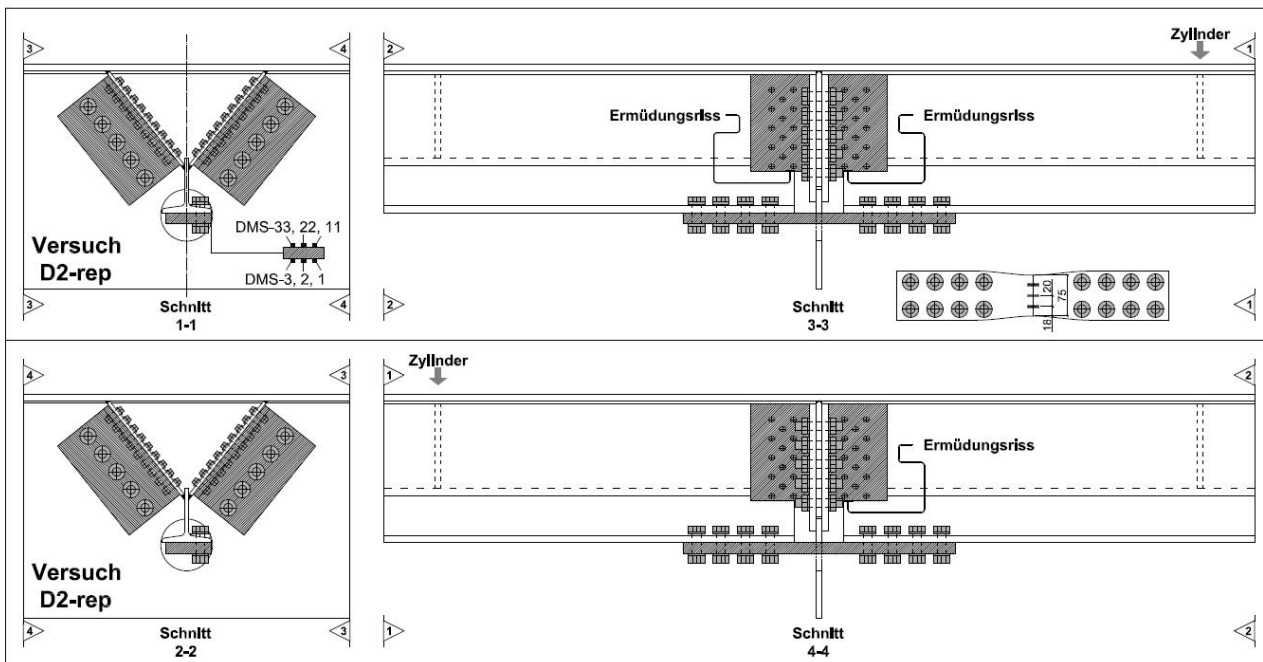
Schnitt 4-4



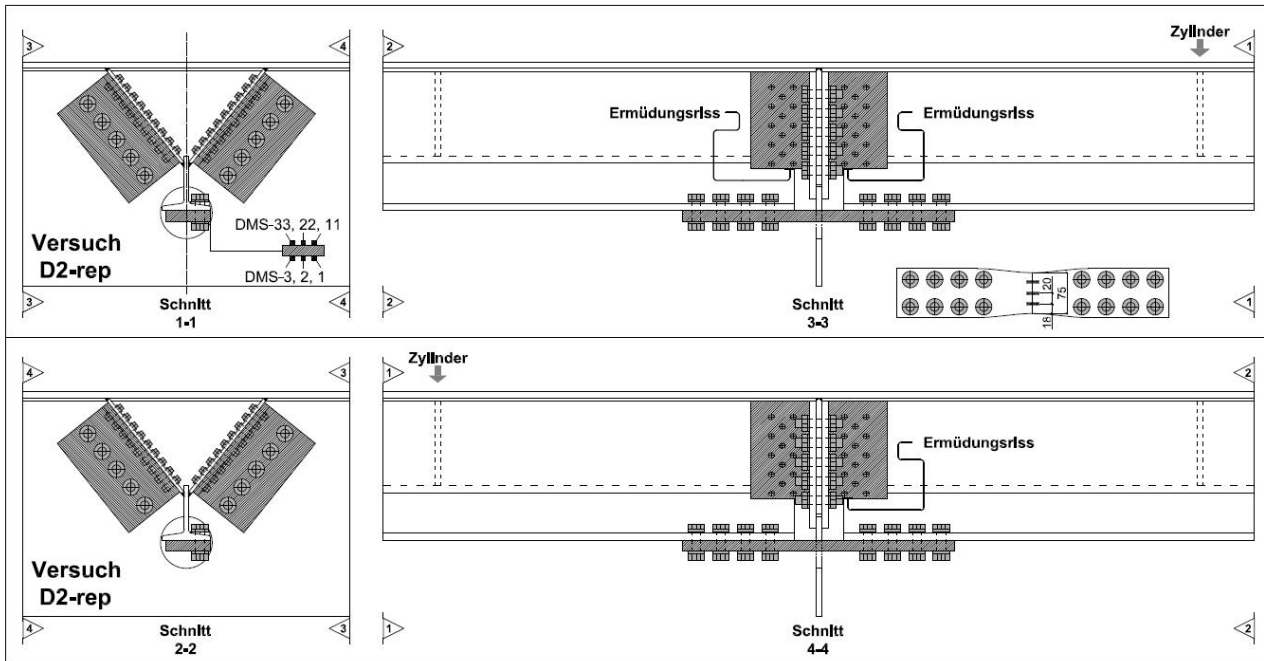
Schnitt 4-4



### C.19 Bilder Versuch – D2-rep



Markierung	Schwingspielzahl
A	233.000
B	400.000



Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsrisse“ nach den Entfernen der Winkel



Schnitt 3-3



Schnitt 3-3

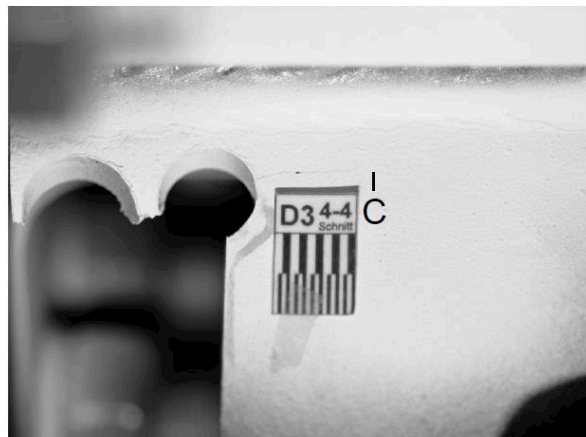
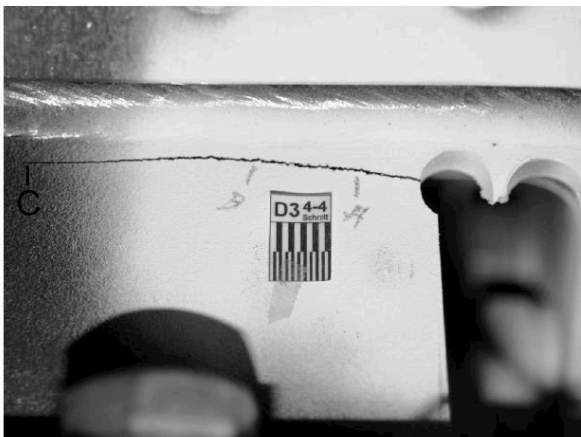
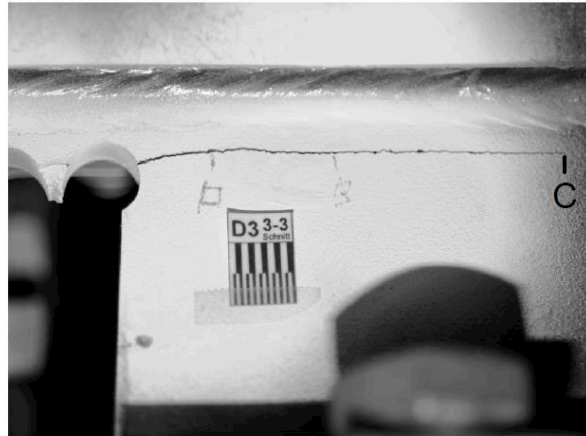
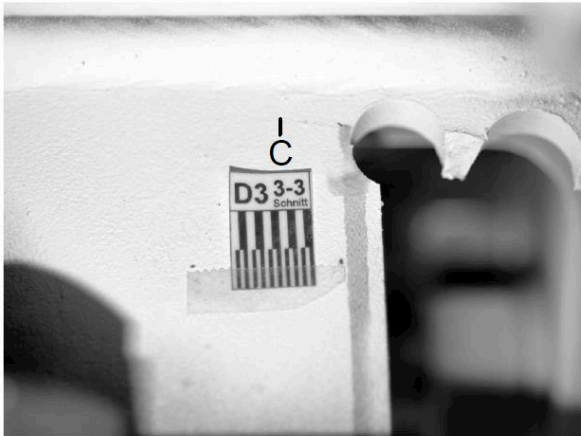
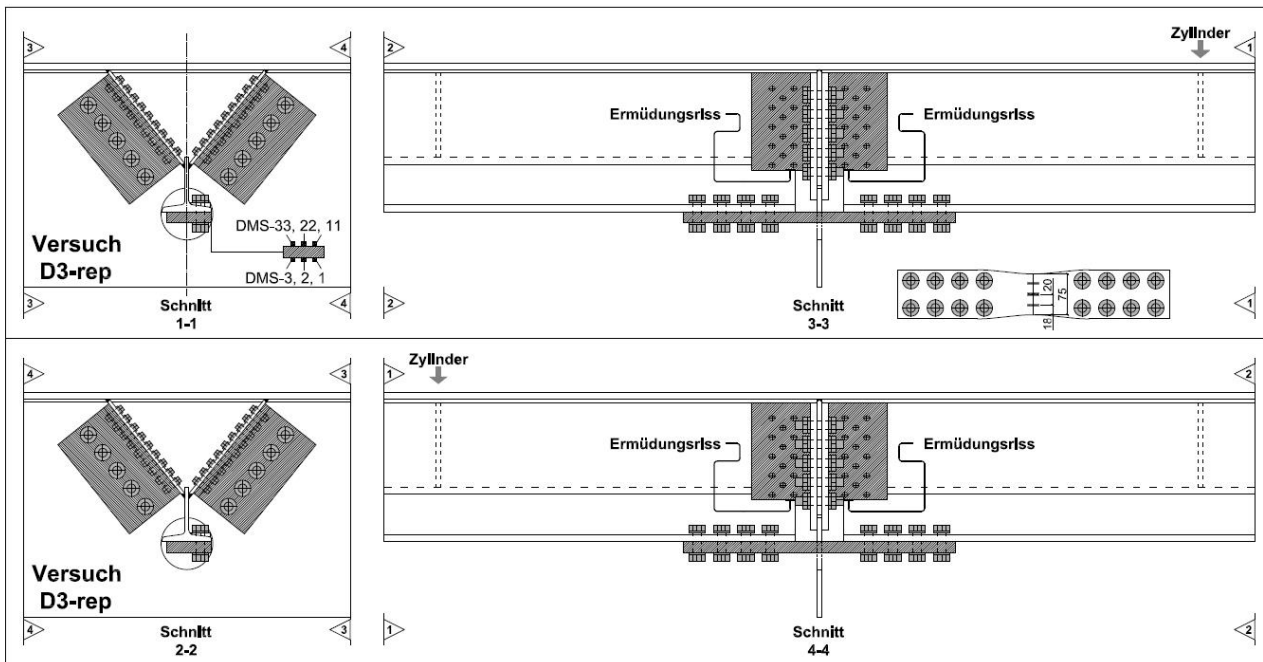


Schnitt 4-4

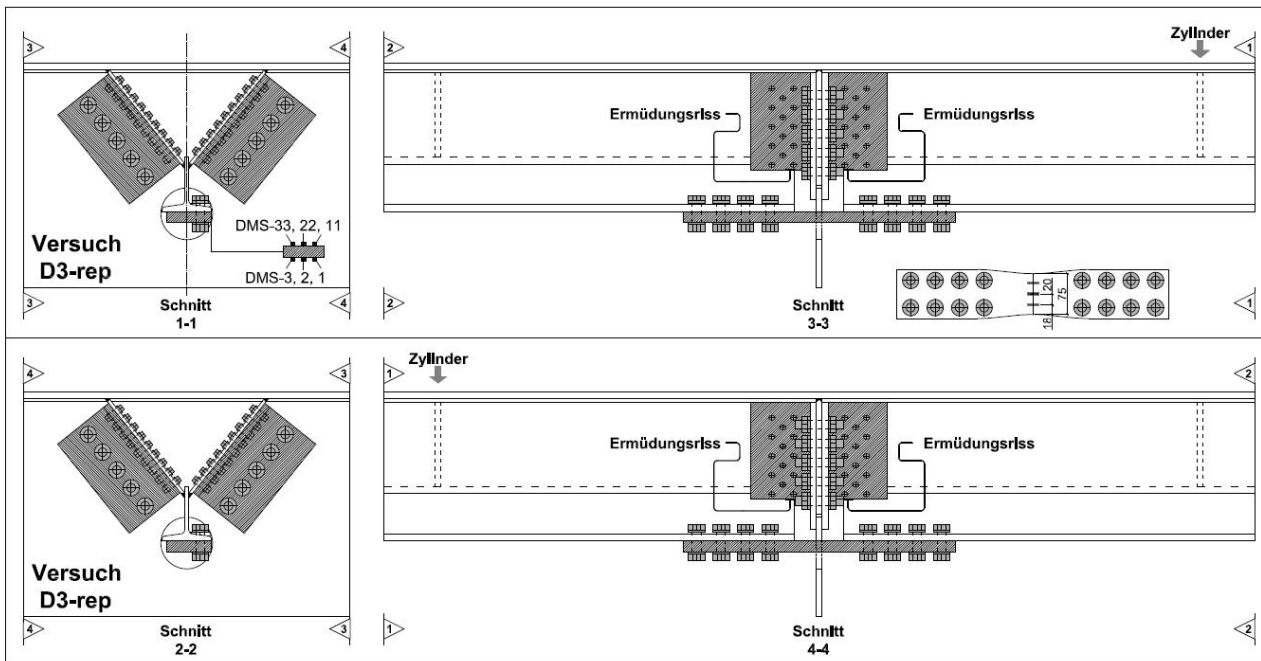


Schnitt 4-4

### C.20 Bilder Versuch – D3-rep



Markierung	Schwingspielzahl
A	183.000
B	260.000
C	400.000



Bilder der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Prüfmittel  
Am Ende der künstlichen „Ermüdungsriss“ nach den Entfernen der Winkel



Schnitt 3-3



Schnitt 3-3



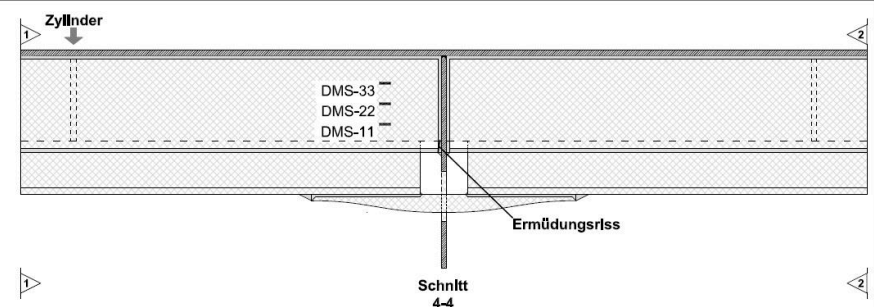
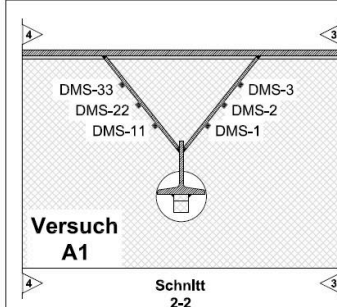
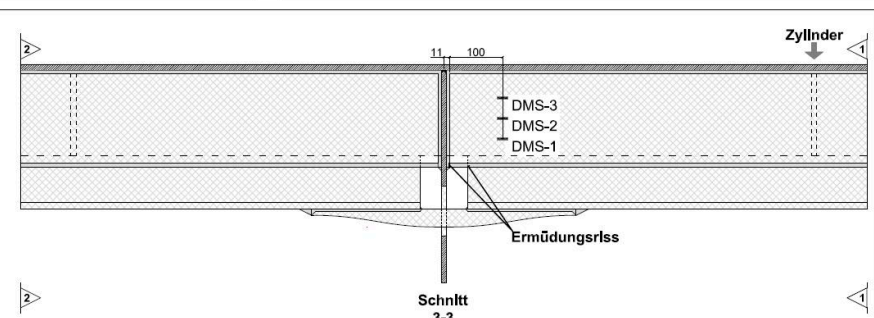
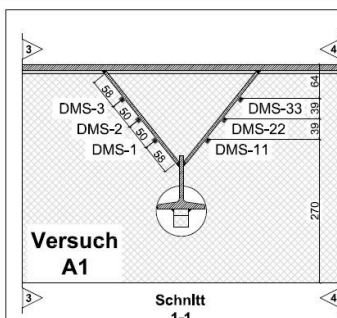
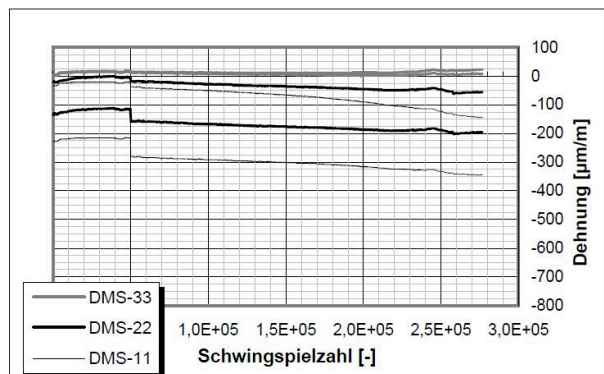
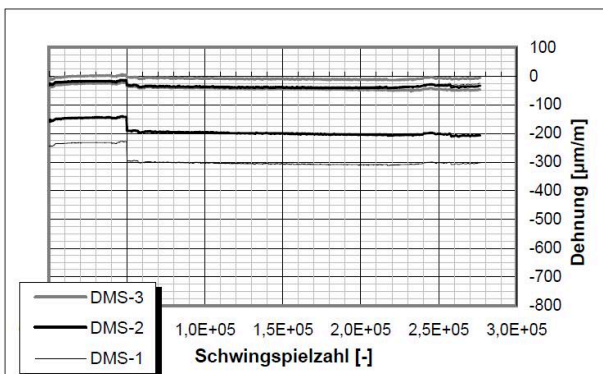
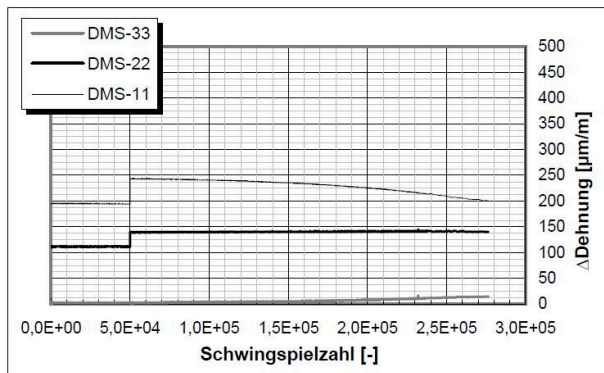
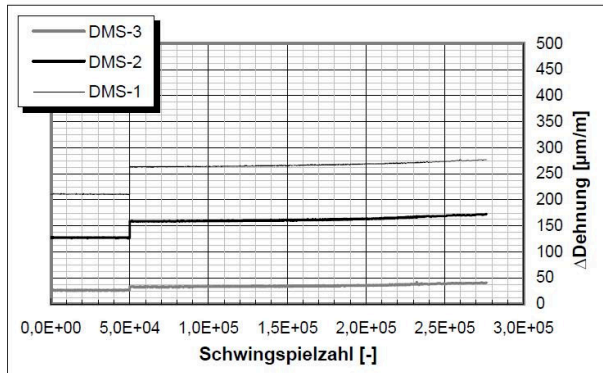
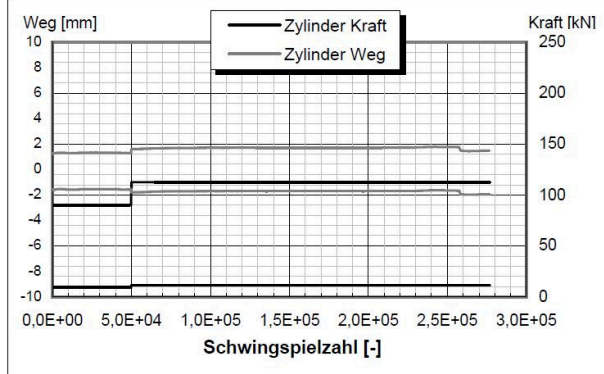
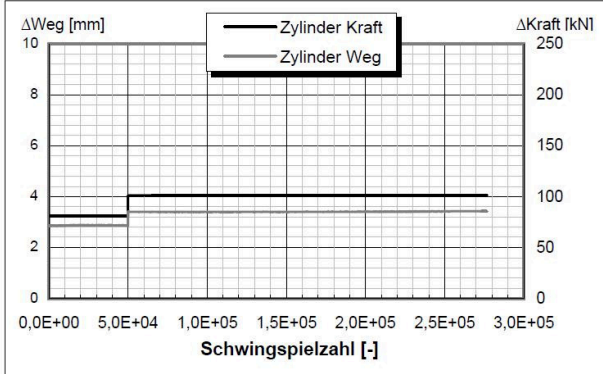
Schnitt 4-4



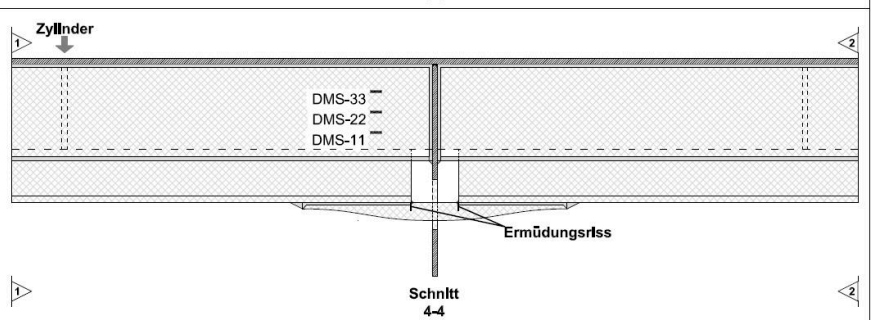
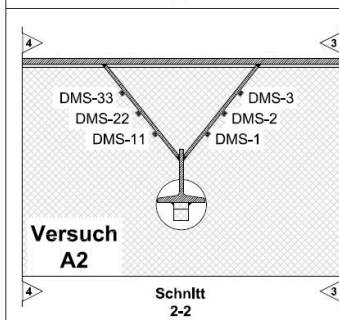
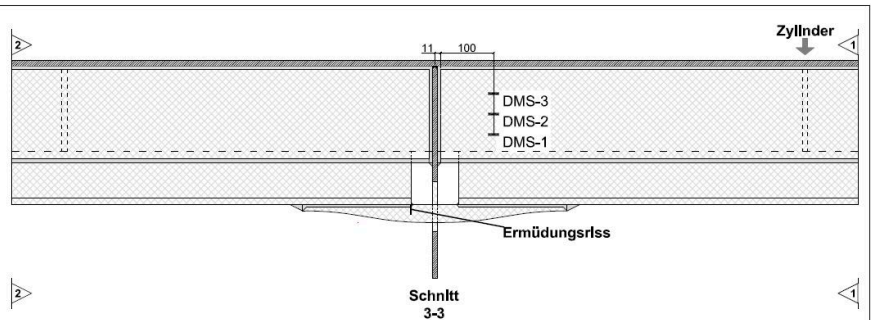
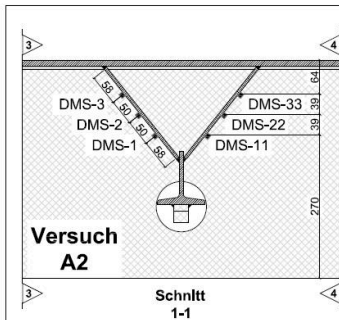
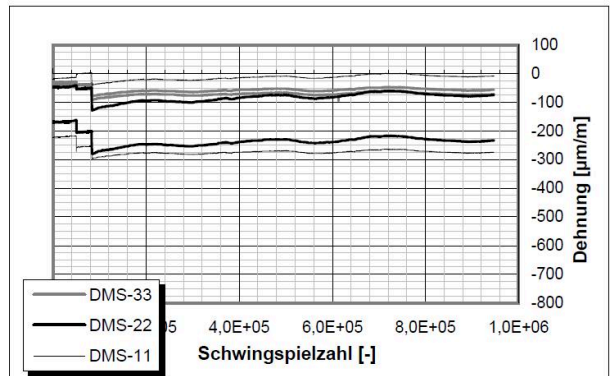
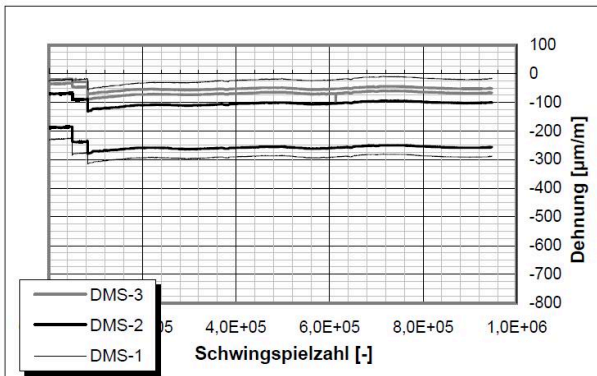
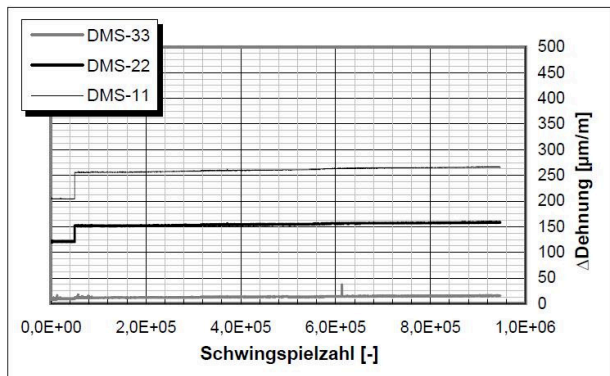
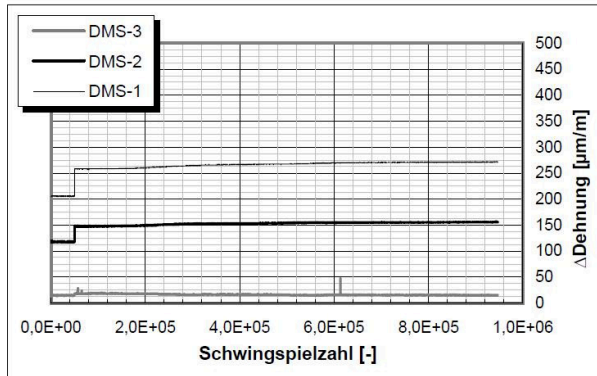
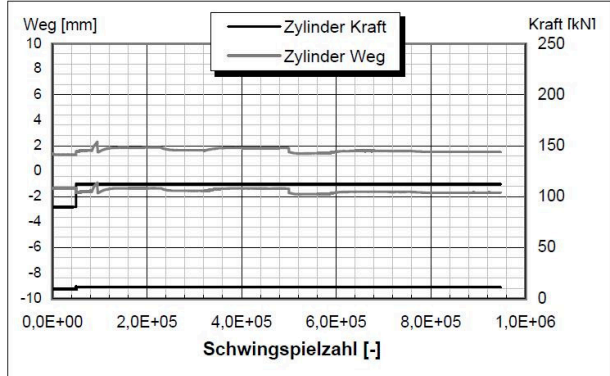
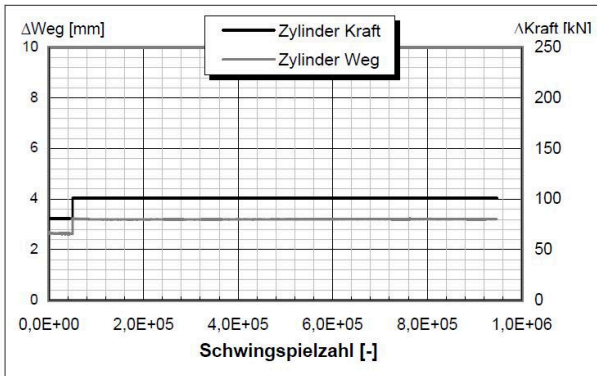
Schnitt 4-4

## **D Aufzeichnungen der Ermüdungsversuche**

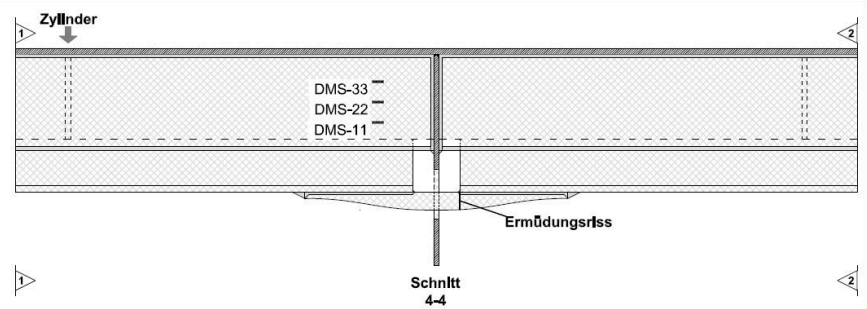
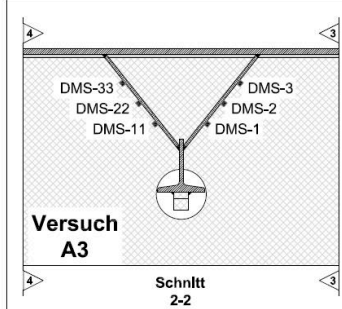
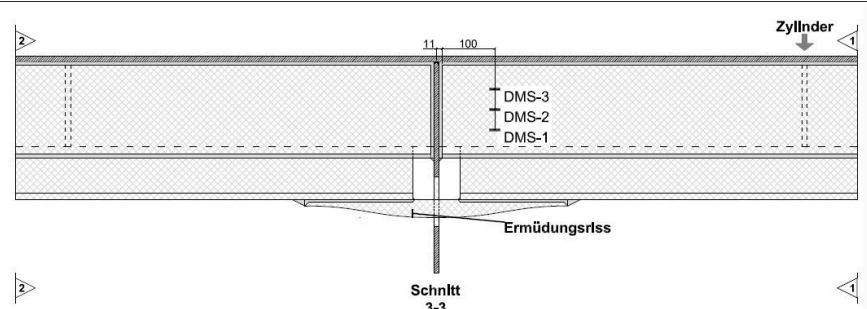
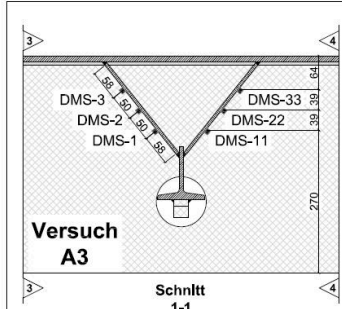
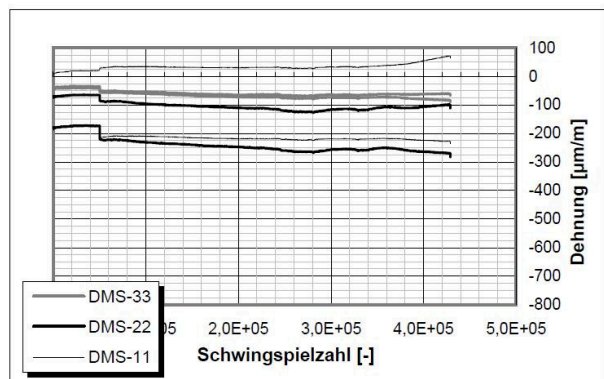
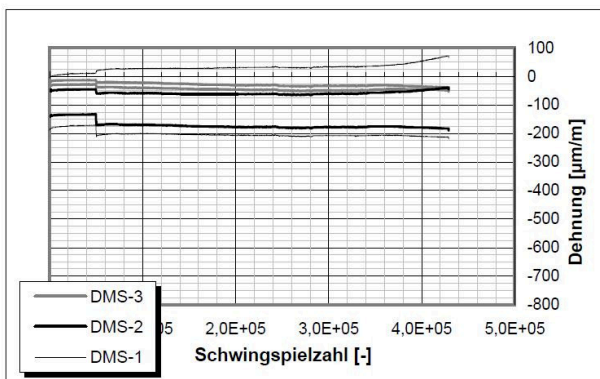
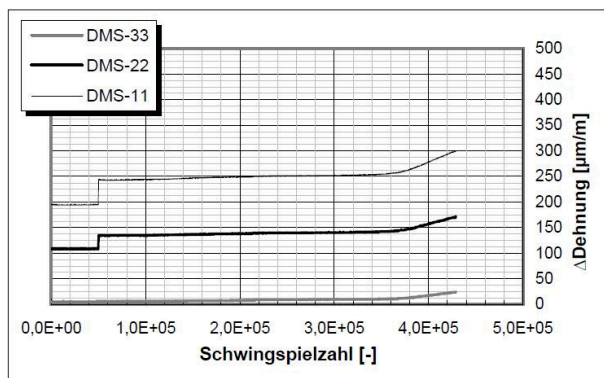
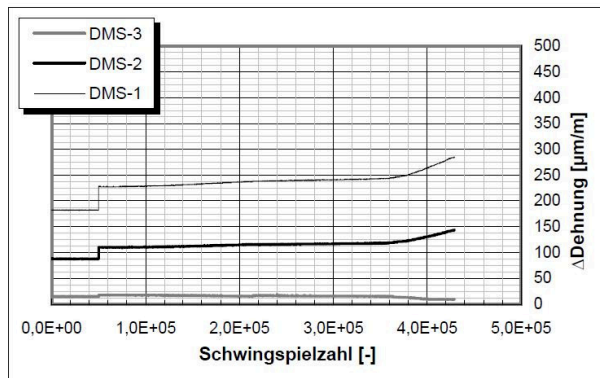
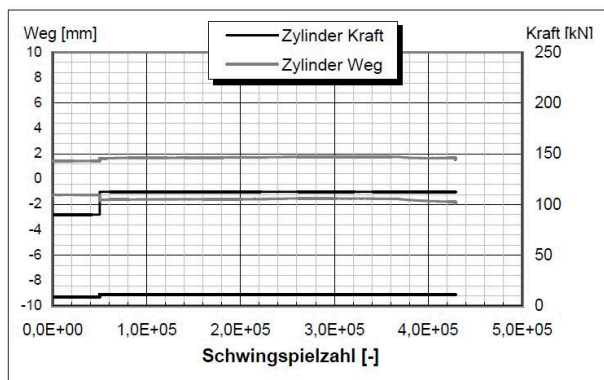
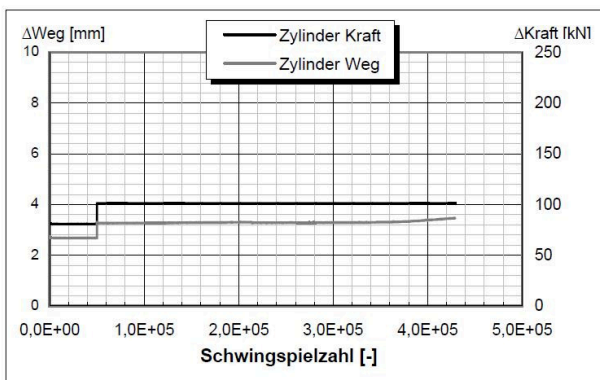
### D.1 Versuch – A1



## D.2 Versuch – A2

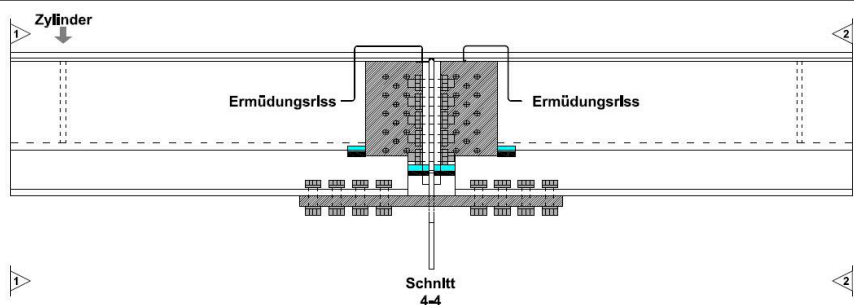
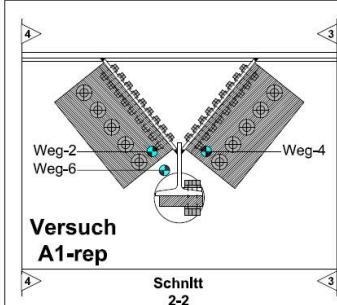
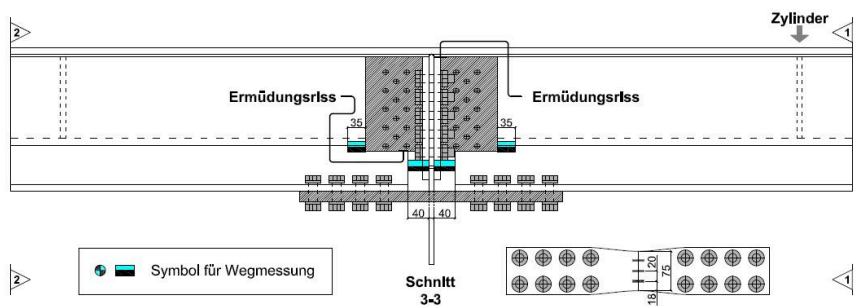
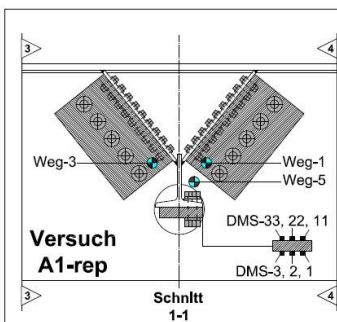
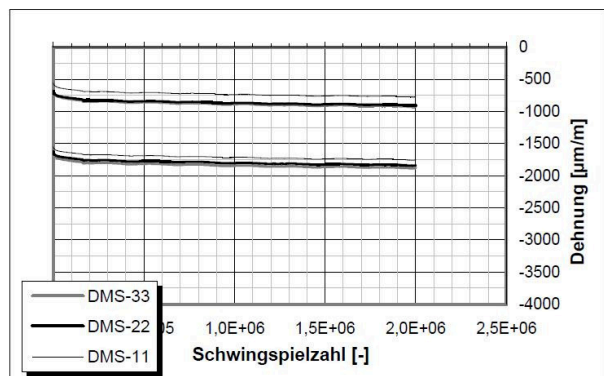
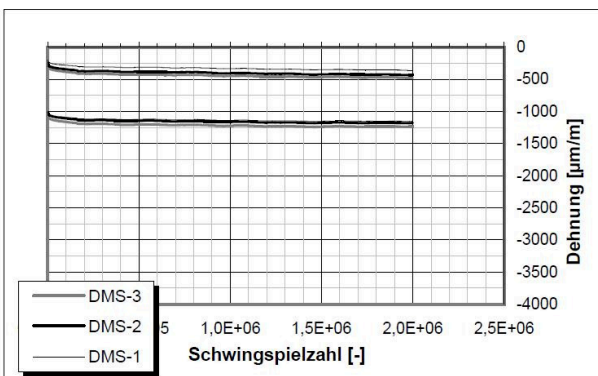
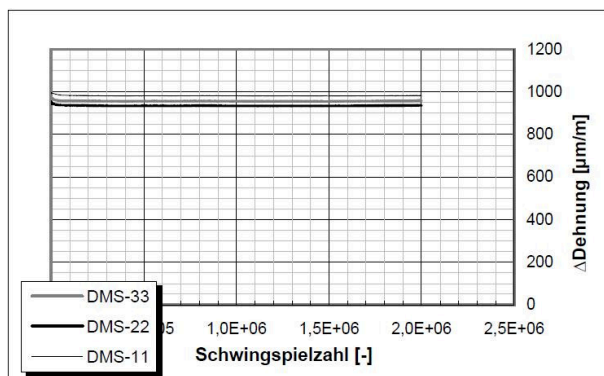
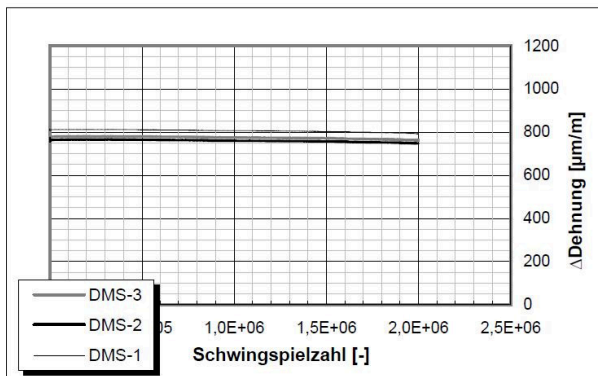
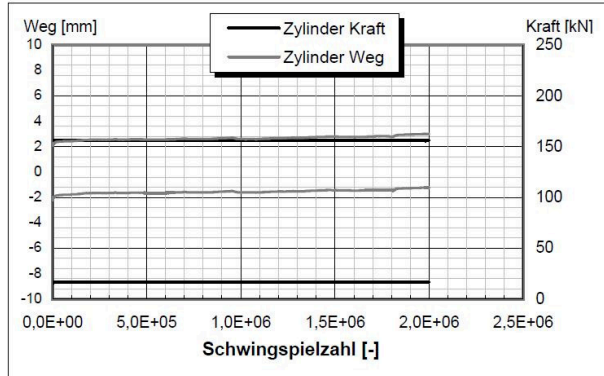
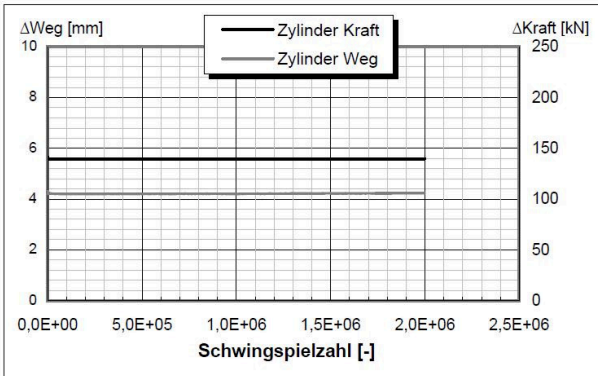


### D.3 Versuch – A3

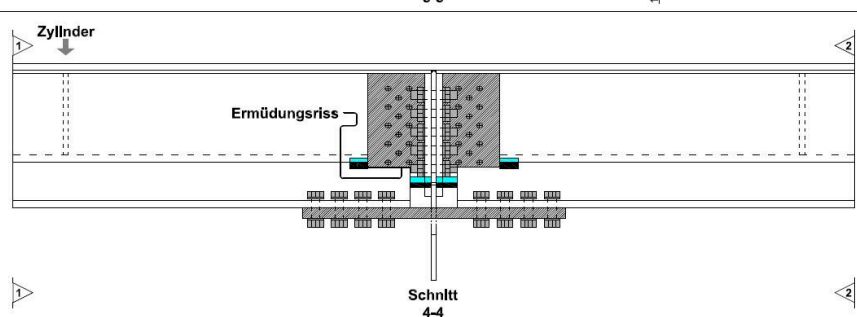
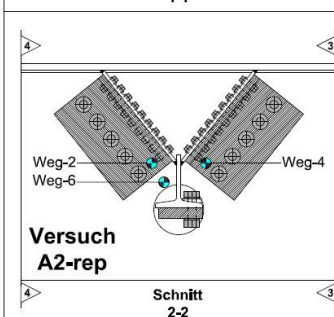
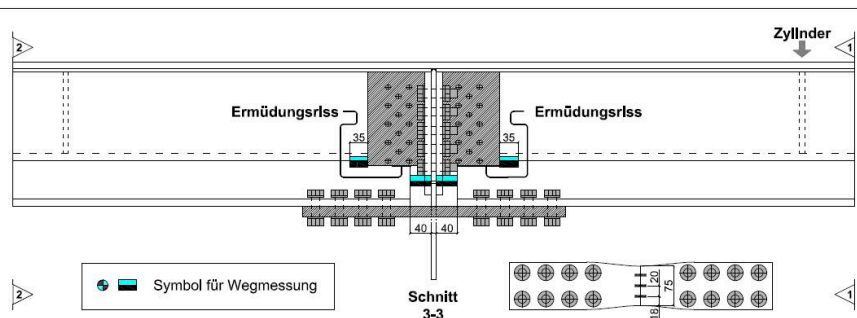
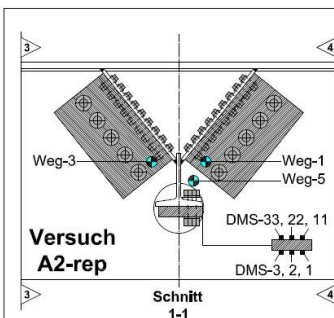
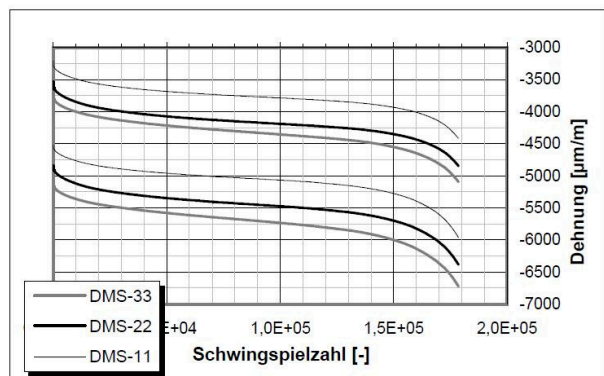
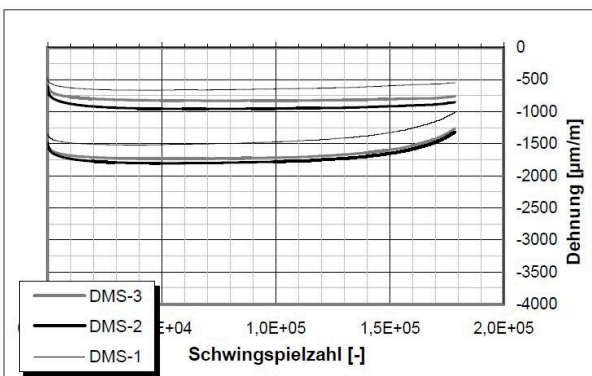
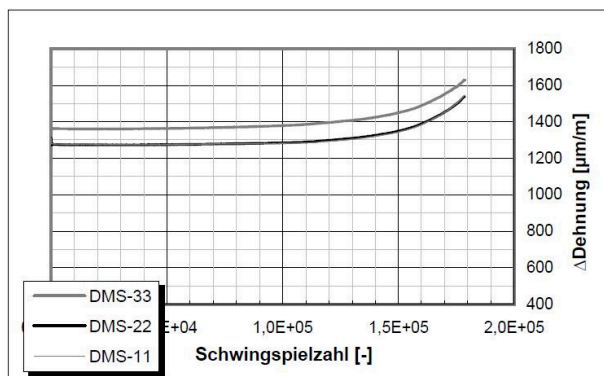
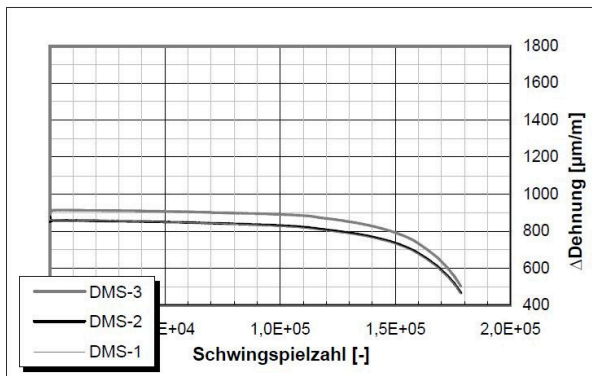
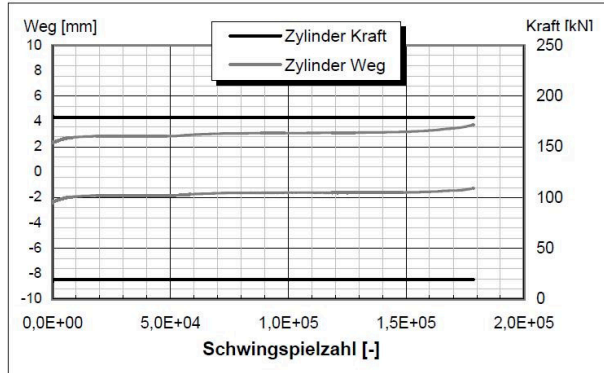
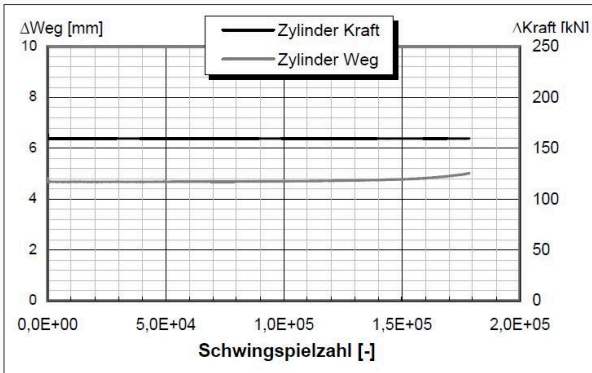




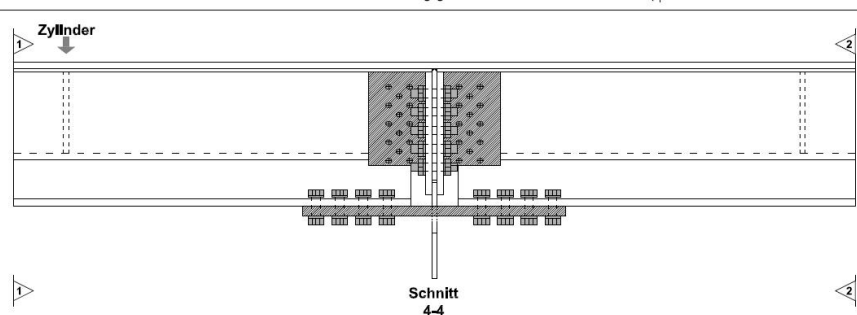
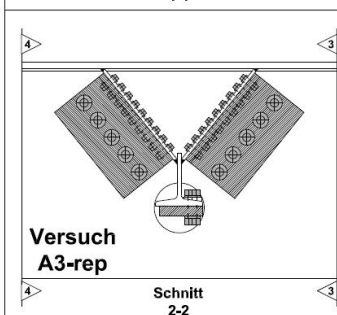
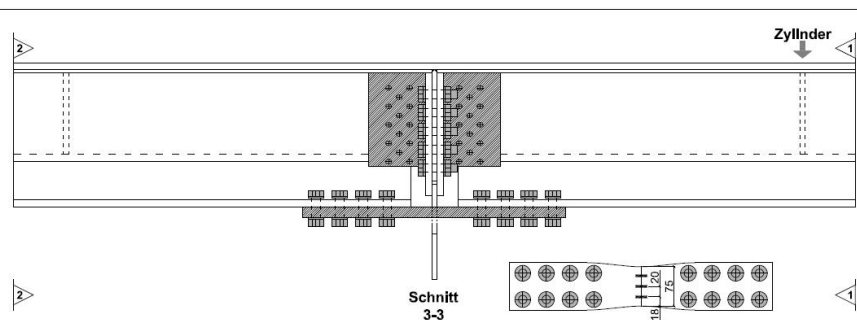
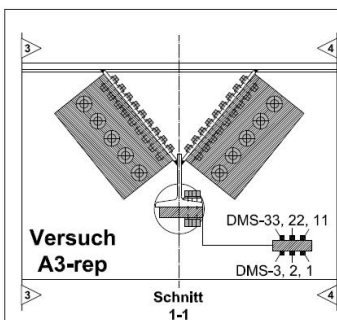
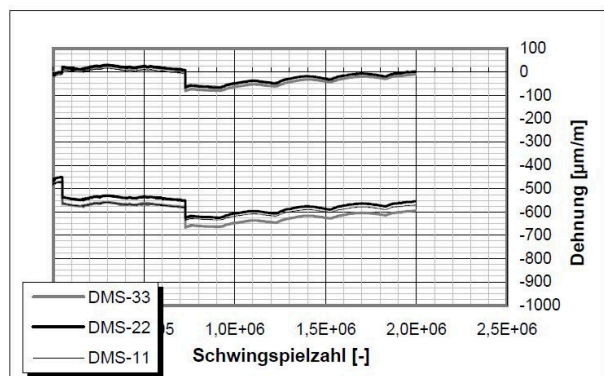
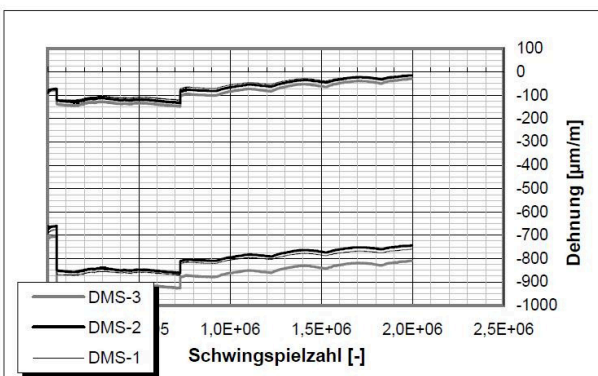
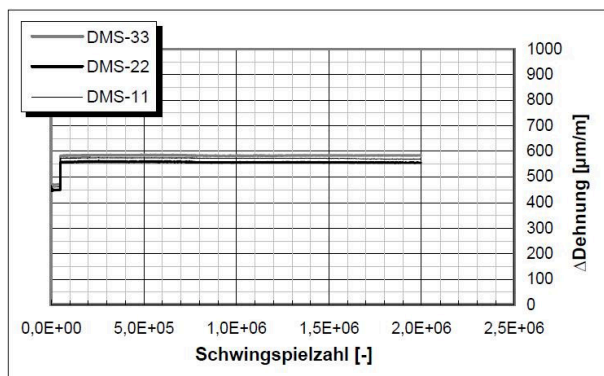
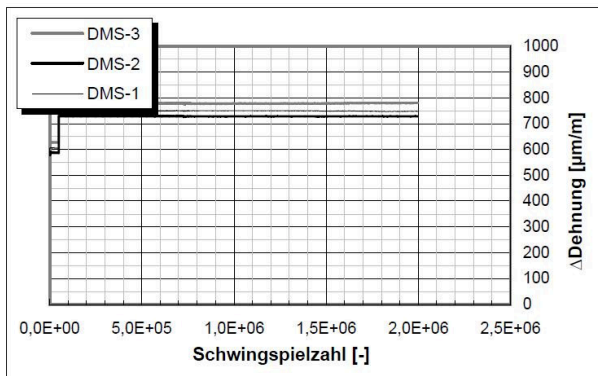
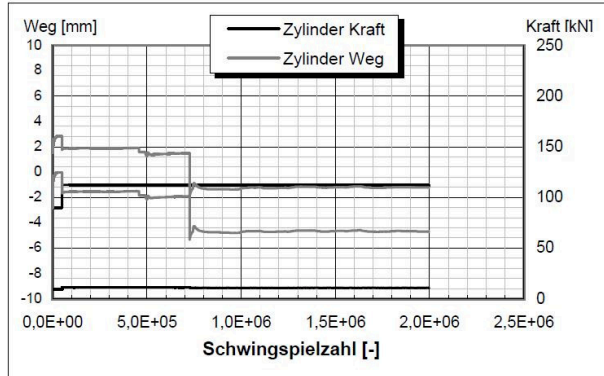
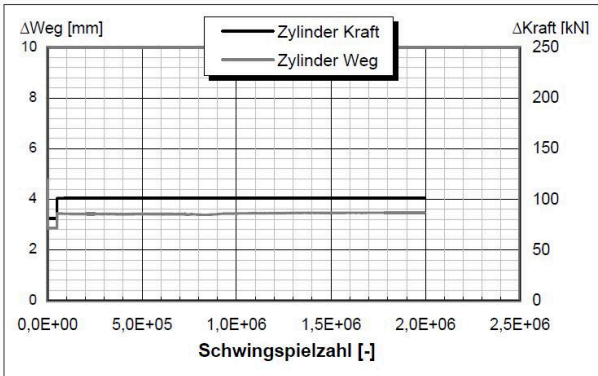
### D.4 Versuch – A1-rep

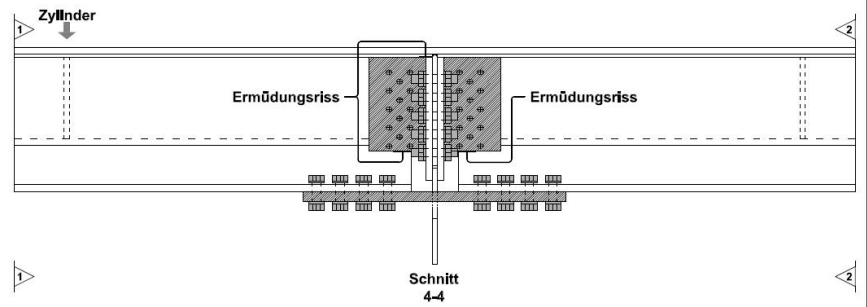
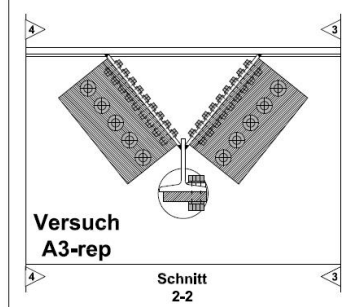
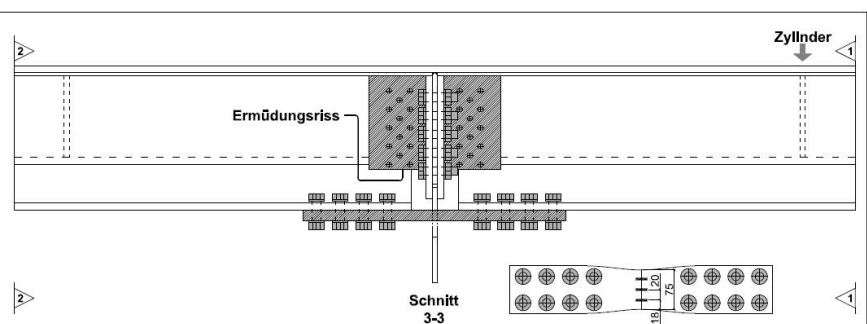
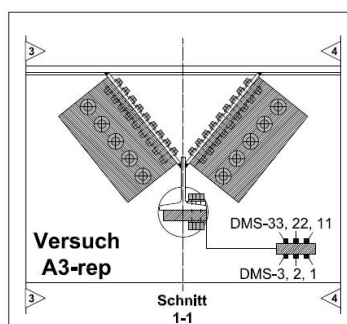
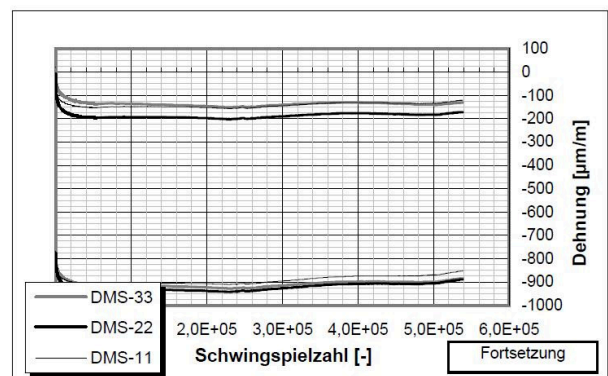
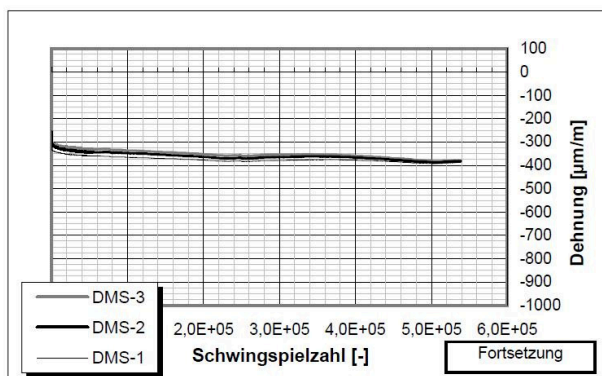
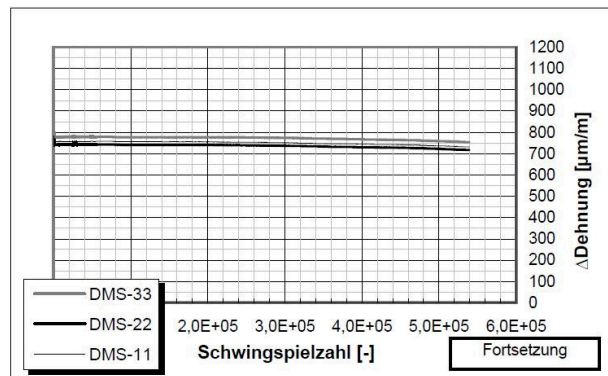
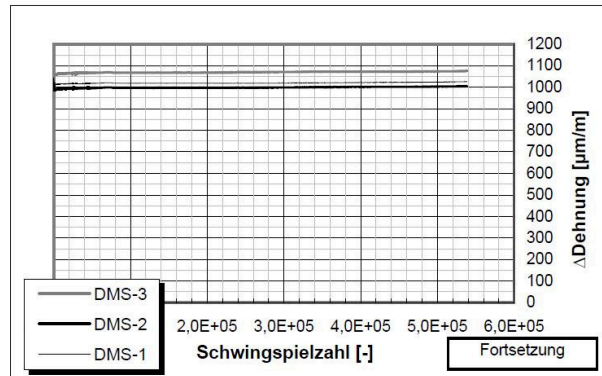
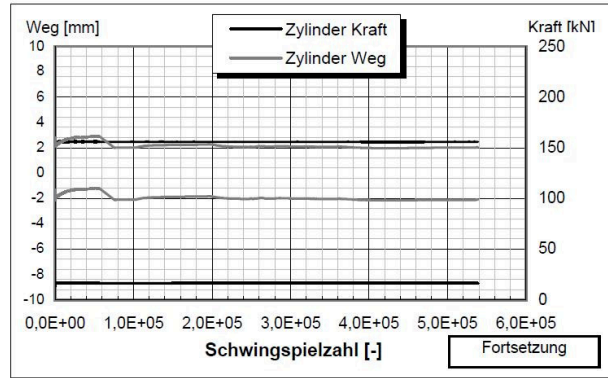
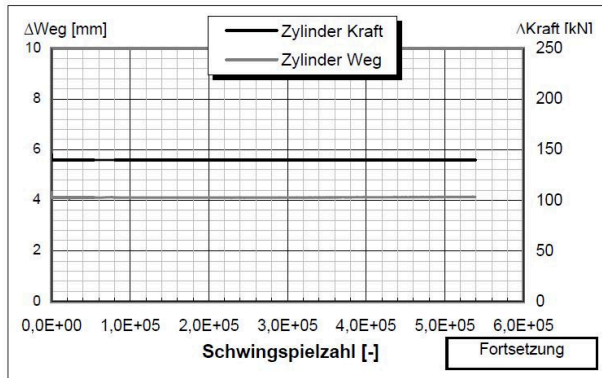


### D.5 Versuch – A2-rep

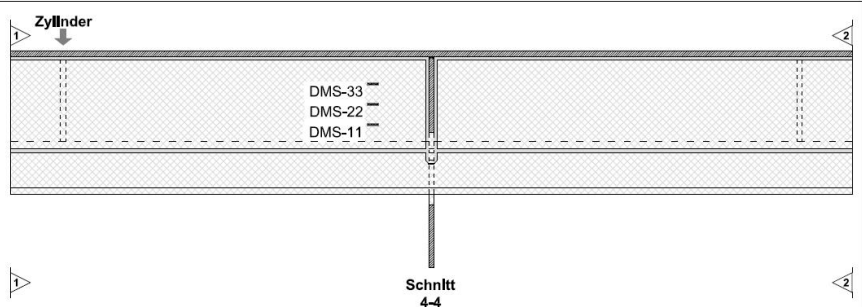
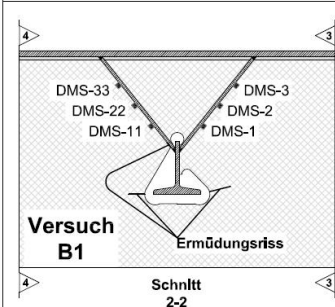
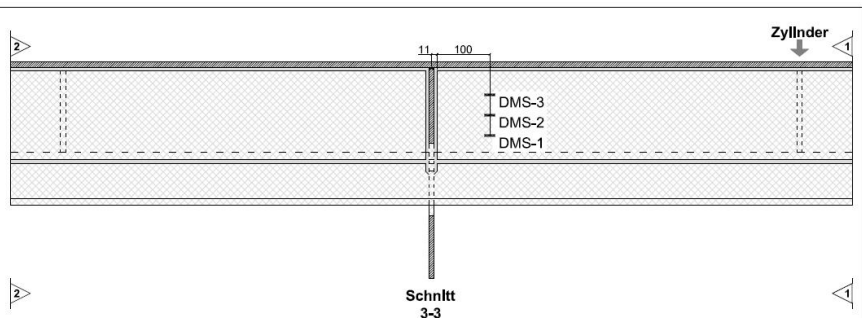
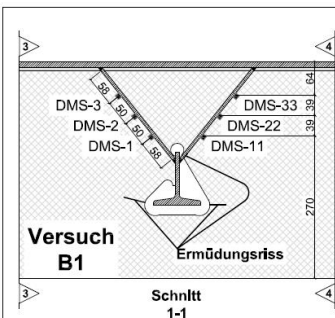
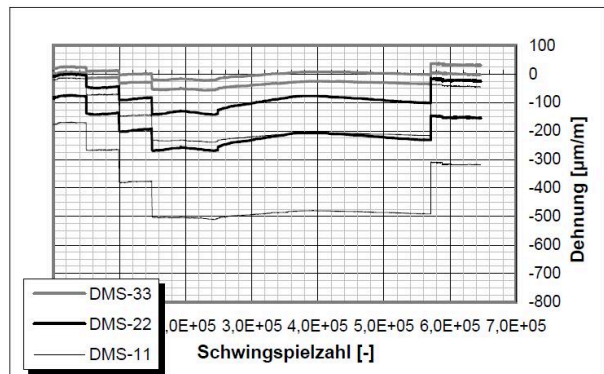
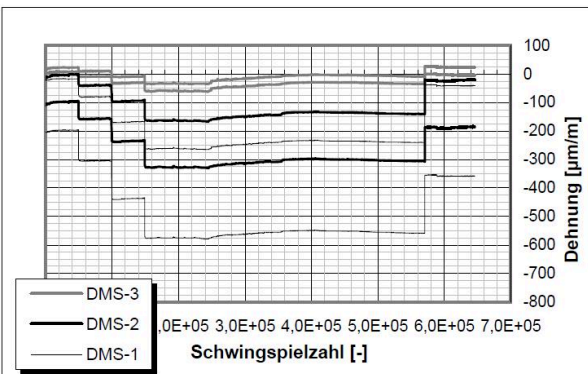
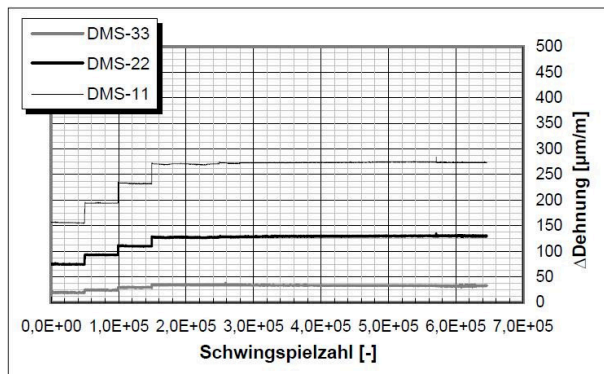
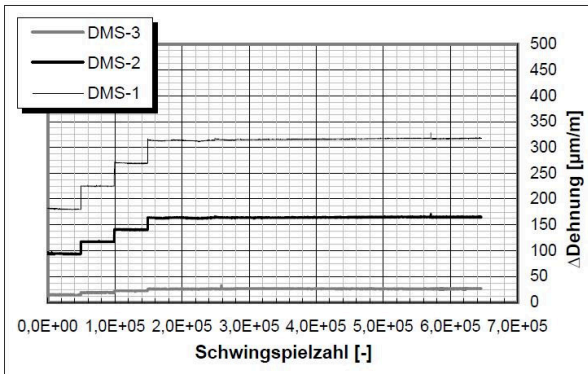
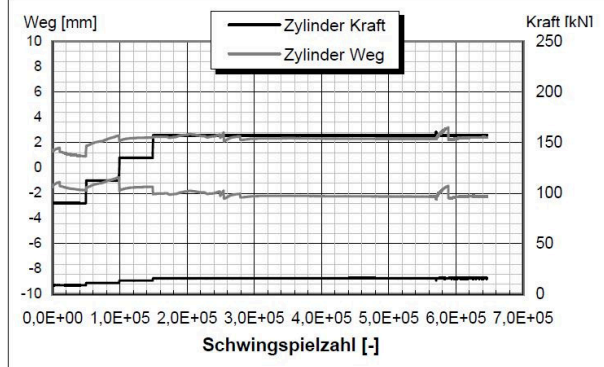
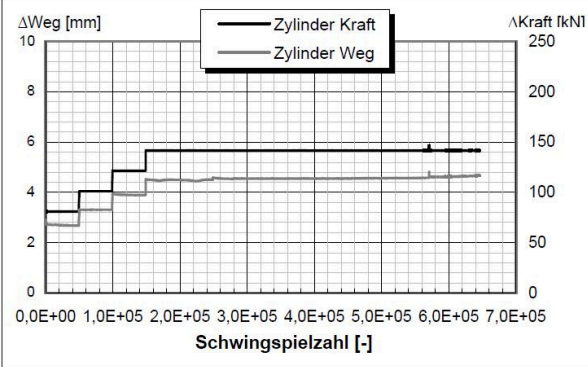


### D.6 Versuch – A3-rep

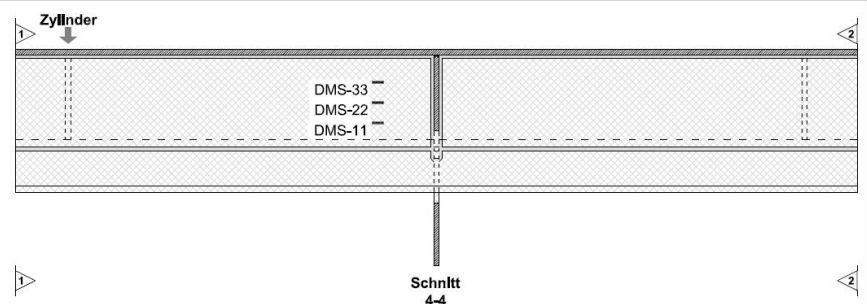
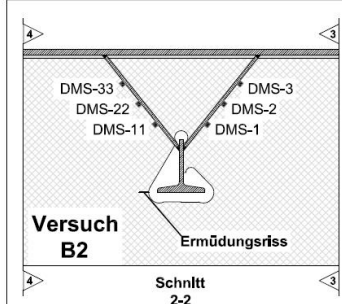
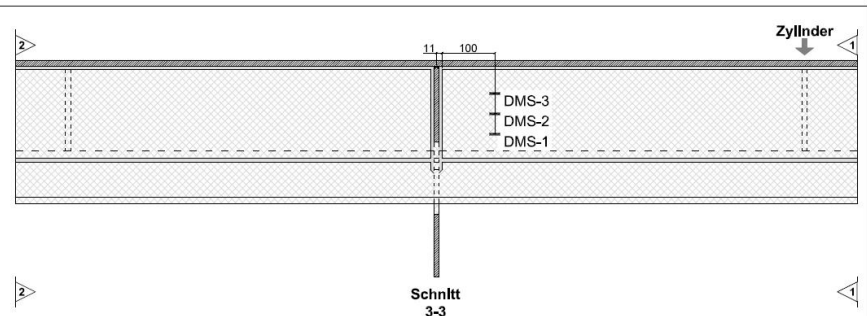
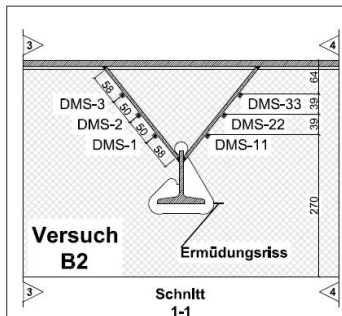
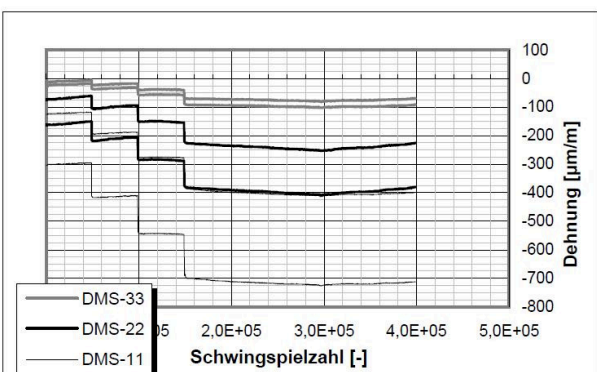
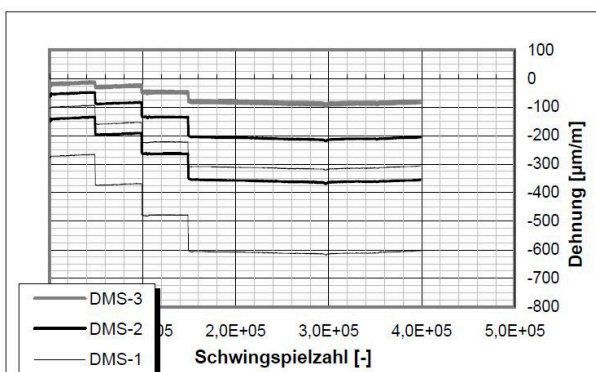
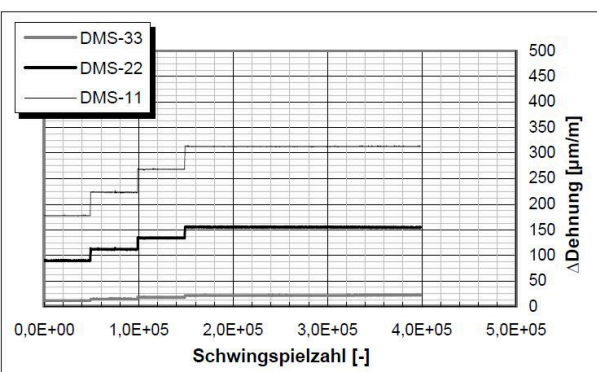
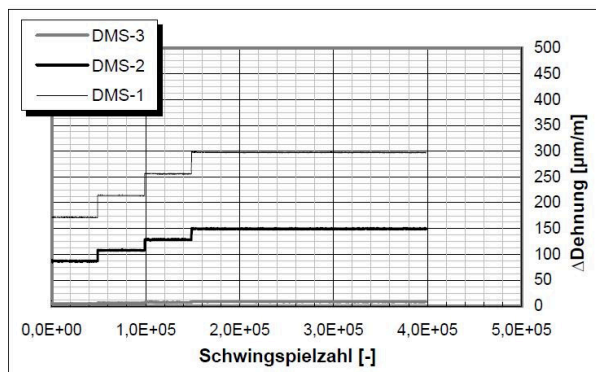
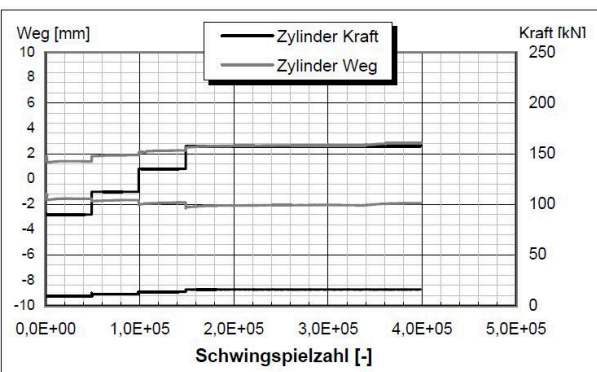
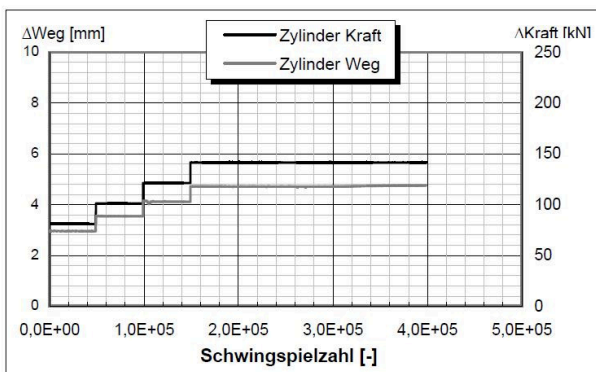




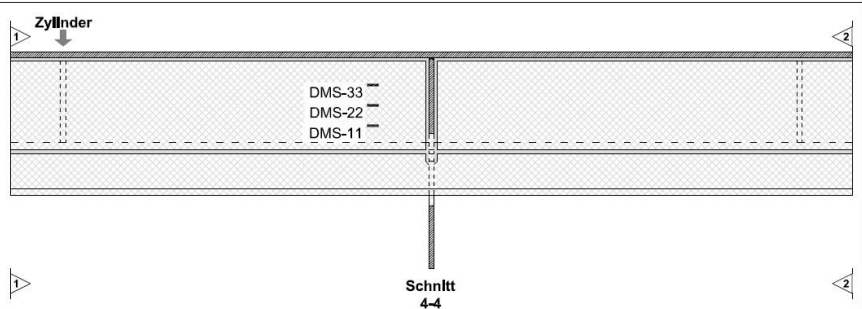
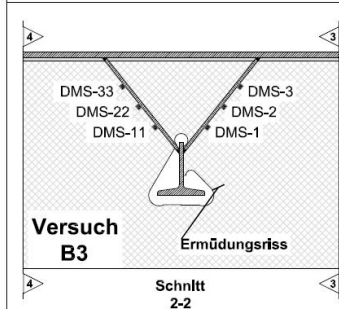
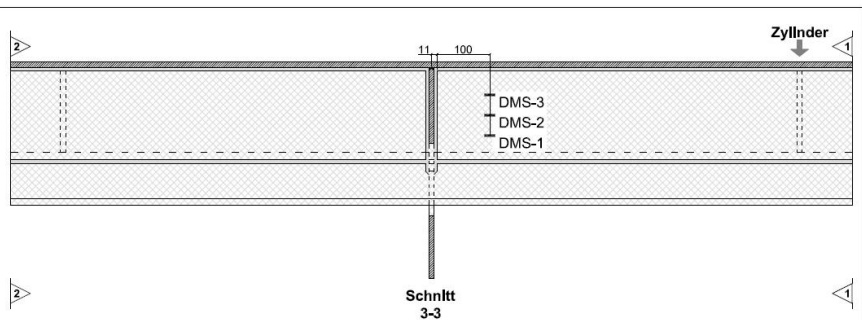
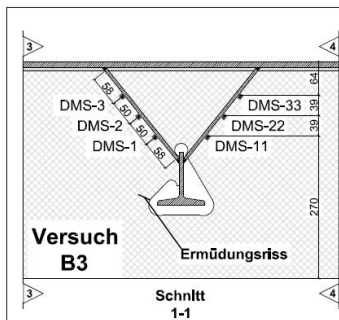
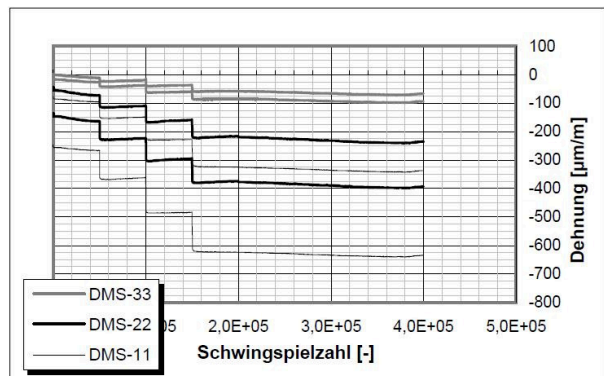
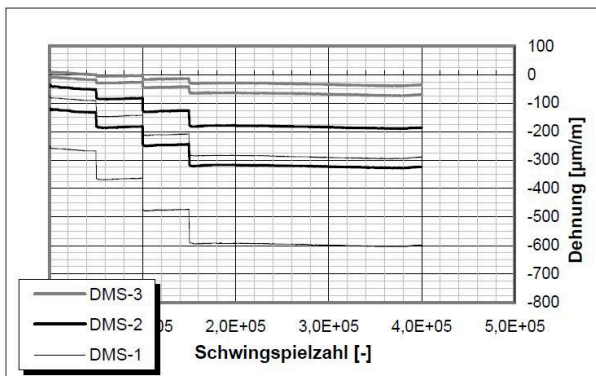
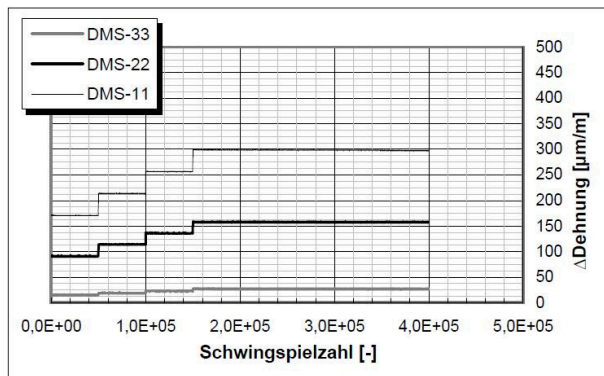
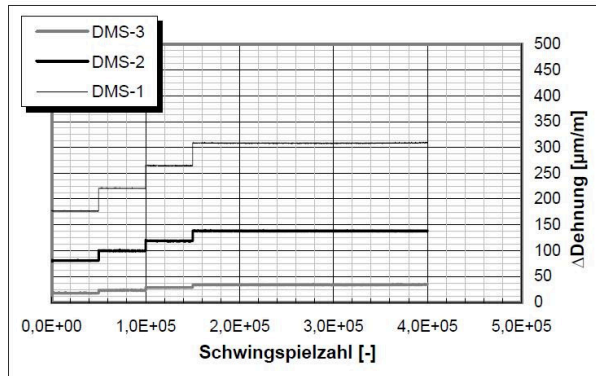
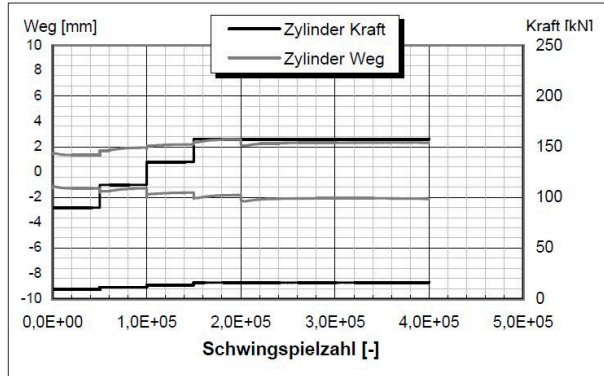
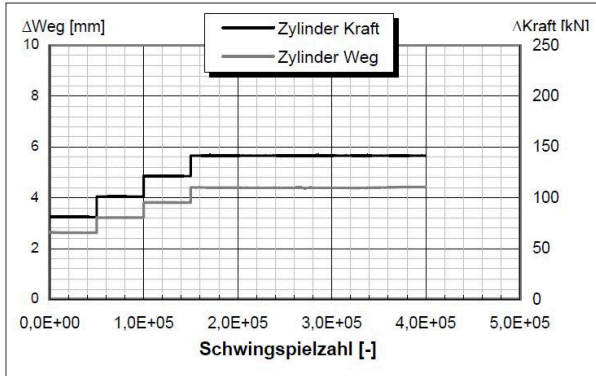
### D.7 Versuch – B1



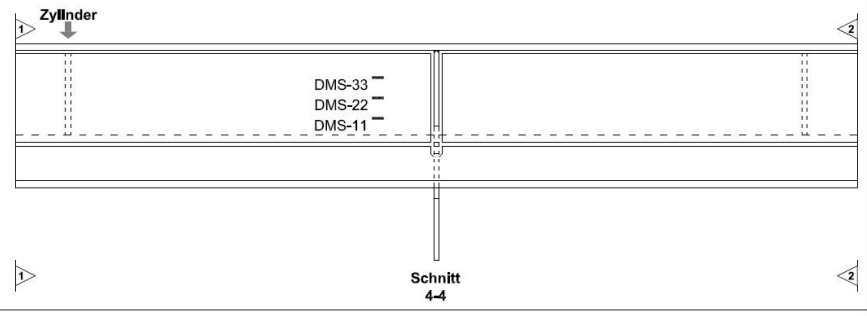
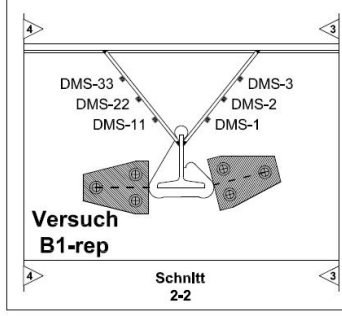
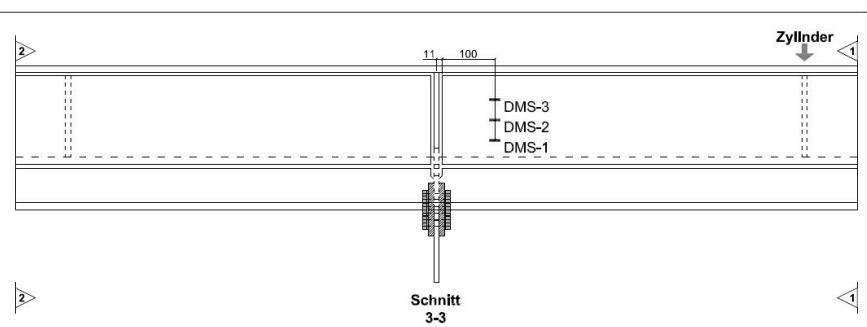
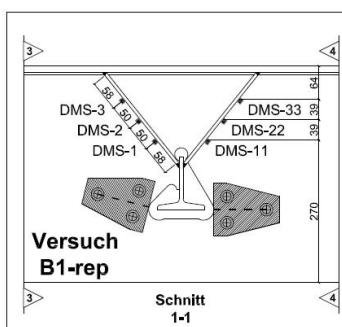
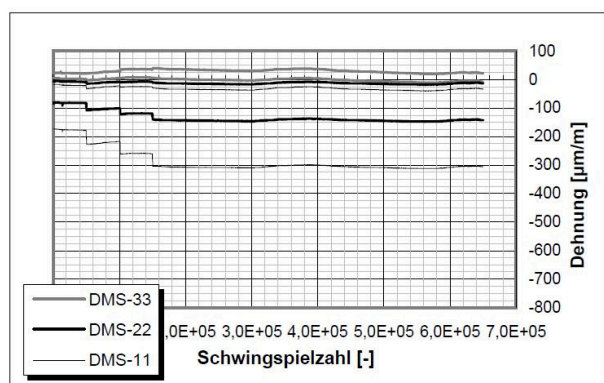
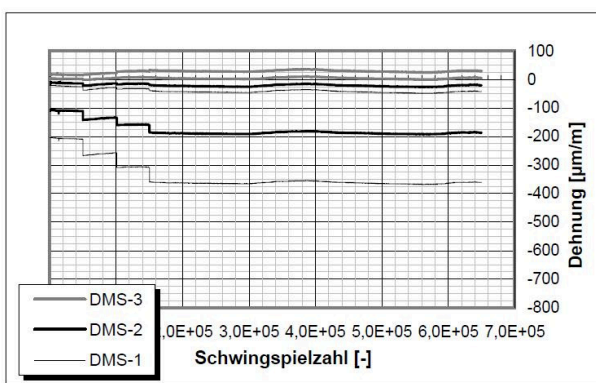
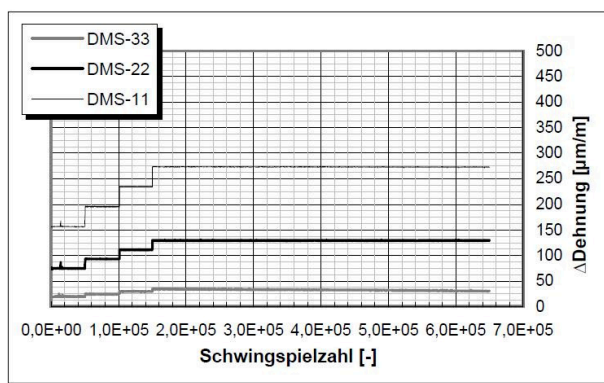
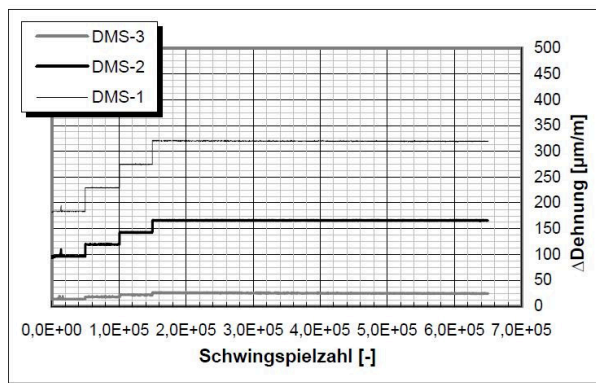
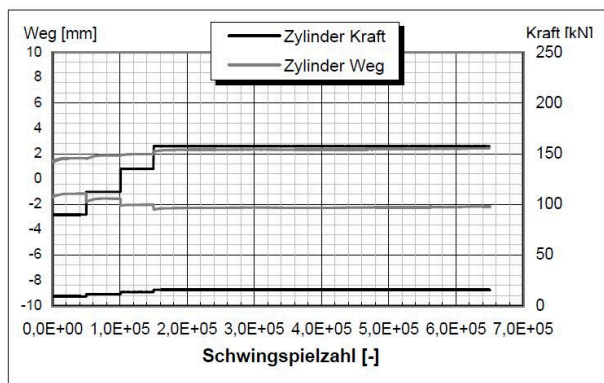
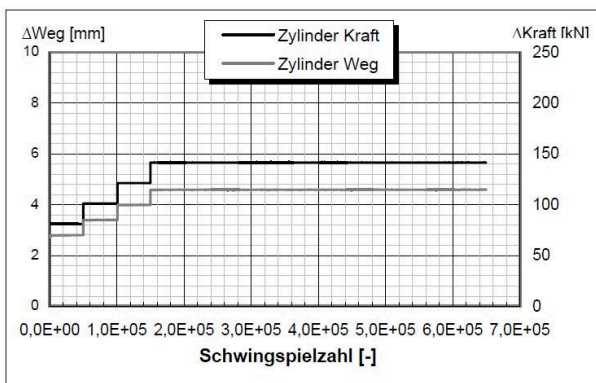
### D.8 Versuch – B2



### D.9 Versuch – B3

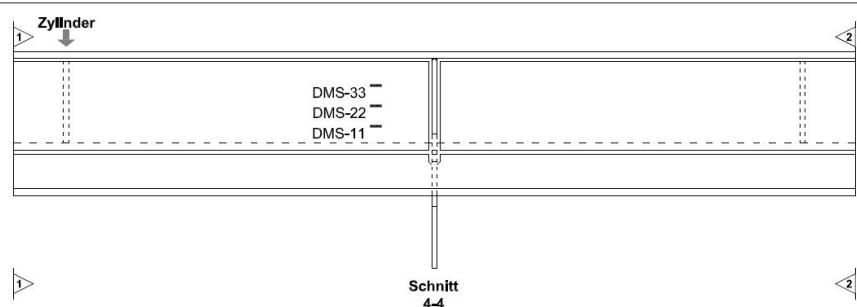
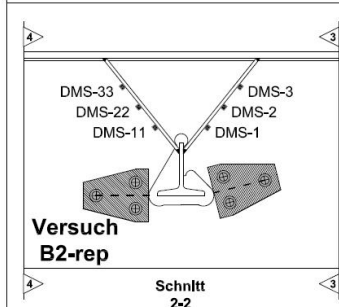
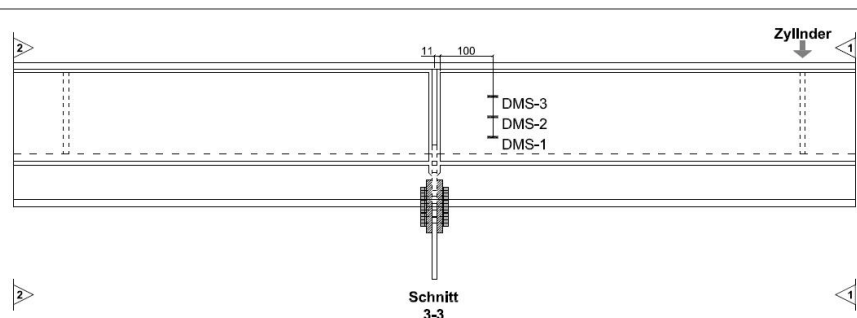
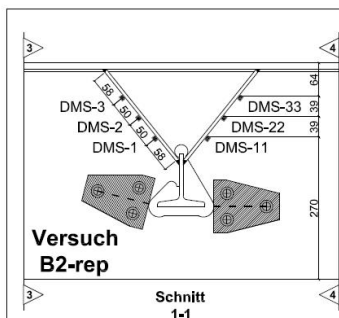
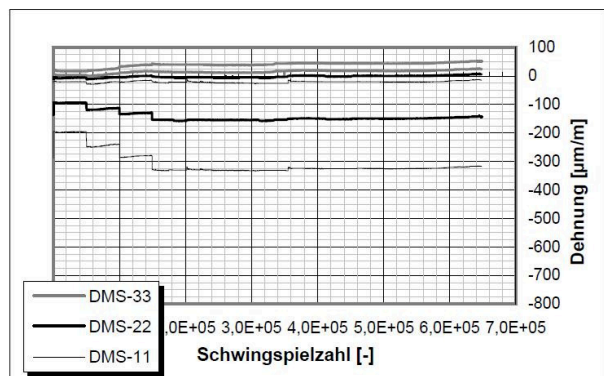
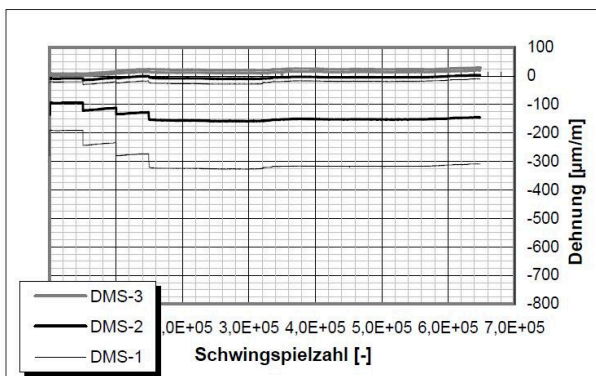
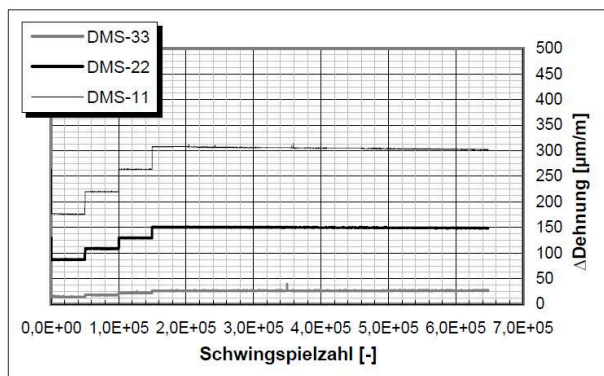
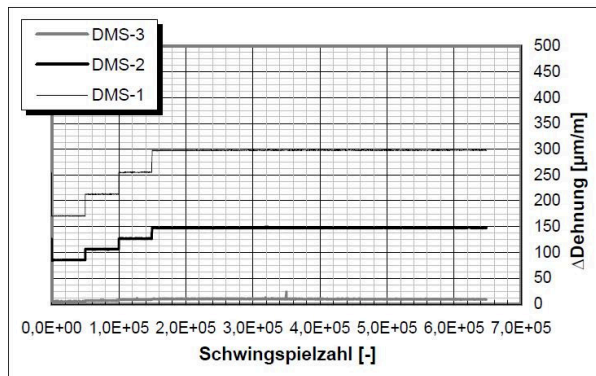
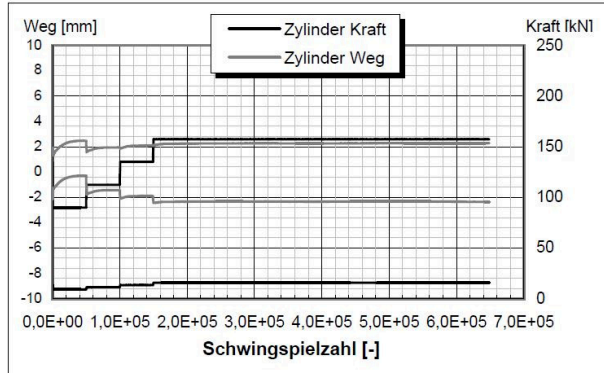
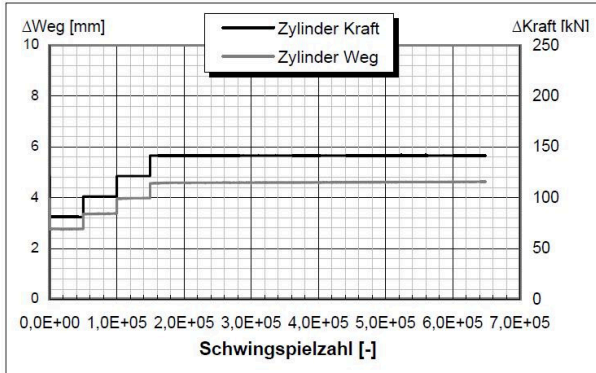


### D.10 Versuch – B1-rep

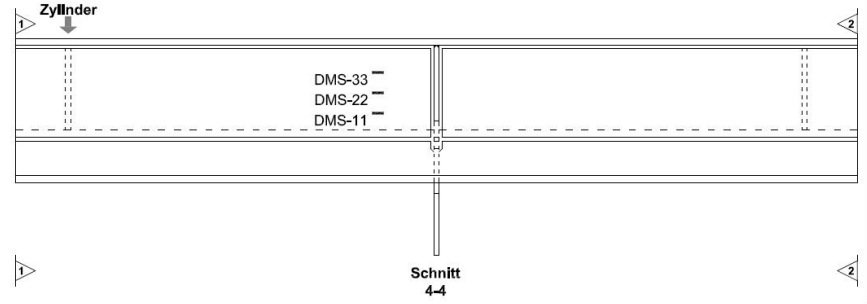
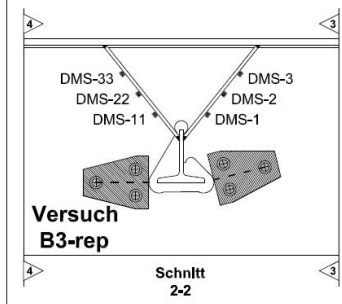
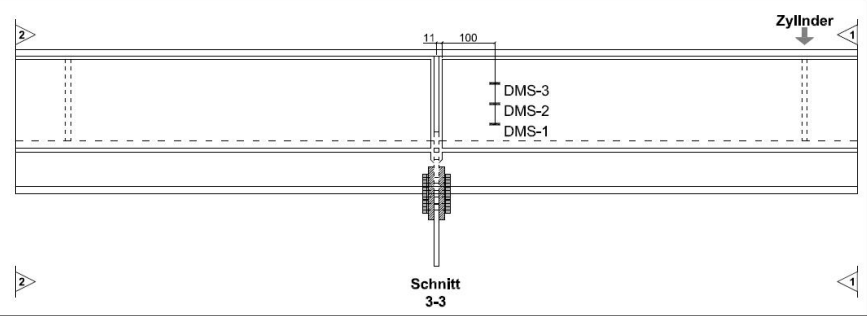
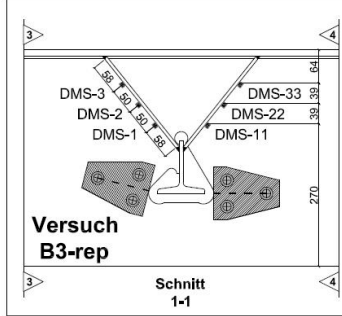
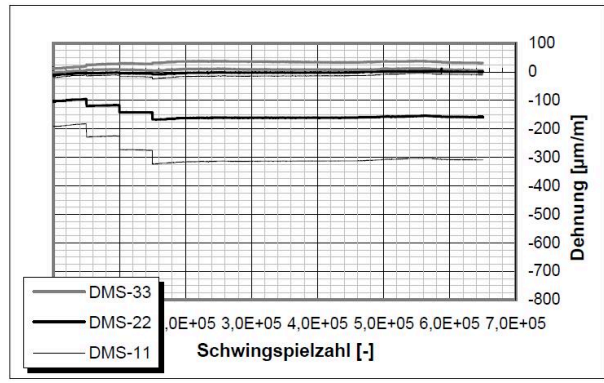
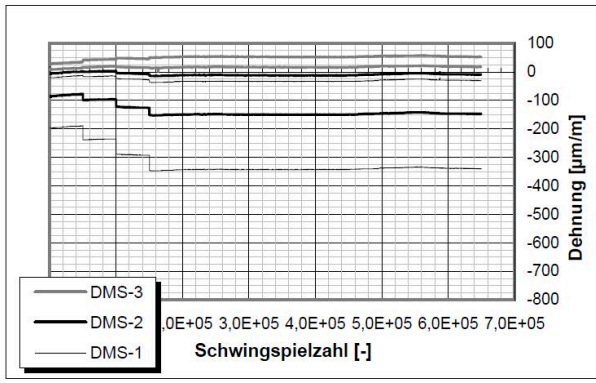
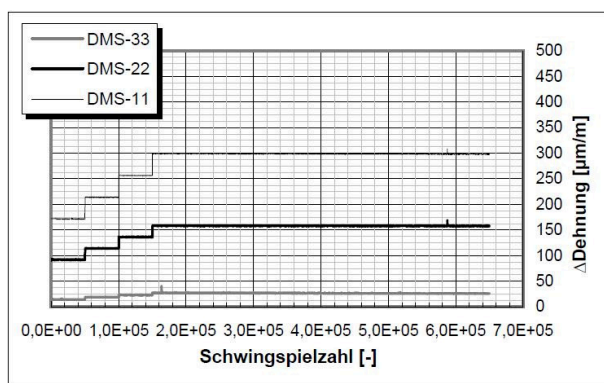
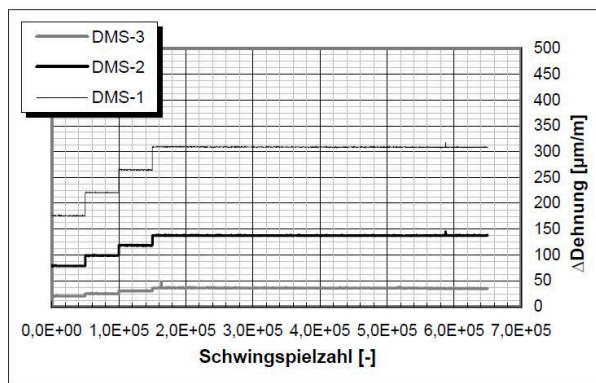
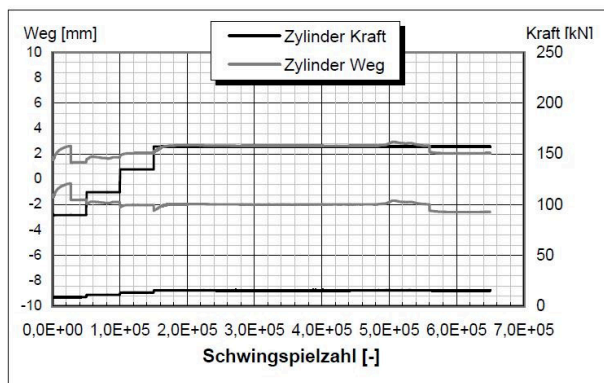
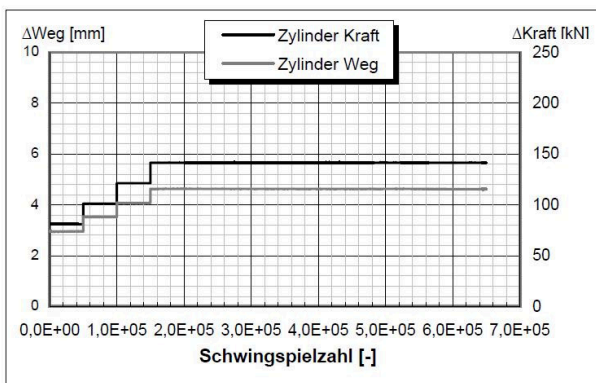




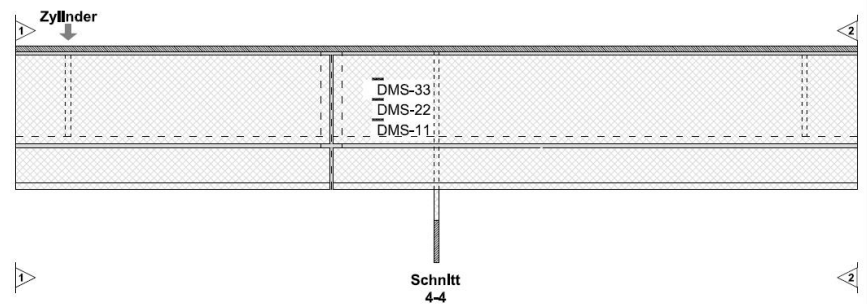
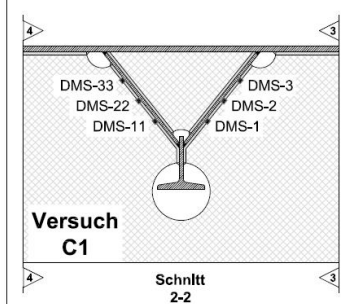
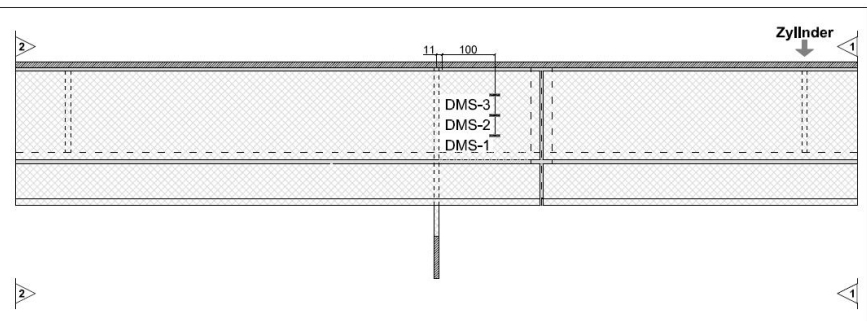
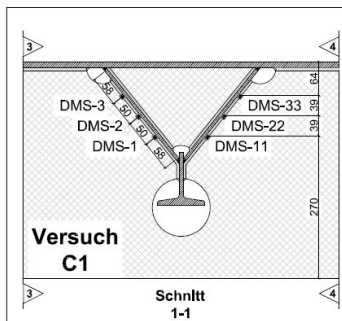
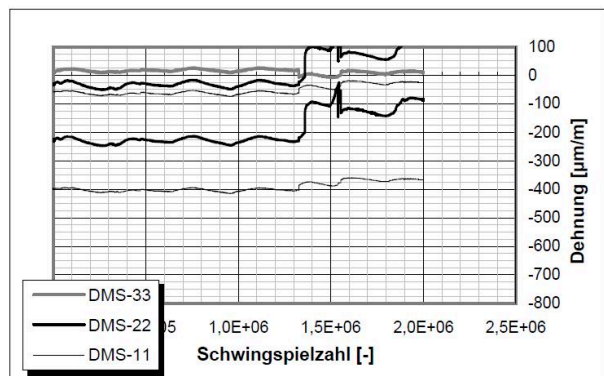
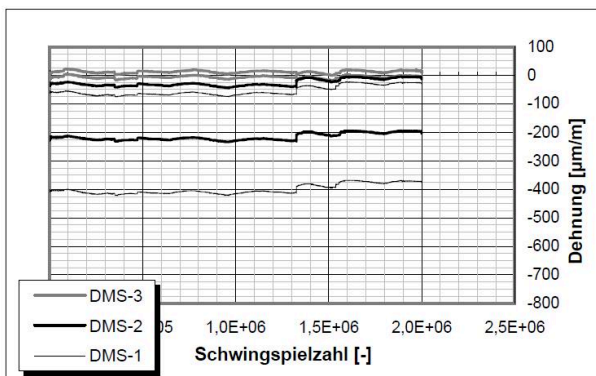
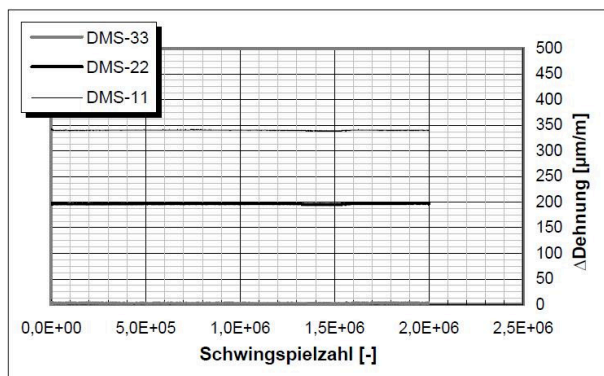
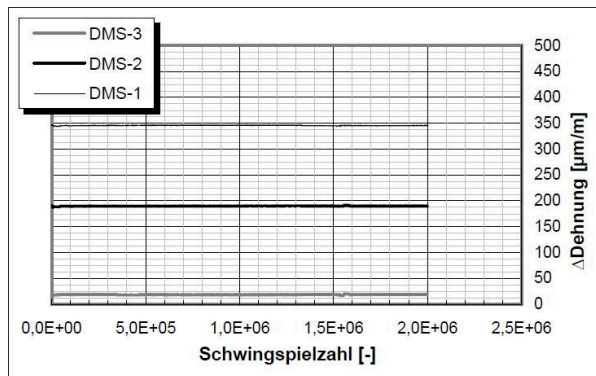
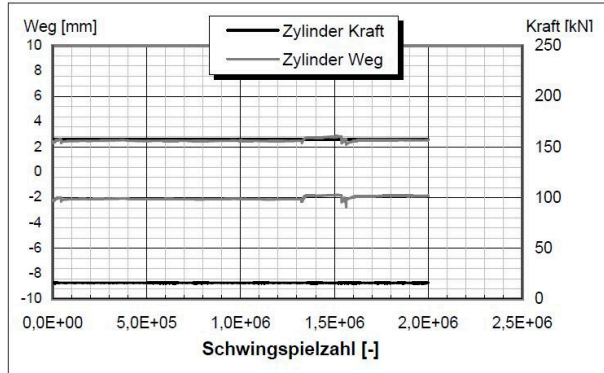
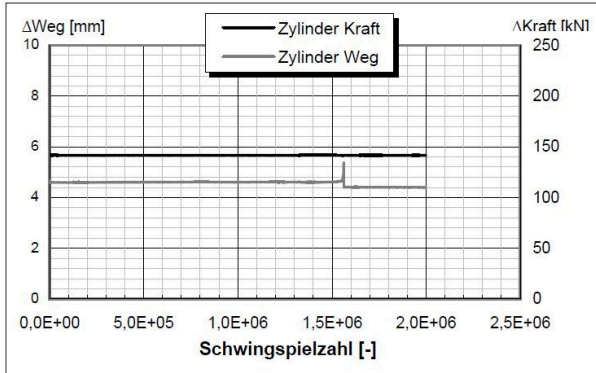
### D.11 Versuch – B2-rep

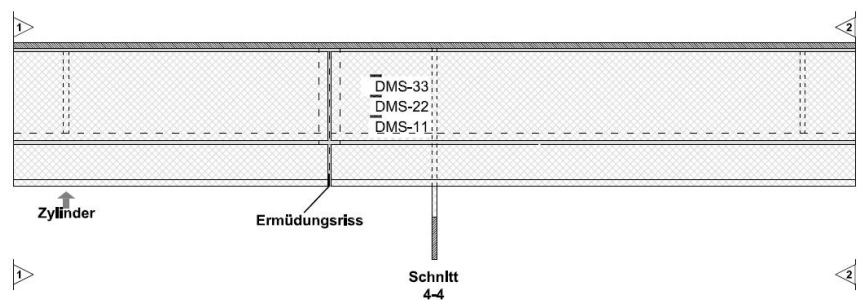
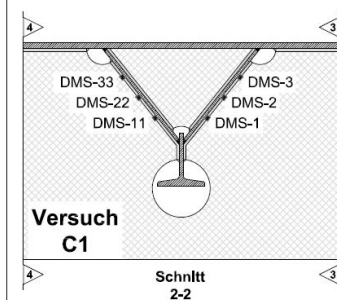
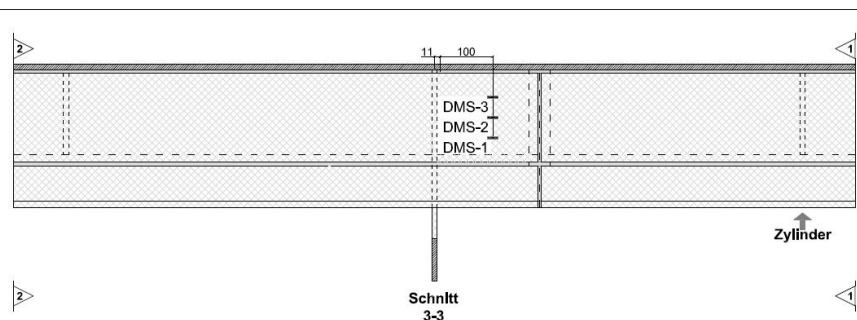
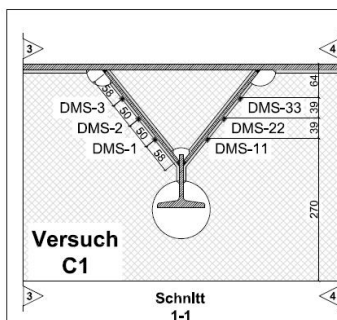
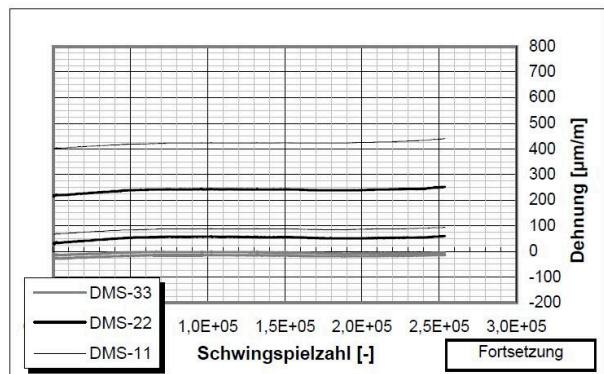
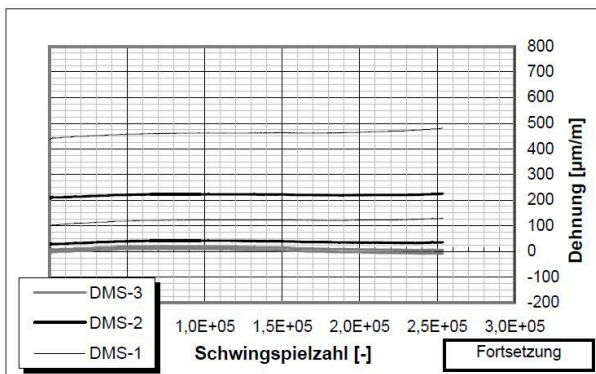
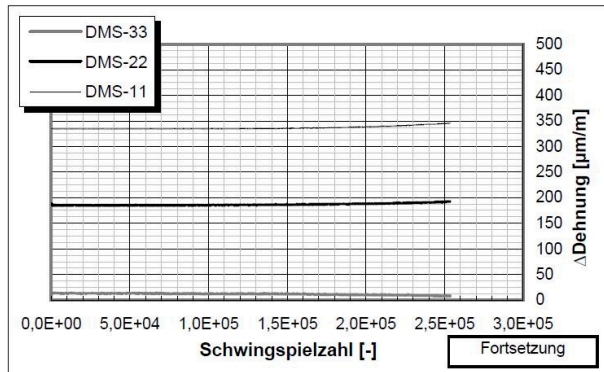
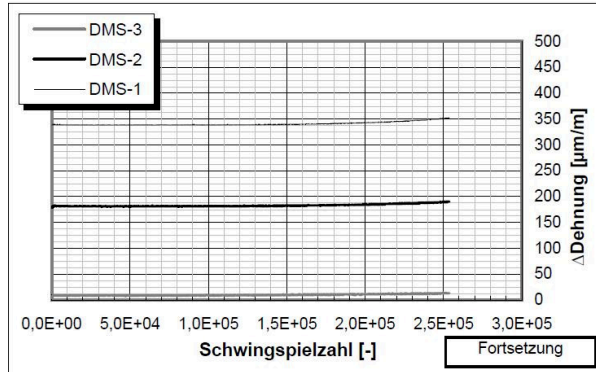
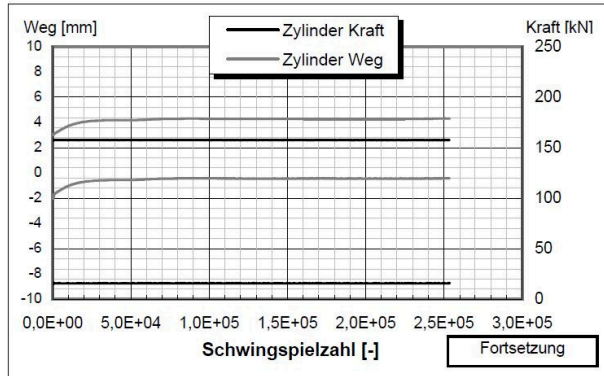
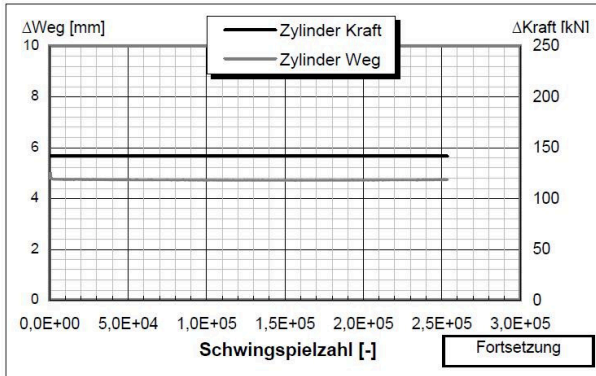


### D.12 Versuch – B3-rep

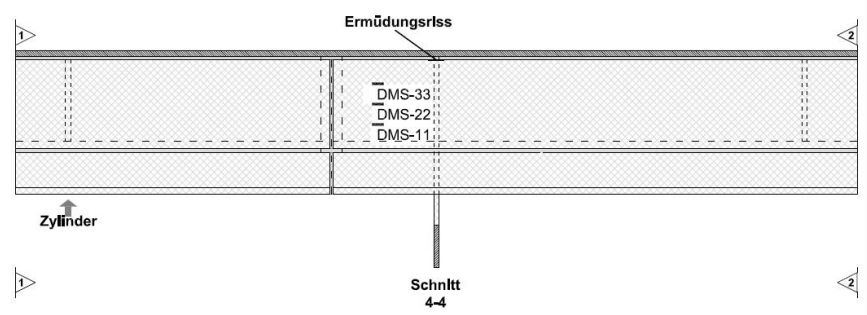
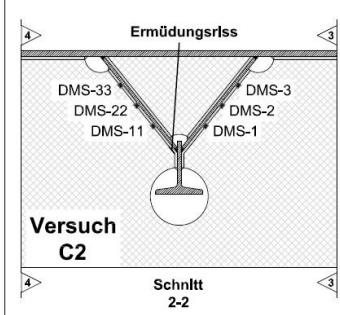
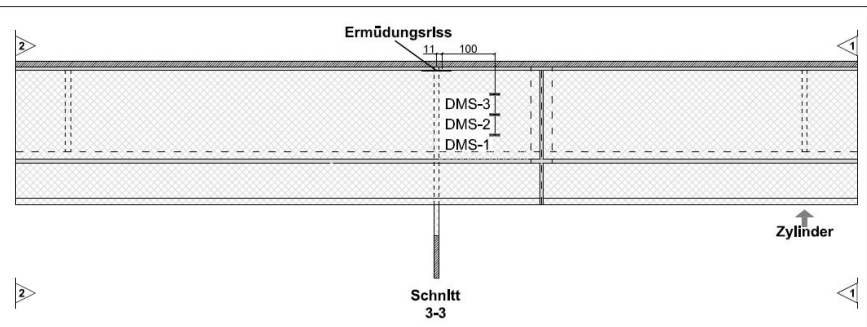
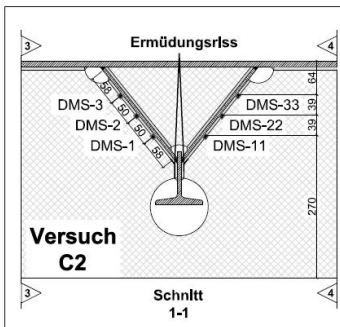
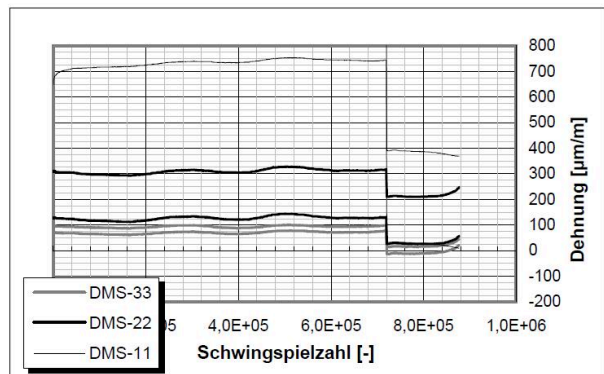
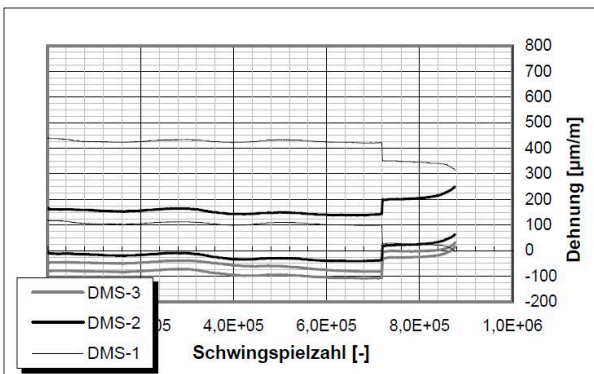
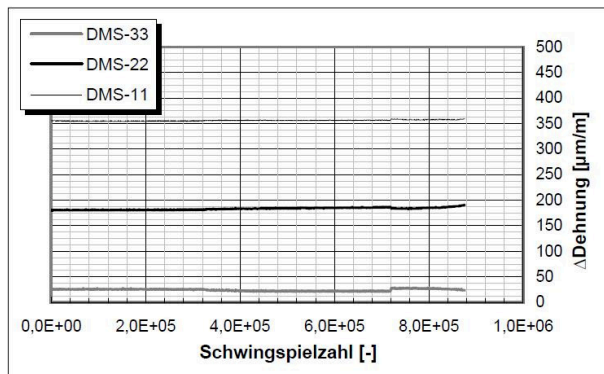
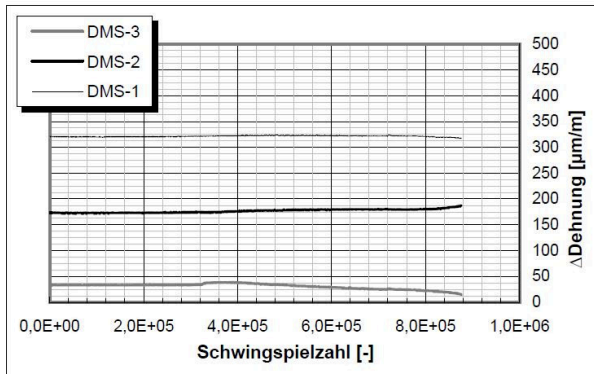
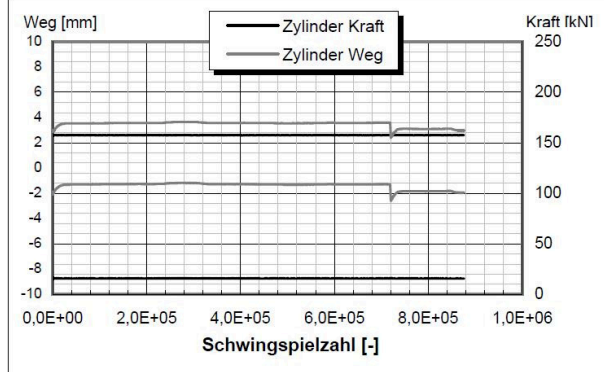
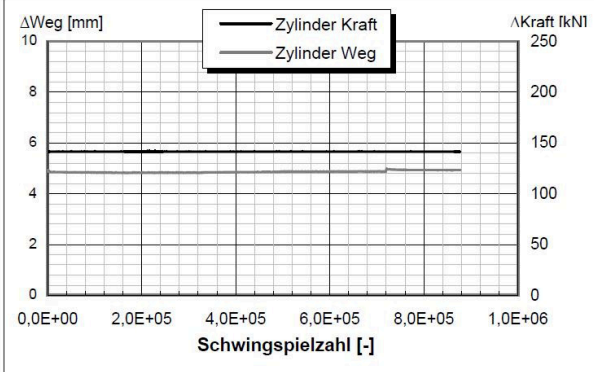


### D.13 Versuch – C1

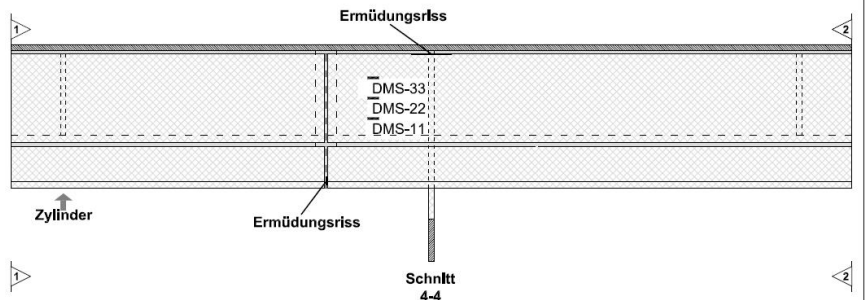
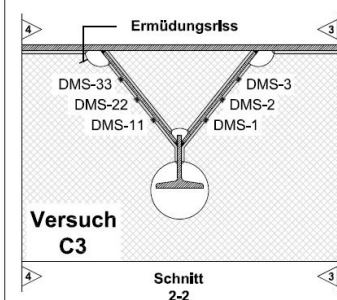
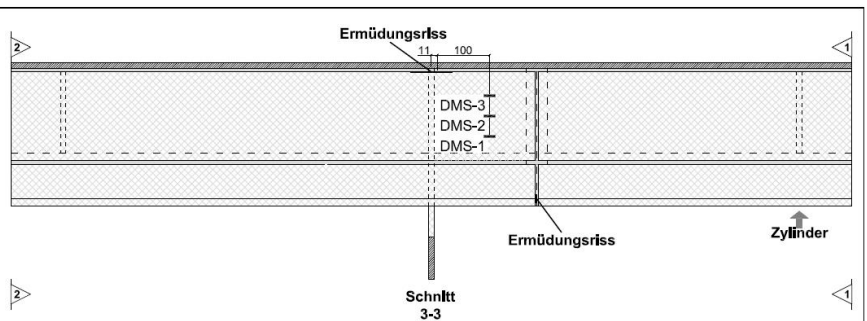
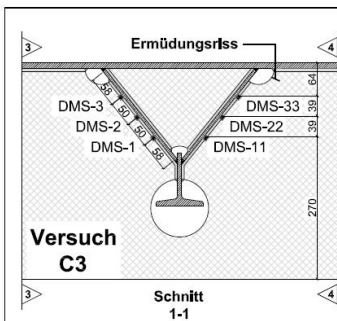
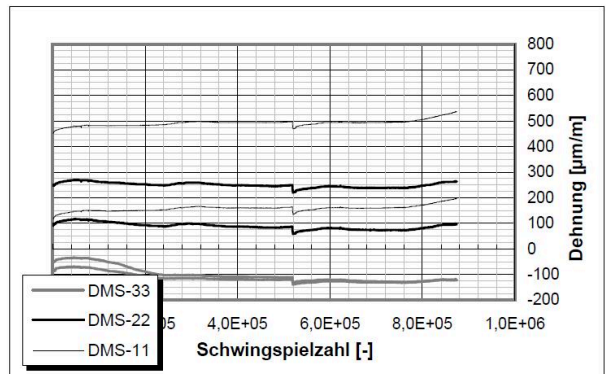
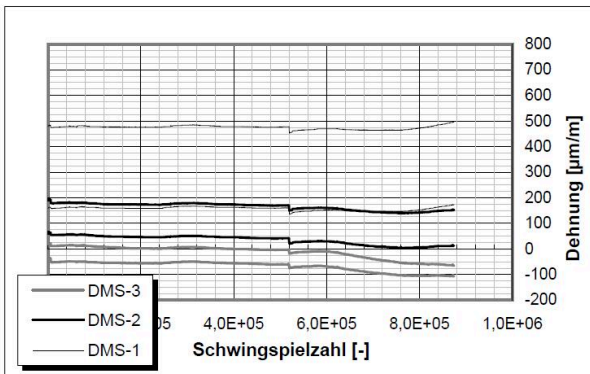
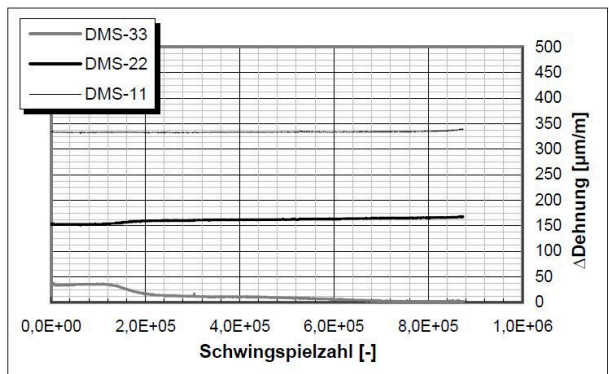
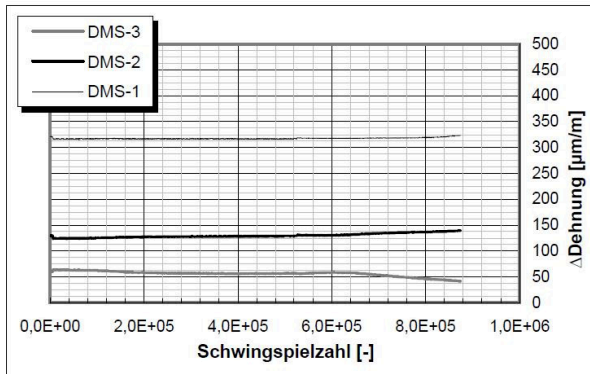
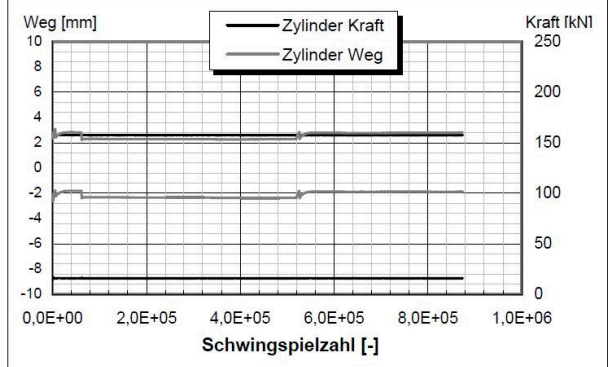
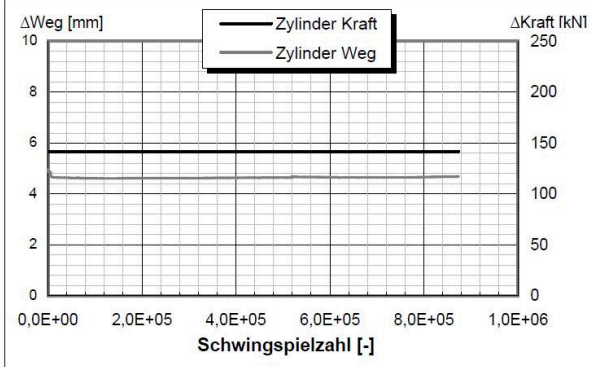




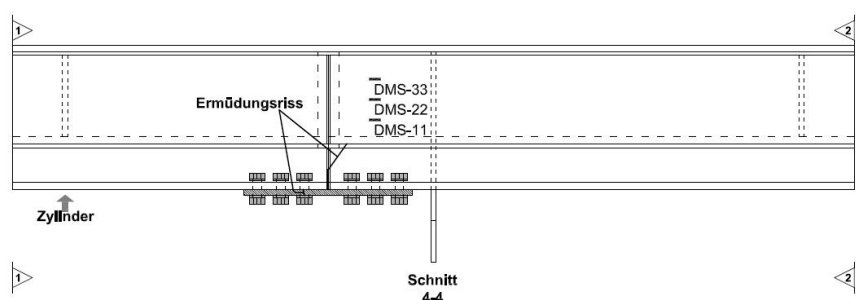
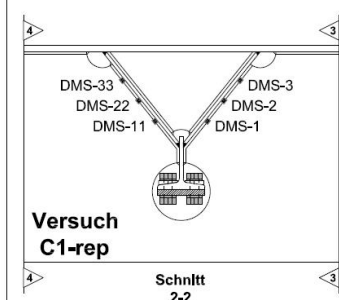
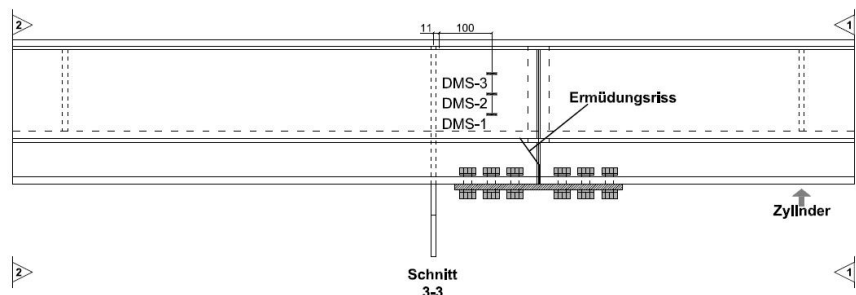
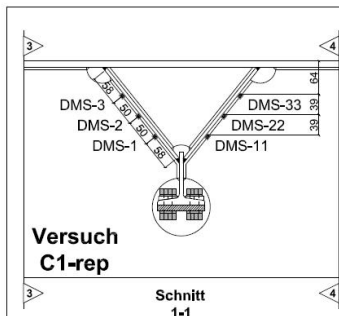
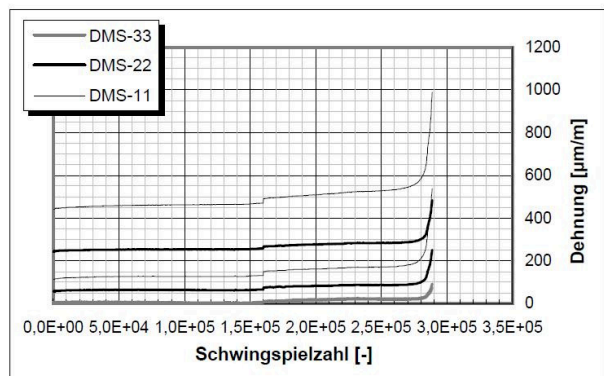
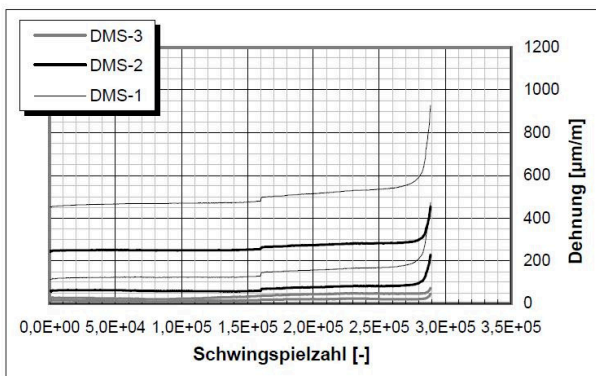
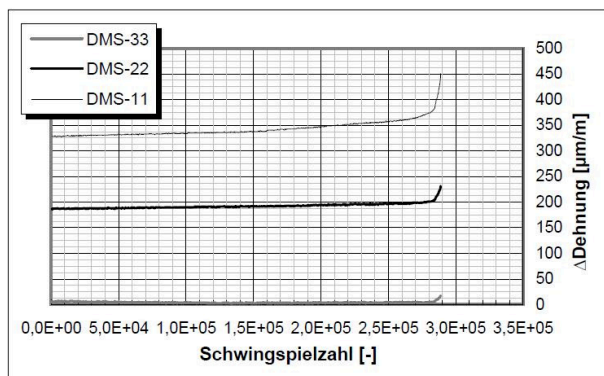
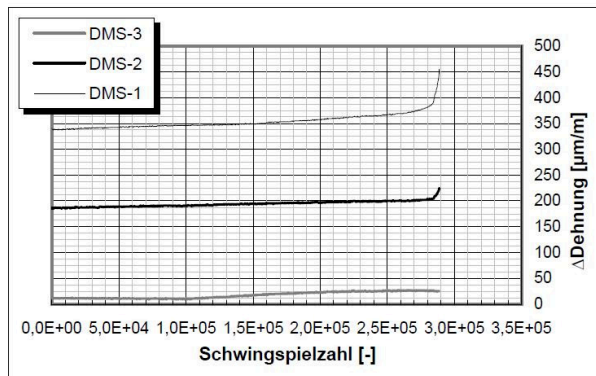
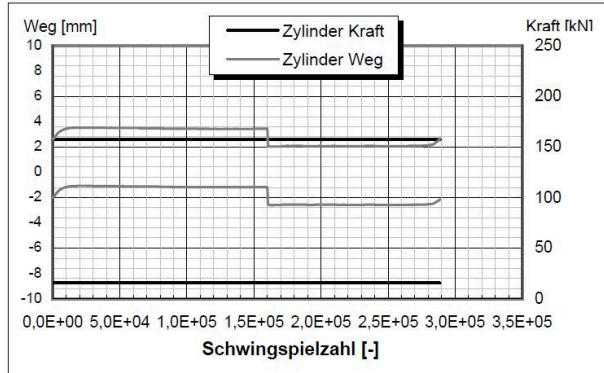
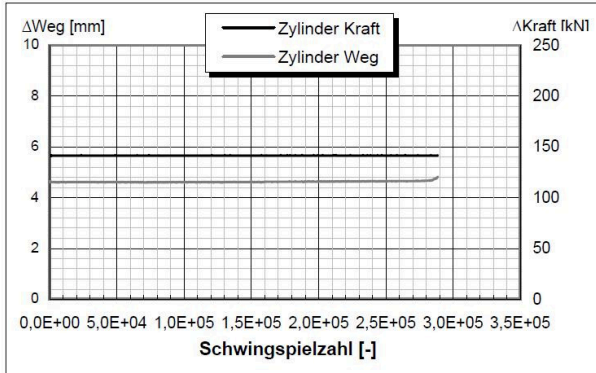
### D.14 Versuch – C2



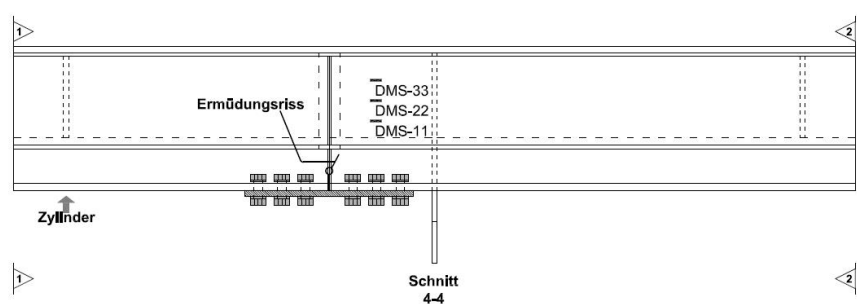
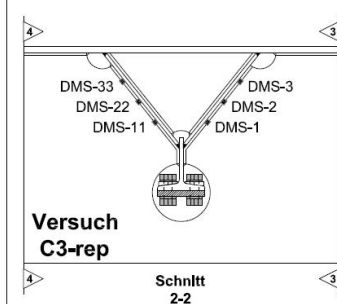
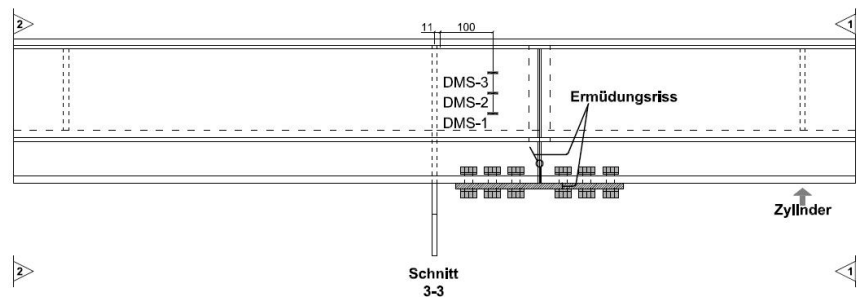
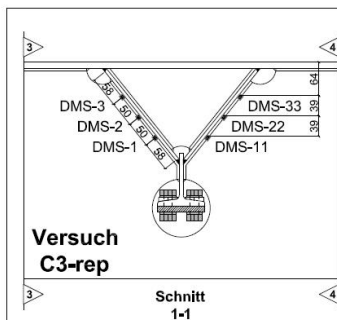
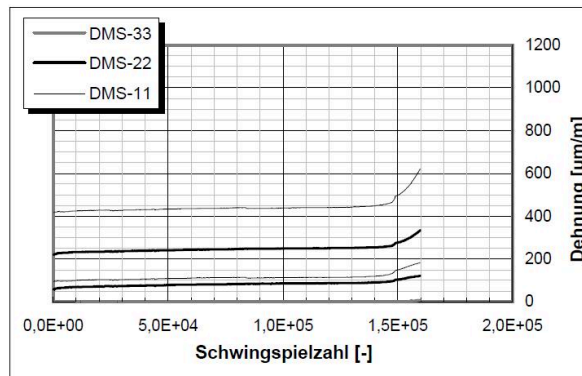
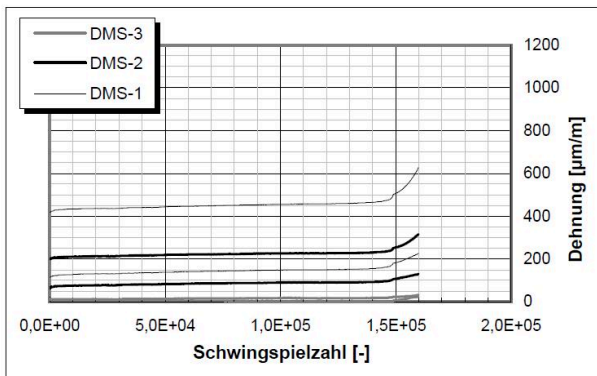
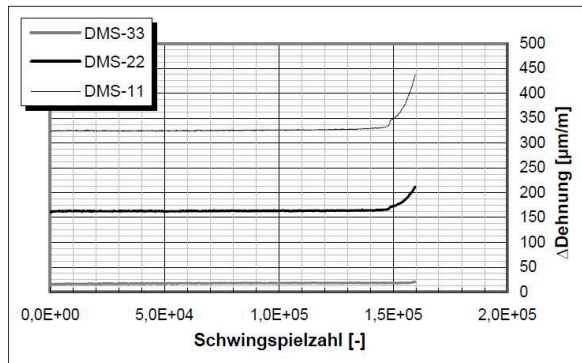
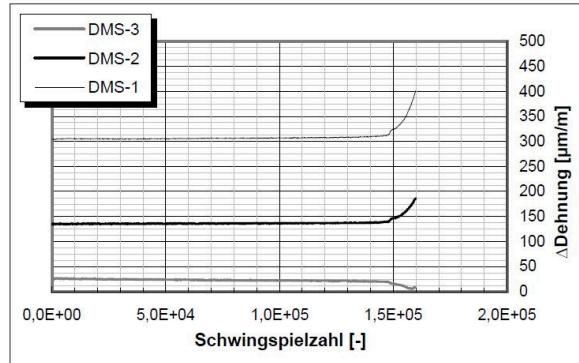
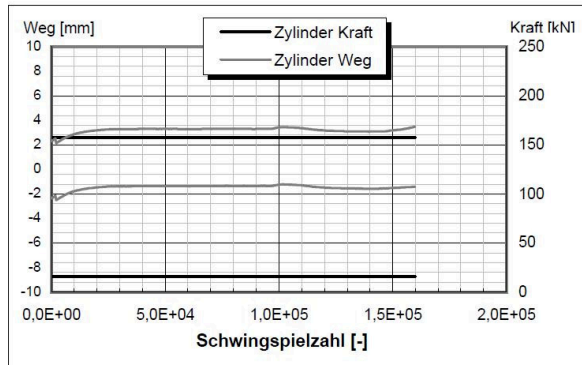
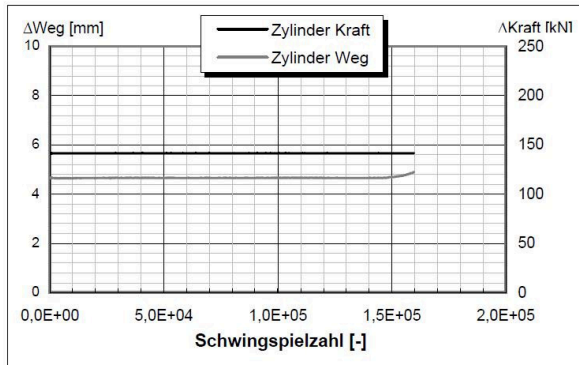
D.15 Versuch – C3



### D.16 Versuch – C1-rep

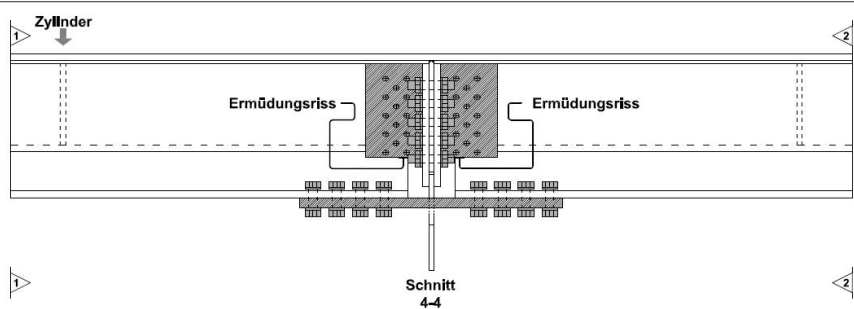
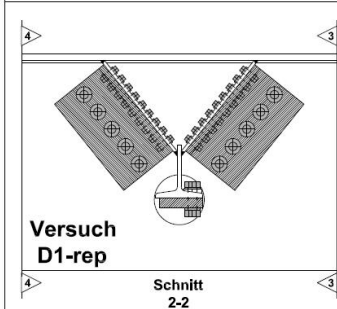
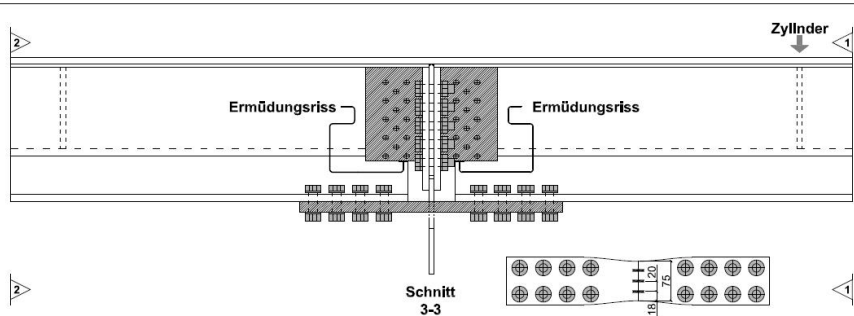
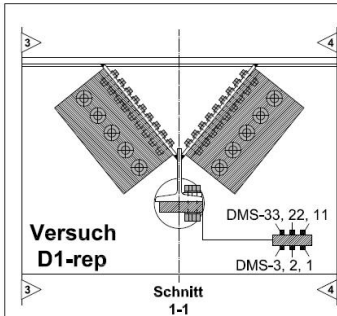
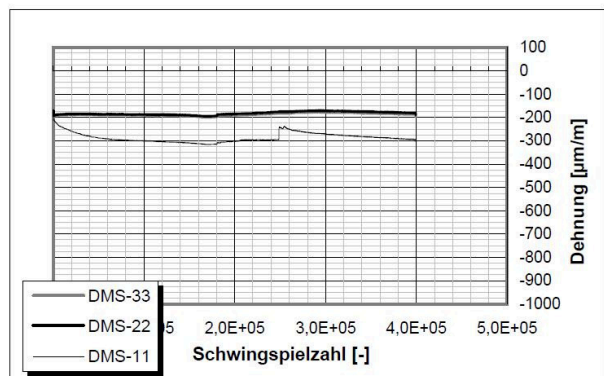
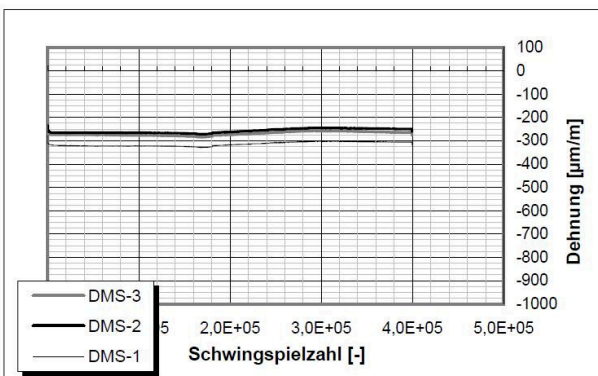
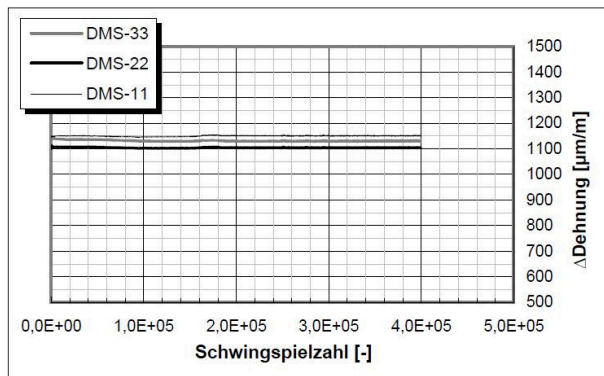
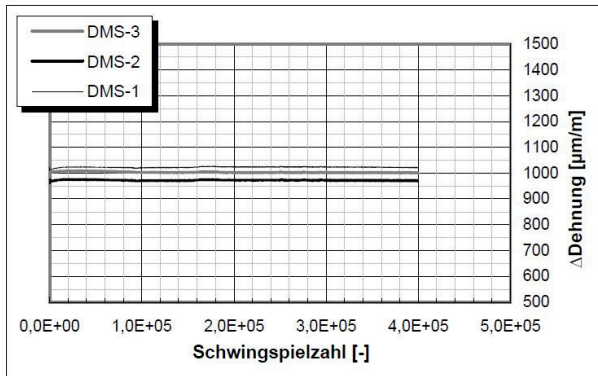
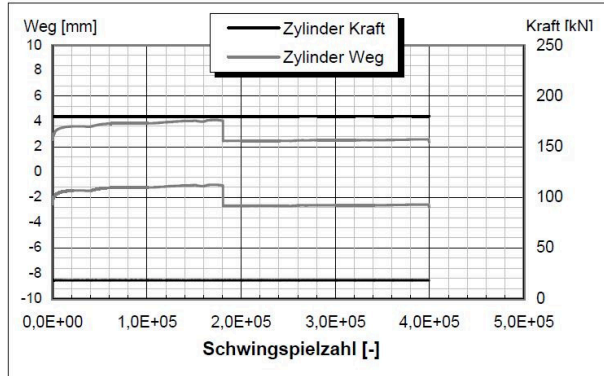
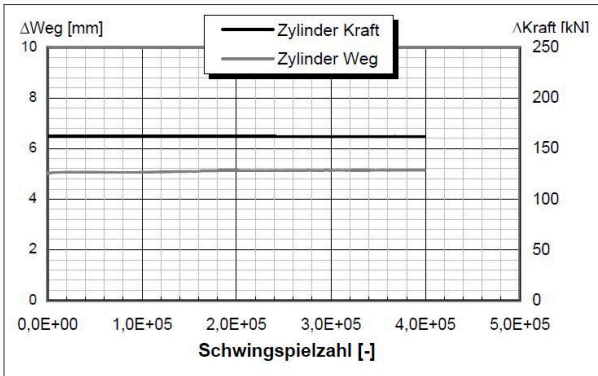


### D.17 Versuch – C3-rep

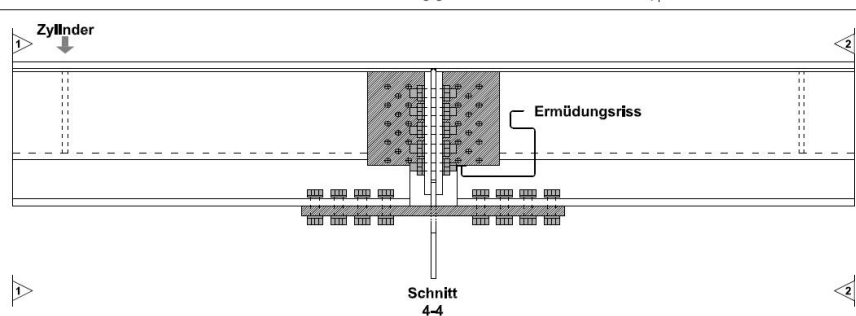
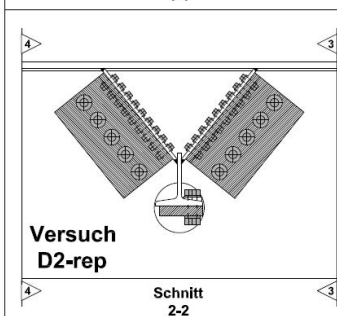
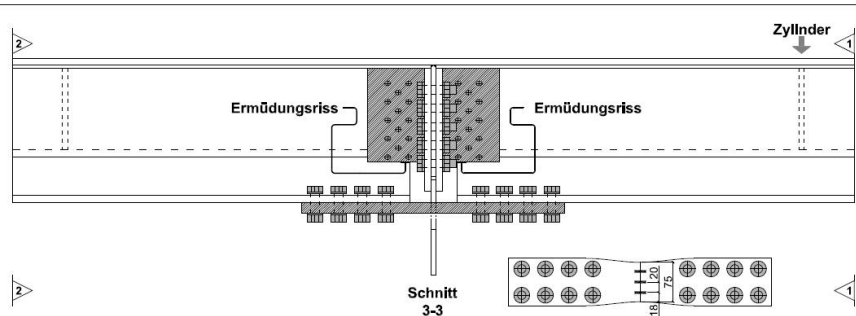
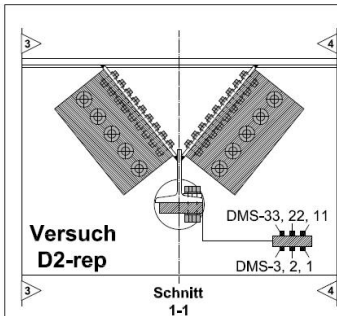
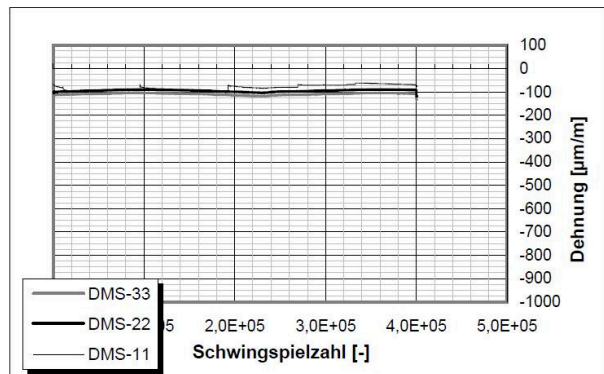
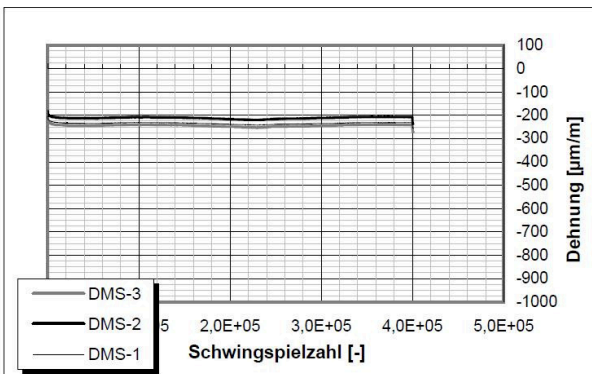
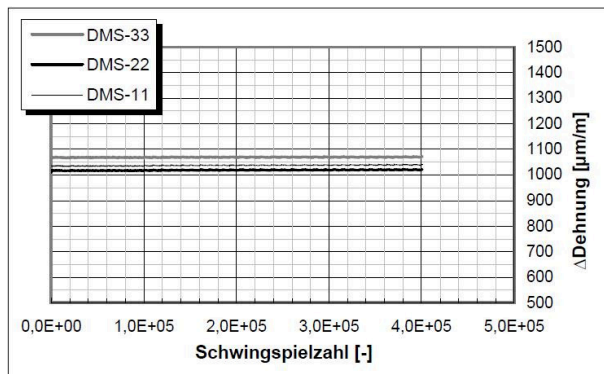
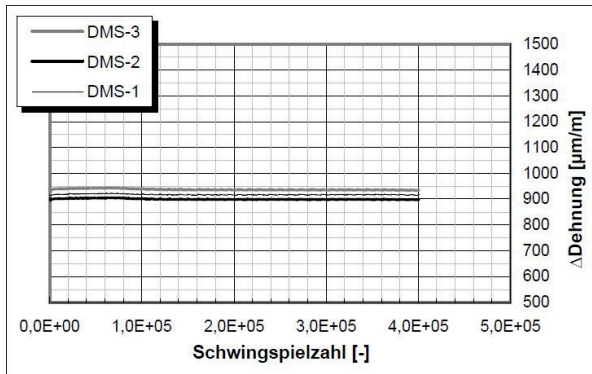
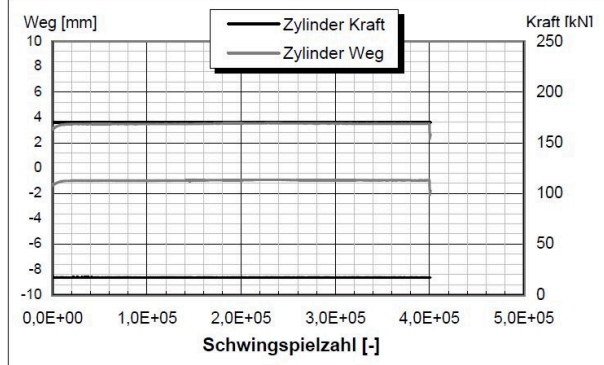
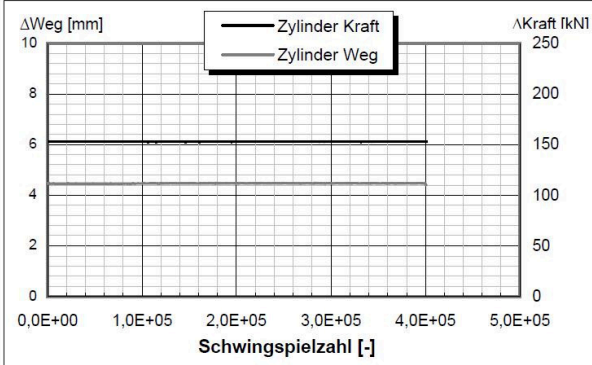




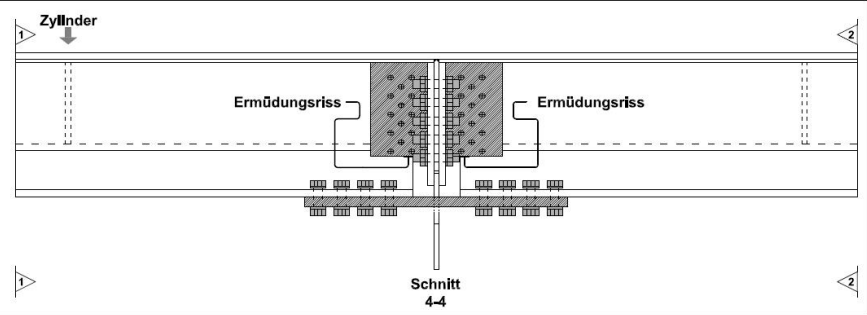
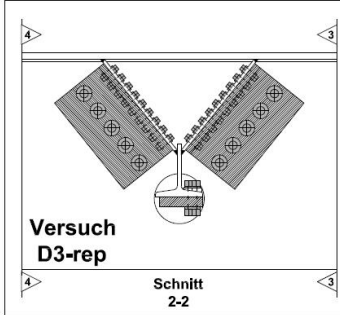
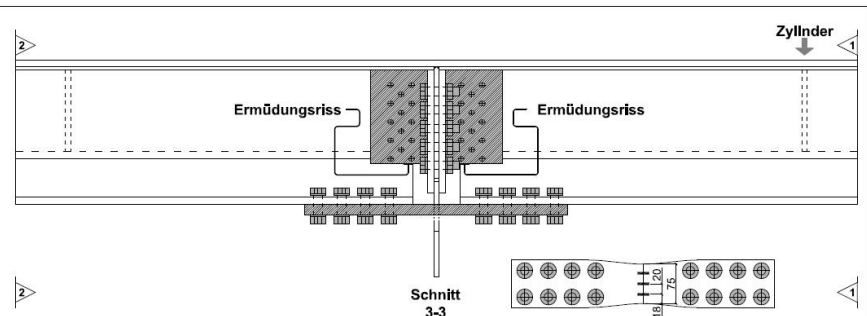
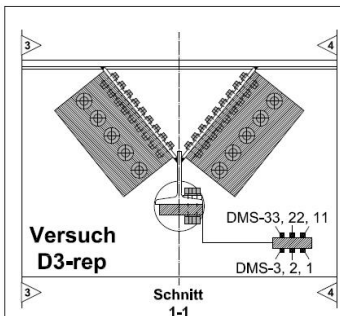
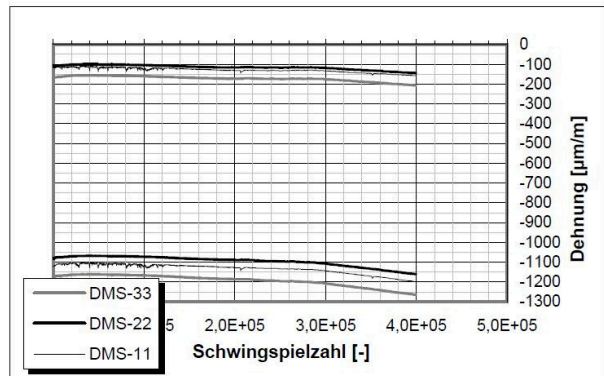
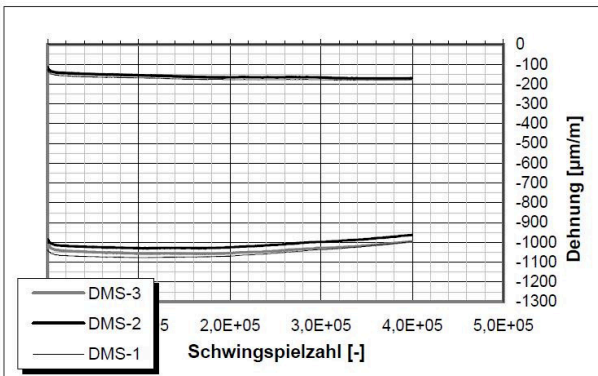
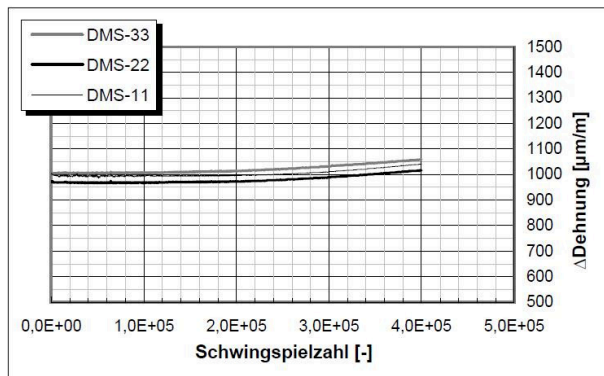
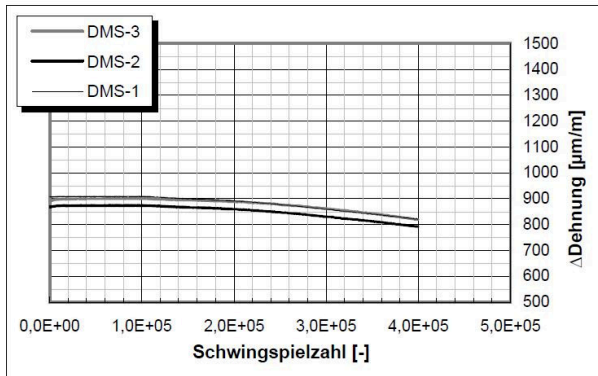
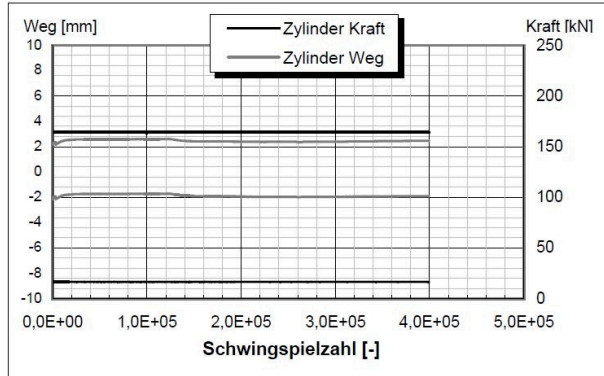
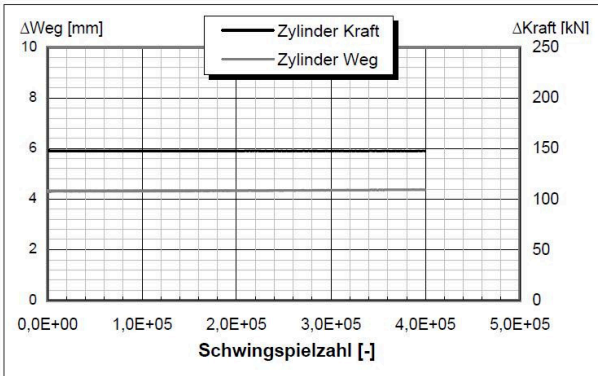
### D.18 Versuch – D1-rep



### D.19 Versuch – D2-rep

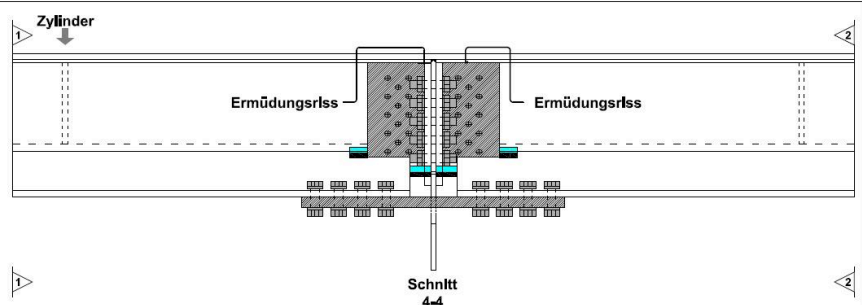
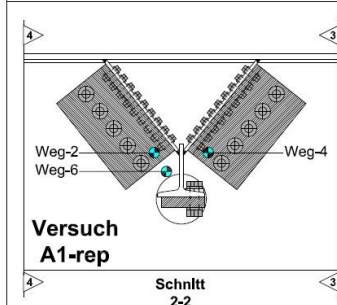
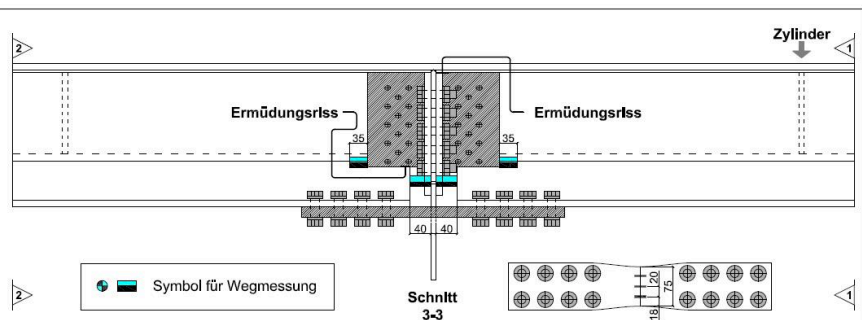
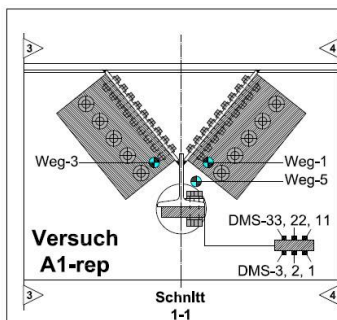
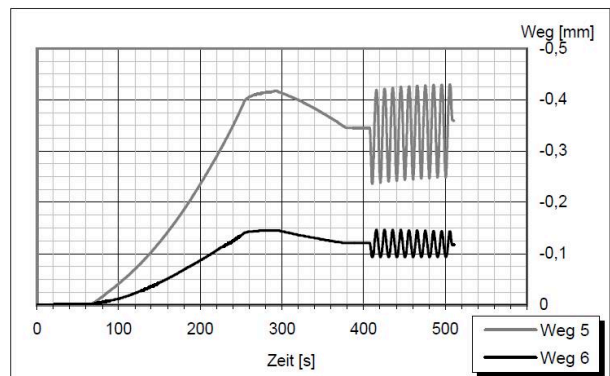
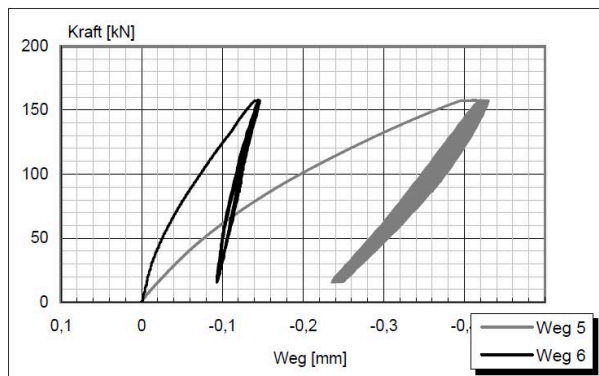
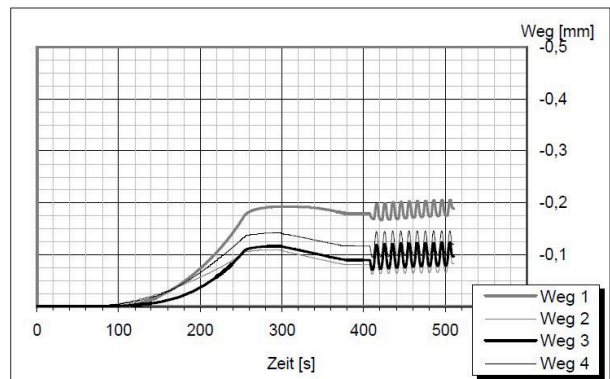
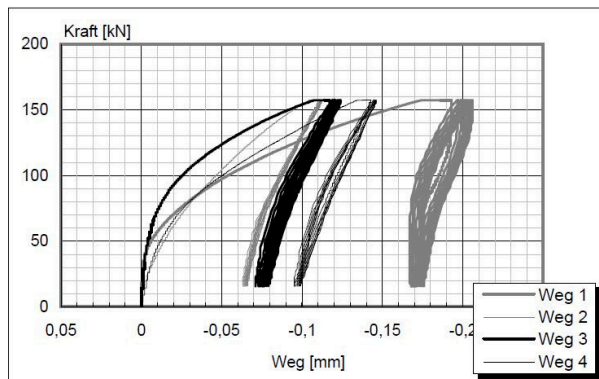
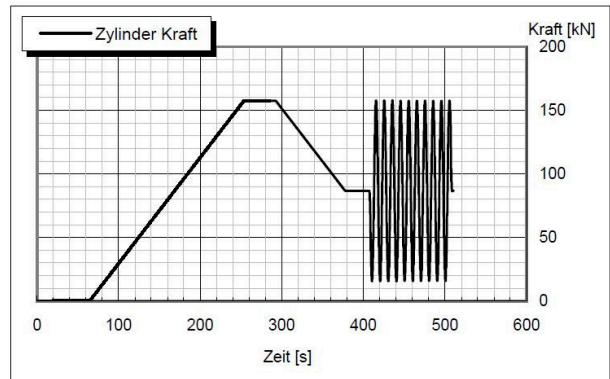
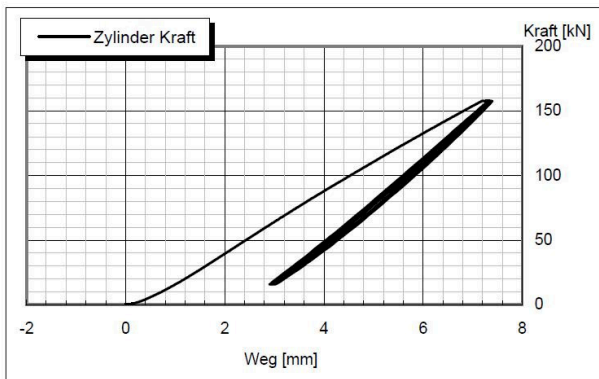


### D.20 Versuch – D3-rep

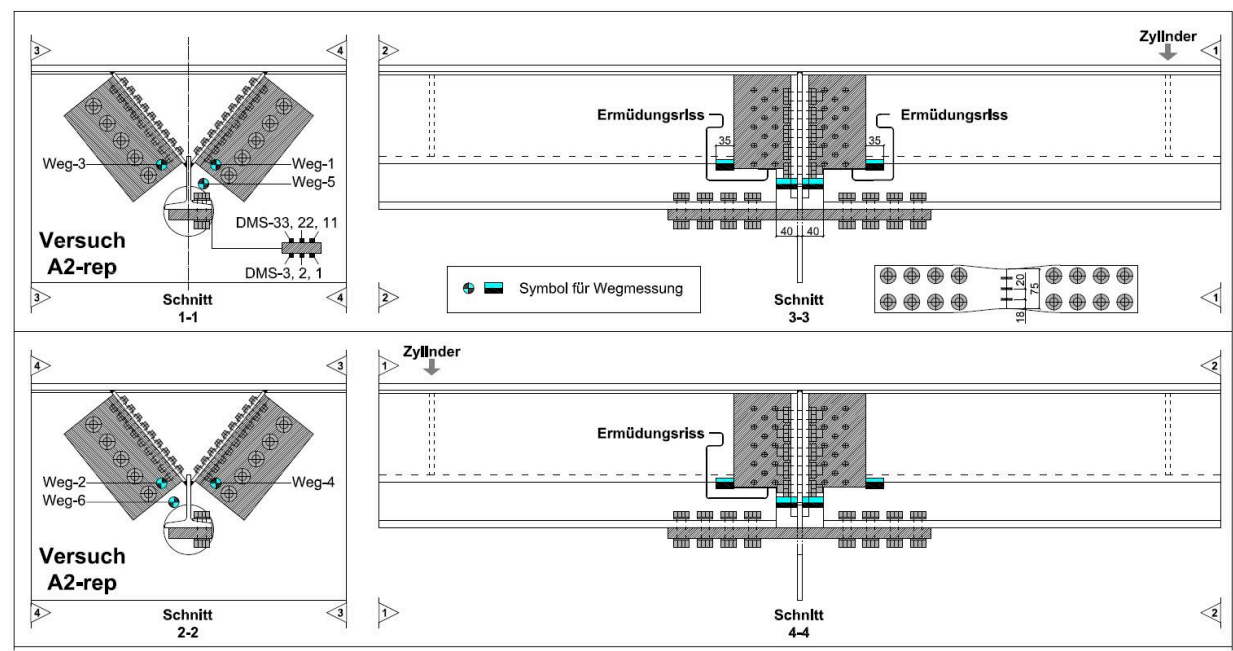
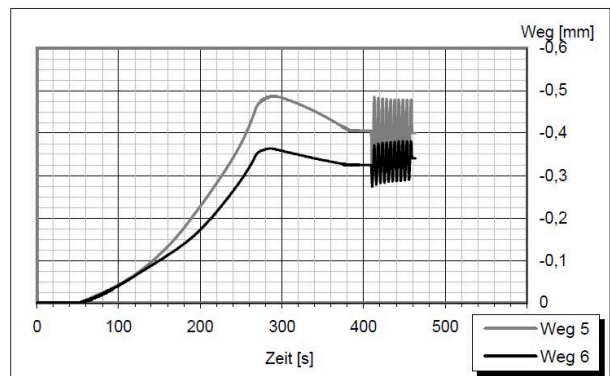
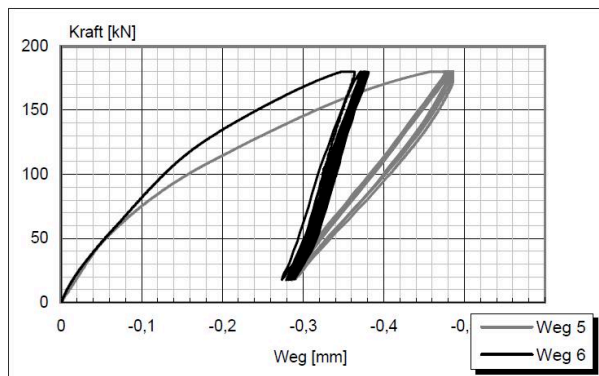
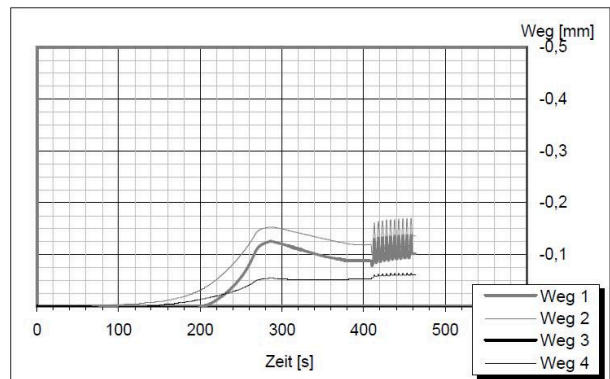
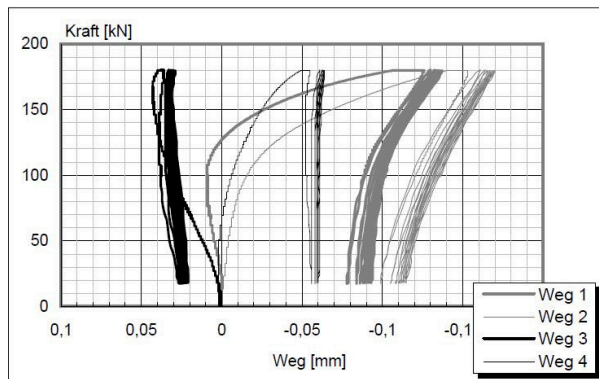
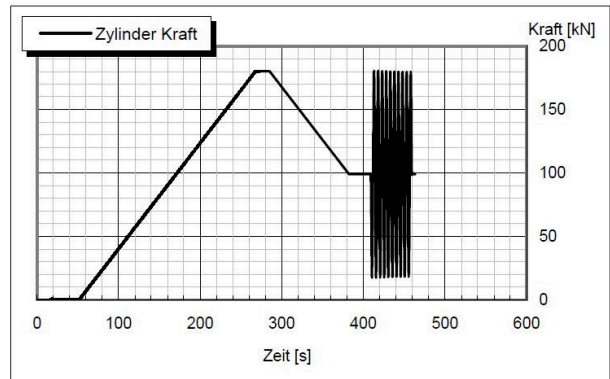


## **E Zusätzliche Wegmessungen**

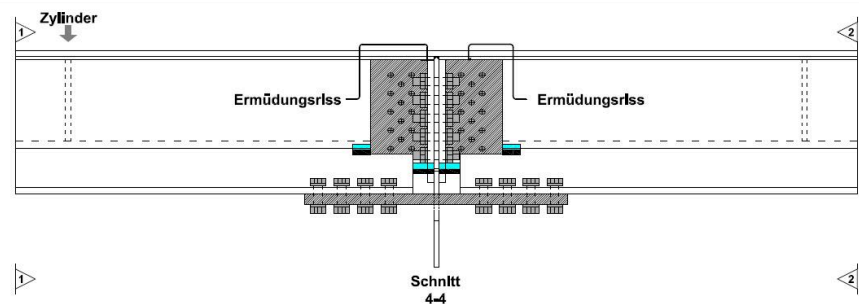
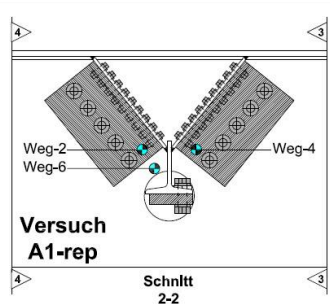
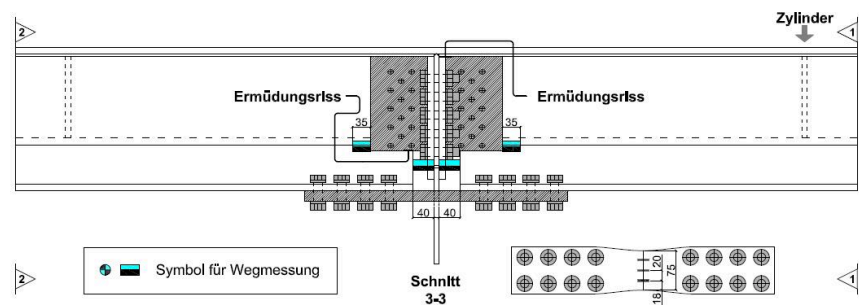
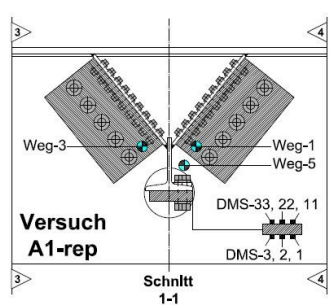
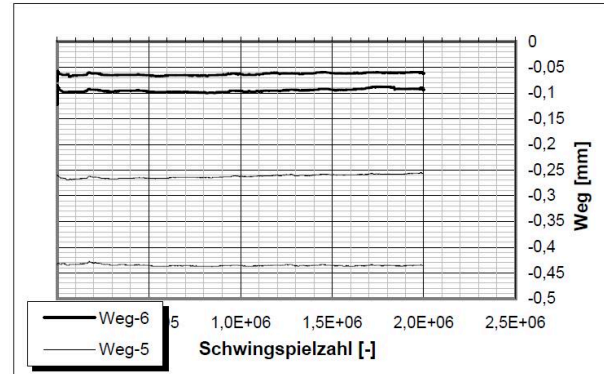
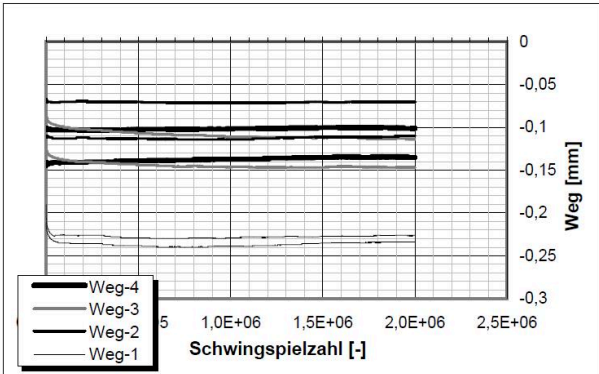
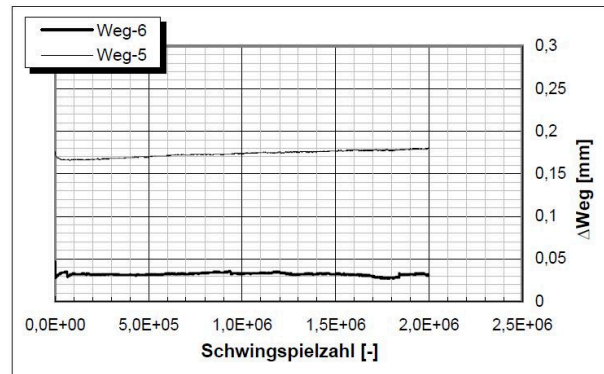
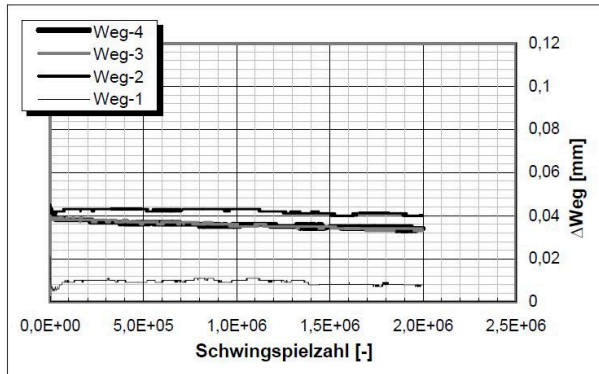
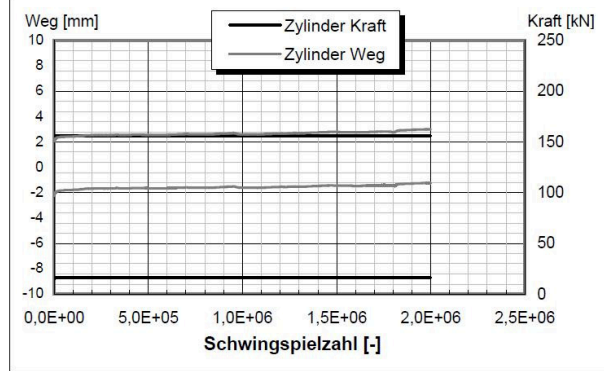
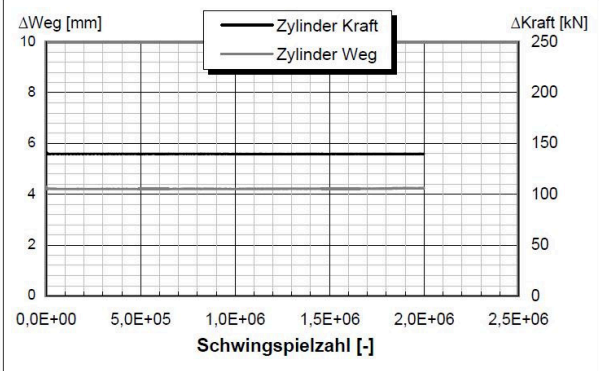
### E.1 Statisch – A1-rep



## E.2 Statisch – A2-rep



### E.3 Ermüdung – A1-rep



### E.4 Ermüdung – A2-rep

