

## **Anhang zum Forschungsbericht (FE:89.0264/2011):**

### **Untersuchungen zur Querkrafttragfähigkeit an einem vorgespannten Zweifeldträger**

**A.1.1 – Position der Regel-DMS auf der Querkraftbewehrung**

**A.1.2 – Position der Referenz-DMS auf der Querkraftbewehrung**

**A.1.3 – Position der DMS auf der Längsbewehrung**

**A.2.1 – Bügel, Dehnungen im DMS**

**A.2.2 – Bügel, Spannungen im DMS**

**A.3.1 – Längsbewehrung, Dehnungen im DMS**

**A.3.2 – Längsbewehrung, Spannungen im DMS**

**A.4.1 – Optische Messung, Kraft-Rissbreiten-Beziehungen**

**A.4.2 – Optische Messung, Rissöffnungspfade**

## ANLAGE A.1.1 – Position der Regel-DMS auf der Querkraftbewehrung

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
1	A	18.0	1.10
	B	28.0	1.10
	C	37.8	1.10
	D	48.0	1.10
2	A	18.0	1.30
	B	28.0	1.30
	C	37.5	1.30
	D	47.5	1.30
3	A	18.0	1.50
	B	27.5	1.50
	C	37.5	1.50
	D	47.3	1.50
4	A	17.3	1.70
	B	27.5	1.70
	C	37.5	1.70
	D	47.5	1.70
5	A	18.0	1.90
	B	28.0	1.90
	C	38.0	1.90
	D	48.4	1.90
6	A	18.0	2.10
	B	27.8	2.10
	C	37.8	2.10
	D	48.4	2.10
7	A	17.7	2.30
	B	27.8	2.30
	C	37.2	2.30
	D	47.5	2.30
8	A	18.5	2.50
	B	28.0	2.50
	C	37.7	2.50
	D	47.7	2.50
9	A	18.5	2.70
	B	28.0	2.70
	C	38.3	2.70
	D	48.0	2.70
10	A	18.5	2.90
	B	28.0	2.90
	C	38.4	2.90
	D	48.3	2.90
11	A	18.5	3.10
	B	28.3	3.10
	C	38.0	3.10
	D	49.0	3.10
12	A	17.5	3.30
	B	27.3	3.30
	C	37.8	3.30
	D	48.1	3.30
13	A	18.0	3.50
	B	28.0	3.50
	C	38.0	3.50
	D	48.0	3.50
14	A	17.5	3.70
	B	27.5	3.70
	C	37.5	3.70
	D	48.0	3.70
15	A	18.0	3.90
	B	28.5	3.90
	C	38.5	3.90
	D	47.5	3.90
16	A	18.5	4.10
	B	28.0	4.10
	C	38.5	4.10
	D	48.3	4.10
17	A	18.0	4.30
	B	27.8	4.30
	C	38.0	4.30
	D	47.5	4.30
18	A	17.5	4.50
	B	27.5	4.50
	C	38.0	4.50
	D	47.4	4.50
19	A	19.5	4.70
	B	28.5	4.70
	C	38.3	4.70
	D	48.2	4.70
20	A	17.5	4.90
	B	27.5	4.90
	C	38.3	4.90
	D	47.3	4.90

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
21	A	17.5	5.10
	B	27.2	5.10
	C	37.5	5.10
	D	47.5	5.10
22	A	17.8	5.30
	B	27.7	5.30
	C	38.0	5.30
	D	48.0	5.30
23	A	17.3	5.50
	B	28.0	5.50
	C	37.4	5.50
	D	47.6	5.50
24	A	18.0	5.70
	B	28.0	5.70
	C	38.0	5.70
	D	47.5	5.70
25	A	18.0	5.90
	B	27.8	5.90
	C	37.9	5.90
	D	47.6	5.90
26	A	17.4	6.10
	B	27.2	6.10
	C	38.0	6.10
	D	47.5	6.10
27	A	17.6	6.30
	B	28.0	6.30
	C	37.4	6.30
	D	47.5	6.30
28	A	17.9	6.50
	B	28.1	6.50
	C	38.0	6.50
	D	48.4	6.50
29	A	17.5	6.70
	B	27.5	6.70
	C	37.9	6.70
	D	47.4	6.70
30	A	17.4	6.90
	B	27.7	6.90
	C	37.4	6.90
	D	47.4	6.90
31	A	17.0	7.10
	B	27.5	7.10
	C	37.5	7.10
	D	47.3	7.10
32	A	17.8	7.30
	B	27.3	7.30
	C	37.0	7.30
	D	47.4	7.30
33	A	17.9	7.50
	B	27.3	7.50
	C	37.6	7.50
	D	47.7	7.50
34	A	17.6	7.70
	B	27.8	7.70
	C	37.6	7.70
	D	47.4	7.70
35	A	17.6	7.90
	B	27.5	7.90
	C	37.5	7.90
	D	47.5	7.90
36	A	18.0	8.10
	B	27.5	8.10
	C	38.2	8.10
	D	48.0	8.10
37	A	18.0	8.30
	B	28.2	8.30
	C	38.0	8.30
	D	48.0	8.30
38	A	18.0	8.50
	B	27.5	8.50
	C	37.8	8.50
	D	48.3	8.50
39	A	17.8	8.70
	B	27.4	8.70
	C	37.0	8.70
	D	47.0	8.70
40	A	18.5	8.90
	B	27.7	8.90
	C	38.7	8.90
	D	49.0	8.90

### ANLAGE A.1.1 – Position der Regel-DMS auf der Querkraftbewehrung (fortgesetzt)

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
41	A	18.0	9.10
	B	27.8	9.10
	C	37.8	9.10
	D	47.8	9.10
42	A	18.2	9.30
	B	27.7	9.30
	C	37.8	9.30
	D	47.6	9.30
43	A	17.5	9.50
	B	27.5	9.50
	C	37.4	9.50
	D	47.6	9.50
44	A	18.3	9.70
	B	27.8	9.70
	C	38.2	9.70
	D	47.9	9.70
45	A	17.8	9.90
	B	27.4	9.90
	C	38.6	9.90
	D	48.2	9.90

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
46	A	17.8	10.10
	B	28.0	10.10
	C	38.0	10.10
	D	47.8	10.10
47	A	17.8	10.30
	B	27.6	10.30
	C	37.7	10.30
	D	47.5	10.30
48	A	17.2	10.50
	B	27.2	10.50
	C	37.6	10.50
	D	47.0	10.50
49	A	17.2	10.70
	B	27.3	10.70
	C	37.5	10.70
	D	47.5	10.70
50	A	17.3	10.90
	B	27.0	10.90
	C	37.1	10.90
	D	47.5	10.90

### ANLAGE A.1.2 – Position der Referenz-DMS auf der Querkraftbewehrung

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Bügel [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
R11	A	17.8	3.10
	B	27.5	3.10
	C	37.8	3.10
	D	47.5	3.10
R12	A	18.0	3.30
	B	27.5	3.30
	C	37.5	3.30
	D	47.8	3.30
R13	A	18.0	3.50
	B	28.0	3.50
	C	38.0	3.50
	D	47.5	3.50
R17	A	17.3	4.30
	B	27.5	4.30
	C	37.5	4.30
	D	47.5	4.30
R19	A	18.0	4.70
	B	28.0	4.70
	C	38.0	4.70
	D	48.4	4.70
R21	A	18.0	5.10
	B	27.8	5.10
	C	37.8	5.10
	D	48.4	5.10

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Bügel [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
R23	A	17.7	5.50
	B	27.8	5.50
	C	37.2	5.50
	D	47.5	5.50
R28	A	18.5	6.50
	B	28.0	6.50
	C	37.7	6.50
	D	47.7	6.50
R32	A	18.5	7.30
	B	28.0	7.30
	C	38.3	7.30
	D	48.0	7.30
R38	A	18.5	8.50
	B	28.0	8.50
	C	38.4	8.50
	D	48.3	8.50
R40	A	18.5	8.90
	B	28.3	8.90
	C	38.0	8.90
	D	49.0	8.90

### ANLAGE A.1.3 – Position der DMS auf der Längsbewehrung

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
1	LO	76	1.10
	LU	5	1.10
2	LO	76	1.90
	LU	5	1.90
3	LO	76	2.90
	LU	5	2.90

DMS-Bezeichnung		Position der Messstelle	
Nummer	Stelle	Abstand von UK Träger [cm]	Abstand von Stirnseite des Trägers in Feld 1 [m]
4	LO	76	3.90
	LU	5	3.90
5	LO	76	4.90
	LU	5	4.90
6	LO	76	5.90
	LU	5	5.90



**ANLAGE A.2.1 – Bügel, Dehnungen im DMS, gemessen für Laststufen 1400kN, 1541kN, 1650kN, 1743kN, 1890kN**

**Laststufe 1400kN**

Bügel	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
Dehnung im DMS	54	1196	3310	1742	1494	2583	-22	-53	-50	1656	831	470	1	4	33	29	-27	-21	-12	6	39	115	211	1294	523	27	231	1288	2221	660	60	10	-20	50	0	50	30	20	0	410	1230	2280	220	-160	80	1690	2060	3120	920	410	30	
[10000%]	985	2536	1797	1976	4883	2602	15	-81	534	1293	1722	1272	1	4	33	29	-27	-21	-12	6	39	115	211	1294	523	27	231	1288	2221	660	60	10	-20	50	0	50	30	20	0	190	1590	2630	780	-10	-180	20	4190	1690	2480	2040	1190	20
max. Dehnung	2101	2017	2528	3278	1272	400	292	-81	772	1097	2345	2761	218	-32	10	-9	3	20	26	38	21	6	195	117	-151	189	-1	51	30	0	50	10	60	40	500	30	1250	3910	2600	950	280	-150	340	880	1650	1440	1030	1950	180			
	2530	1157	1393	1521	975	129	118	-31	227	315	715	171	366	-20	-11	13	18	18	38	44	50	67	43	57	-158	-257	6	100	109	66	-10	40	-20	10	450	1590	1040	1000	1040	-100	-10	310	380	1720	1310	850	2790	230				
	2530	2636	3310	3278	4883	2583	292	-31	772	1656	2345	2761	366	20	33	29	21	20	38	44	115	211	1294	540	117	231	1288	2221	660	60	10	50	50	70	60	500	450	1500	3610	2630	2280	260	-10	340	4180	2060	3120	10310	2790	230		

**Laststufe 1541kN**

Bügel	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Dehnung im DMS	305	1403	5683	2171	1655	3051	13	-29	75	3321	1615	1751	483	19	41	43	-46	-4	9	62	452	767	1709	728	8	253	1348	3393	1930	1620	60	30	120	0	50	70	800	1780	2570	2660	370	-210	210	2030	3120	5060	1170	800	50	
[10000%]	1492	3624	2118	2384	6585	3193	101	-67	689	1639	8001	3263	1443	580	59	55	-22	-23	23	31	28	45	697	749	-70	-140	1136	1115	1690	220	20	70	80	120	110	480	0	2280	5120	5880	1100	-220	70	5850	2110	3290	2610	1600	550	
max. Dehnung	5617	1582	1693	1943	1289	292	179	-21	348	582	1074	1331	2793	8106	-13	18	21	16	37	42	52	69	46	89	-166	-263	0	160	116	70	30	40	10	10	2260	1370	2870	1490	1250	1200	-90	30	410	630	2070	1750	1120	6710	1940	
	5617	3824	5683	4422	6585	3193	406	-21	941	3321	8001	7301	7090	8106	59	55	46	20	37	62	452	767	1709	749	141	253	1348	3393	1930	1620	60	70	120	110	2260	3370	3120	5780	5880	2680	370	30	420	5850	3120	5060	17990	6710	1940	

**Laststufe 1650kN**

Bügel	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Dehnung im DMS	486	1527	8566	2405	1975	3673	69	-68	133	3594	3549	1994	895	25	-18	-13	-22	-74	15	348	1472	1026	1889	820	-52	212	1442	3683	2590	2200	150	90	470	X	2120	5090	3760	2700	3320	1930	3680	660	-320	540	2770	7090	1320	1270	1050	350
[10000%]	1727	4690	2460	3356	9841	4156	132	-116	753	1850	7833	7029	1609	837	68	35	-62	-92	-4	7	217	748	1285	885	-128	-220	1277	1787	2200	440	280	320	1230	939	669	606	X	2650	7540	5850	1220	-290	160	1030	2440	5010	2880	1700	940	
max. Dehnung	19317	4690	8566	7832	1941	4156	433	-63	1039	3584	7833	7375	16787	6680	68	35	-22	-65	15	348	1472	1026	1889	885	103	212	1442	3683	2590	2200	6680	18190	18220	18730	4690	6060	8750	3470	7240	5850	1320	460	100	530	10210	4990	5970	14010	8010	2610

**Laststufe 1743kN**

Bügel	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Dehnung im DMS	556	1593	10396	2559	1925	4930	103	-51	259	5793	X	2288	2155	1634	1382	1251	597	849	2634	2111	1781	2706	1699	2343	1078	-66	295	1705	4465	3650	3700	5160	7240	13310	X	2980	4990	3390	2900	3650	5880	4210	790	-300	910	3090	7780	1370	1440	740
[10000%]	1953	4890	2670	4079	1079	4567	204	-114	941	2142	7942	1966	1822	8270	2460	394	596	1664	2189	1942	1729	1453	1076	-135	-230	1394	2533	3410	6790	1740	1830	2090	6260	8090	9596	X	3540	6160	5890	1350	90	270	310	11960	2570	5330	2970	2000	1410	
max. Dehnung	6704	3358	6119	12337	1901	722	519	-177	1259	1937	4409	7633	8946	2501	1184	X	1453	332	550	1014	1748	604	1186	1104	103	-139	2019	3799	6547	1590	1590	1550	5110	5370	2180	2280	1128	4060	6330	4500	1520	190	-30	700	1260	4530	2240	8750	14260	6440
	1924	4890	10396	12337	1901	4630	519	-47	1259	5793	7942	13960	8946	10320	2460	6047	2084	1739	2189	2106	1729	2031	1104	103	257	2019	4462	6547	8790	16790	8120	10590	6370	8090	9596	11280	4400	1940	1530	1500	-40	100	690	1230	2970	2640	2010	6090	4570	

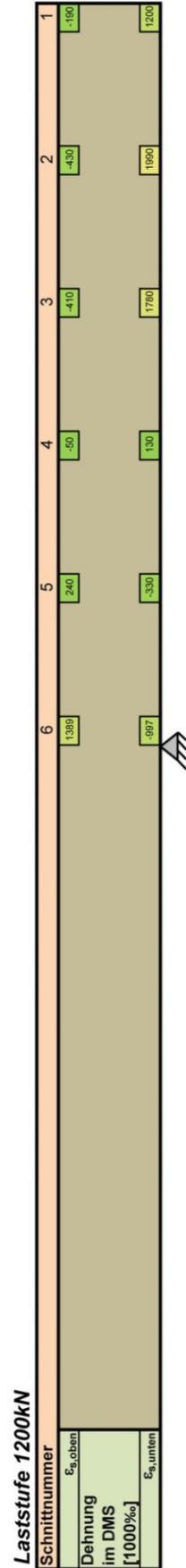
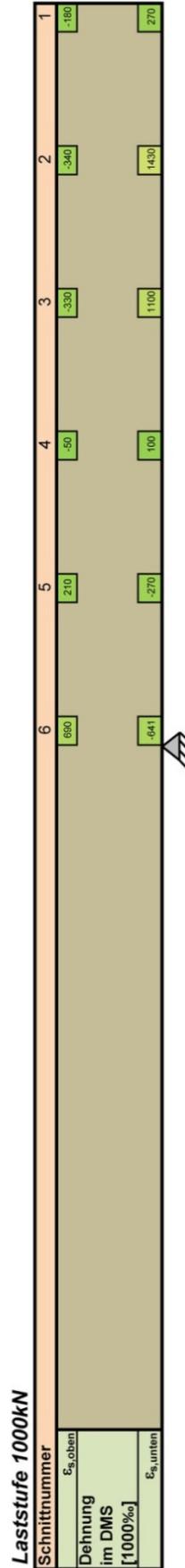
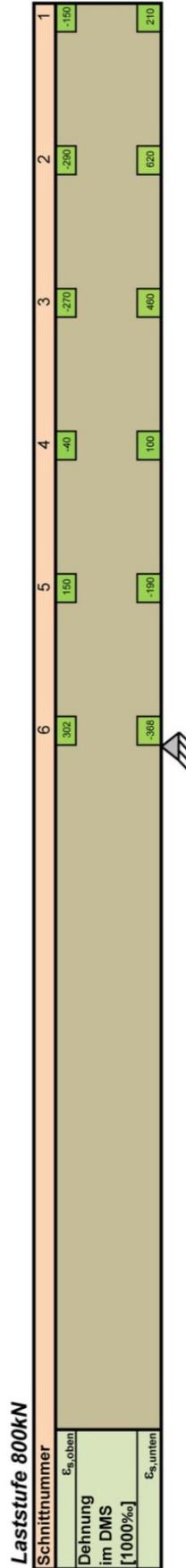
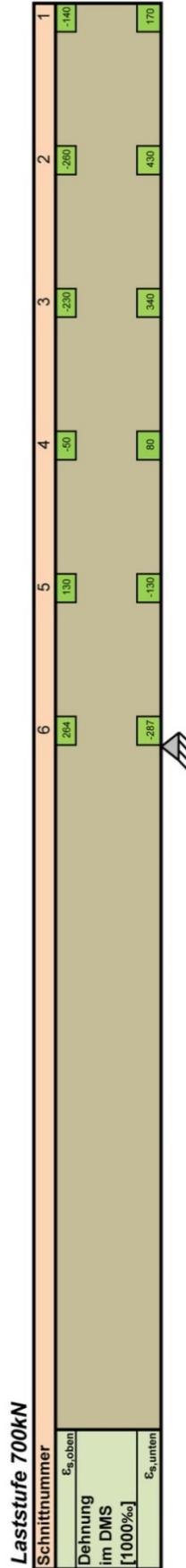
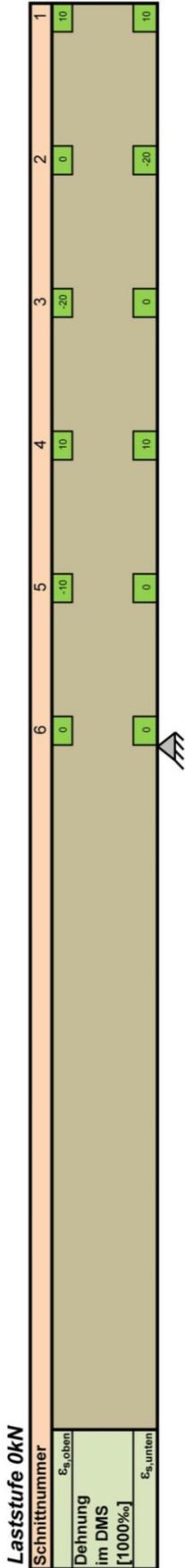
**Laststufe 1890kN**

Bügel	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Dehnung im DMS	677	1827	10441	2772	2295	6014	158	-51	406	7496	6333	2367	2297	7598	1503	1597	849	2634	2111	1781	2706	1699	2343	1078	-66	295	1705	4465	3650	3700	5160	7240	13310	X	2980	4990	3390	2900	3650	5880	4210	790	-300	910	3090	7780	1370	1440	740		
[10000%]	2227	1007	2733	9648	9542	4927	334	-125	1134	2535	7967	5112	1849	1833	5175	3795	678	1962	2047	2000	1314	2108	1672	1255	-127	-239	1423	2384	3540	5020	1860	2060	2150	6690	8090	9510	X	4070	6610	5940	1440	90	230	480	1190	2690	5360	4440	2800	1860	
max. Dehnung	14881	10287	10441	14862	9542	6014	734	26	1513	7496	7967	8551	8129	7598	5175	10728	1500	2634	2111	2000	2706	2106	2343	1309	187	295	1985	4465	7075	5020	6860	7840	13310	13310	6370	8090	9510	6240	6560	14010	3680	4210	790	200	910	11670	7780	14300	9270	6790	9460

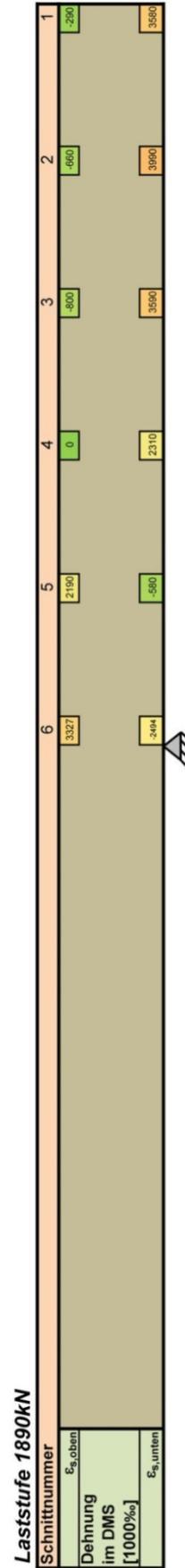
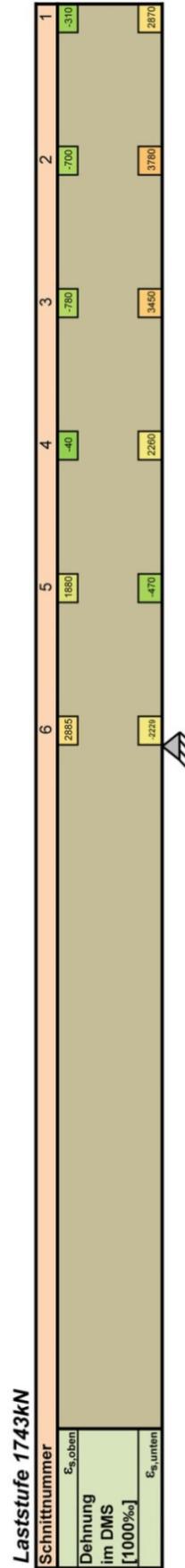
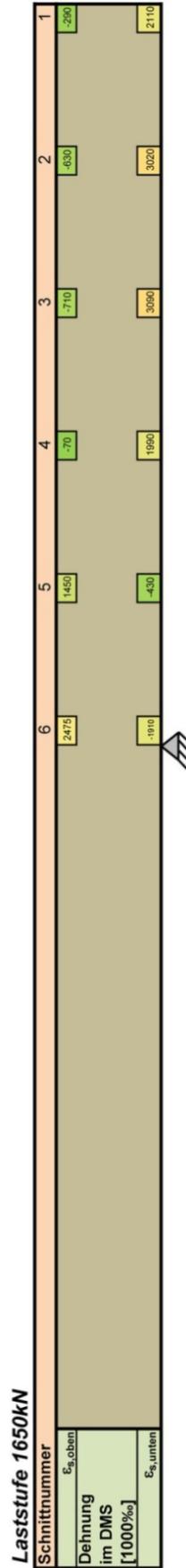
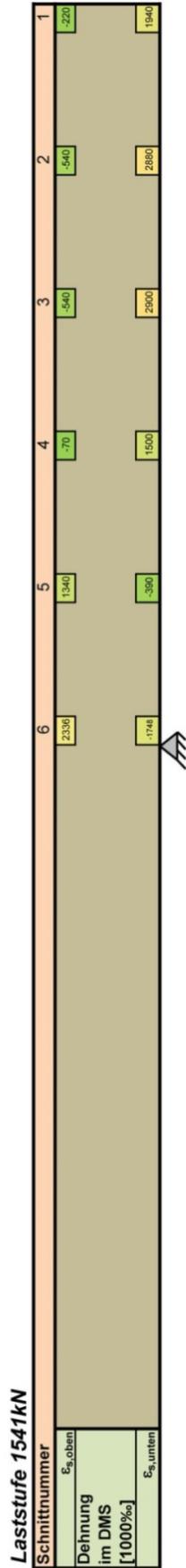
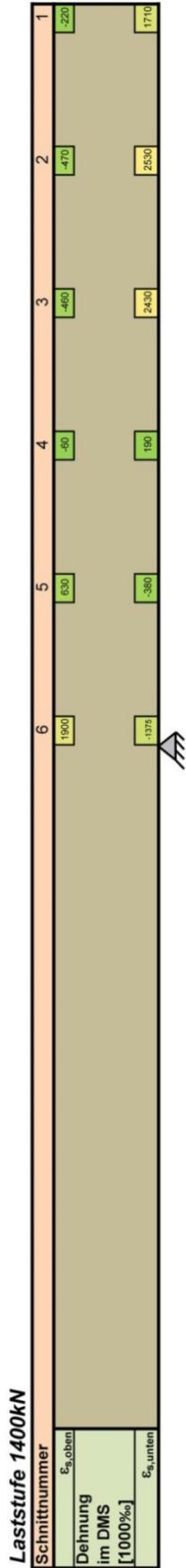




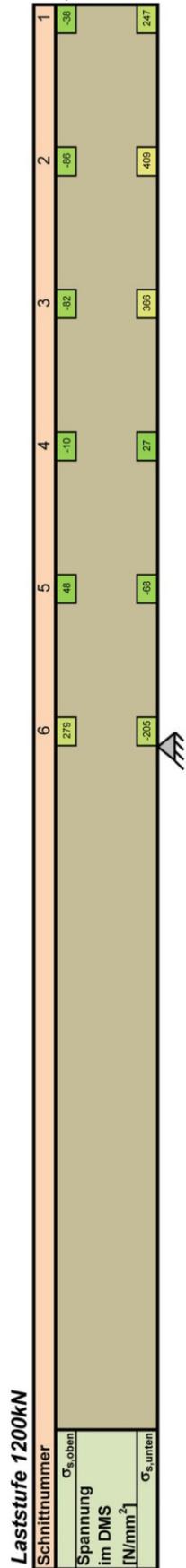
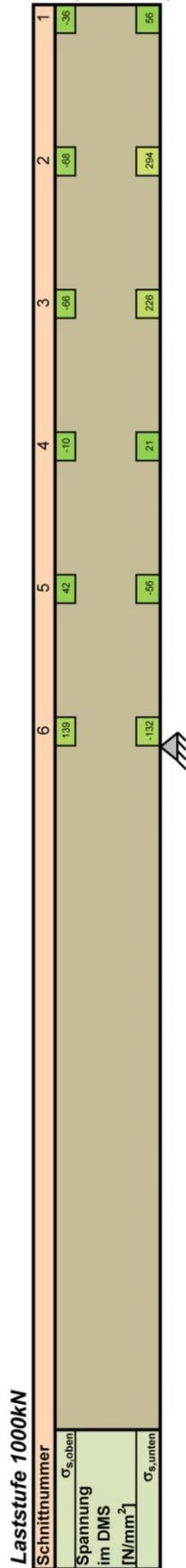
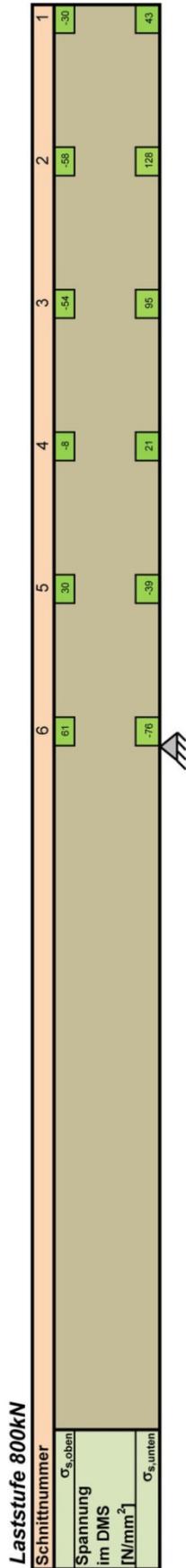
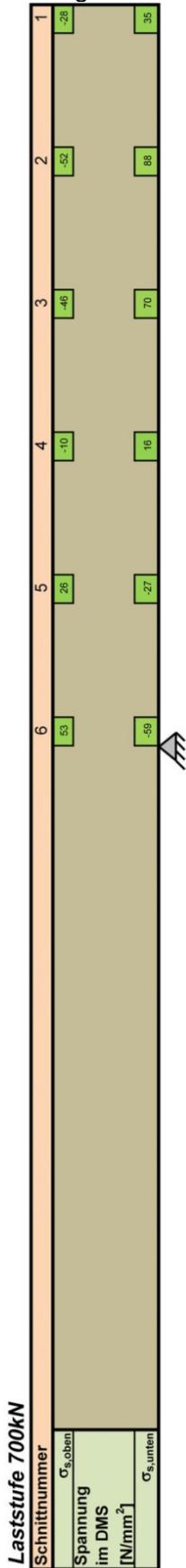
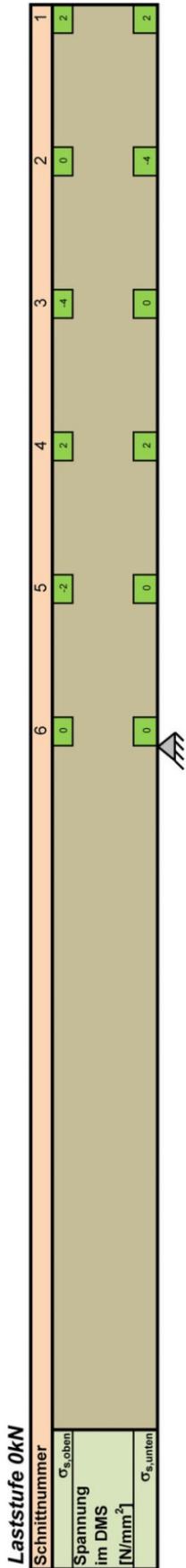
**ANLAGE A.3.1 – Längsbewehrung, Dehnungen im DMS,**  
gemessen für Laststufen 0kN, 700kN, 800kN, 1000kN, 1200kN



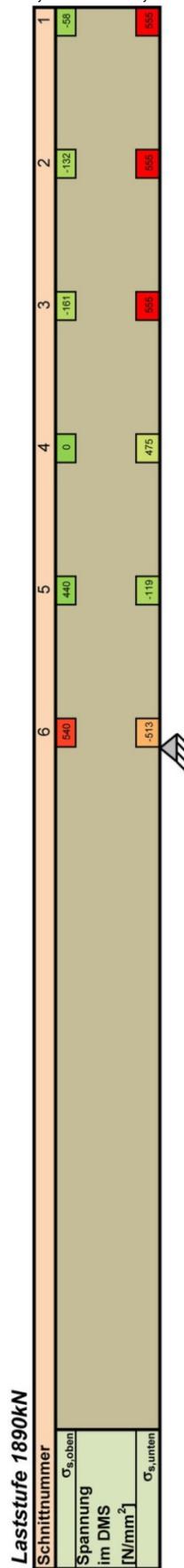
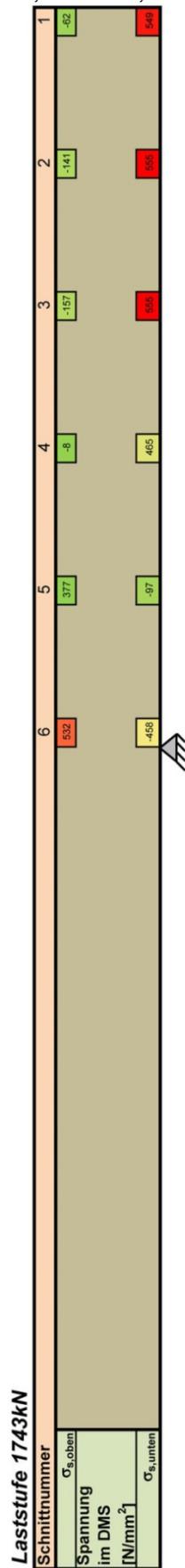
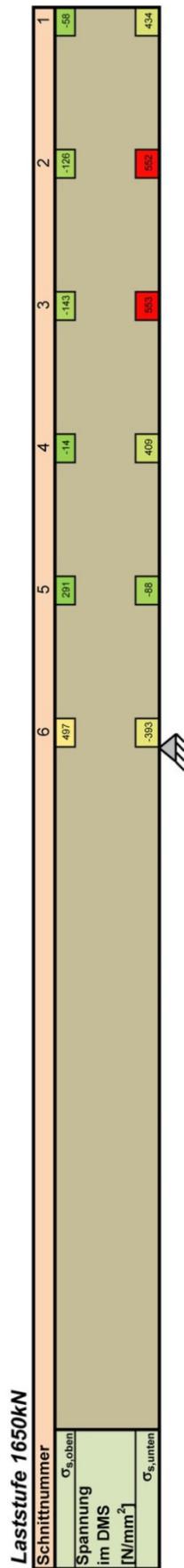
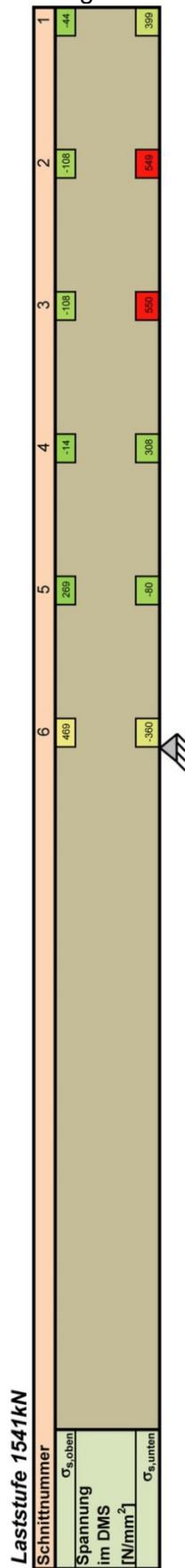
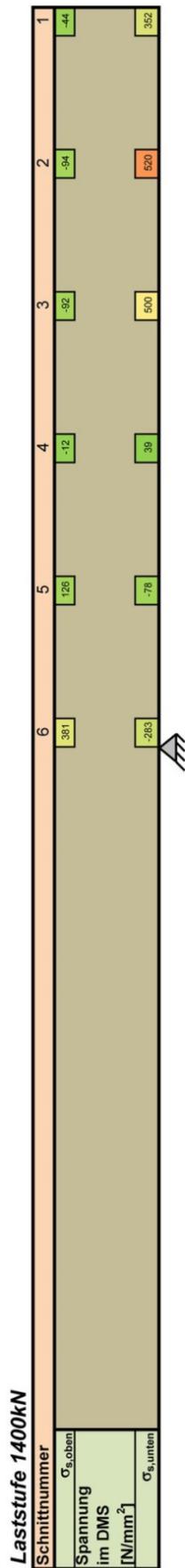
**ANLAGE A.3.1 – Längsbewehrung, Dehnungen im DMS,**  
gemessen für Laststufen 1400kN, 1541kN, 1650kN, 1743kN, 1890kN



**ANLAGE A.3.2 – Längsbewehrung, Spannungen im DMS,**  
 ausgewertet für Laststufen 0kN, 700kN, 800kN, 1000kN, 1200kN

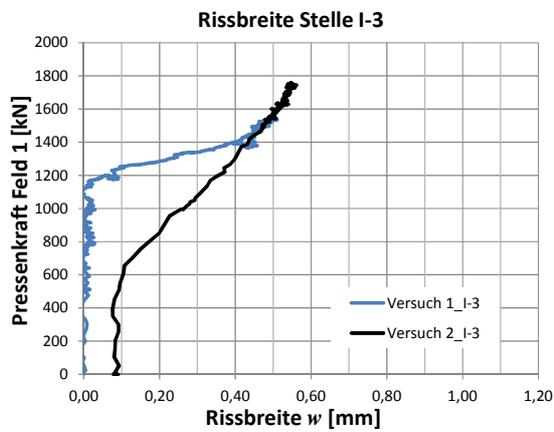
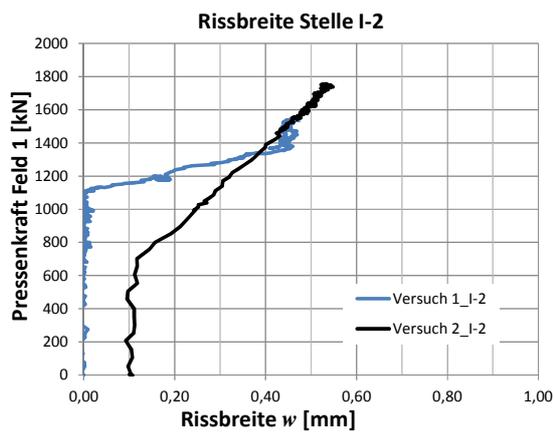
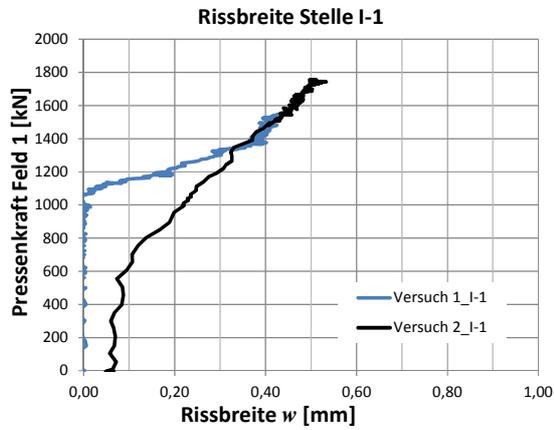


**ANLAGE A.3.2 – Längsbewehrung, Spannungen im DMS,**  
 ausgewertet für Laststufen 1400kN, 1541kN, 1650kN, 1743kN, 1890kN



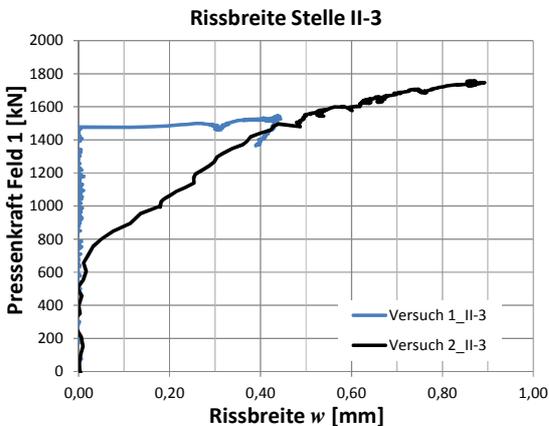
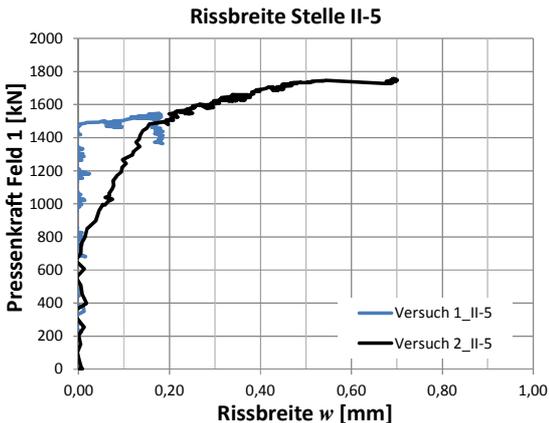
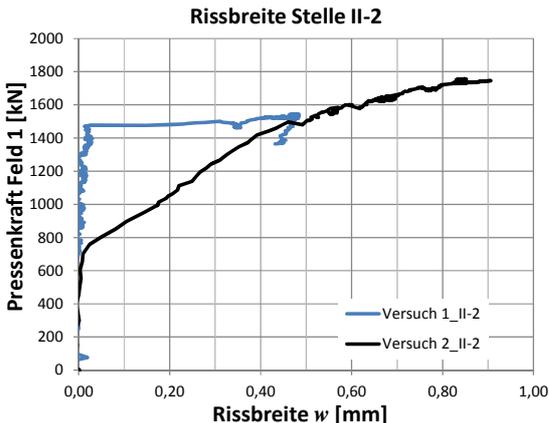
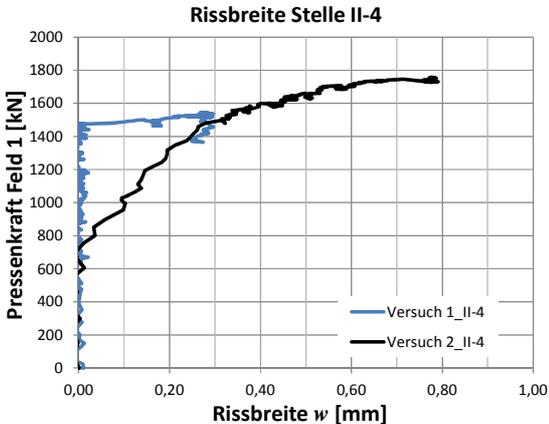
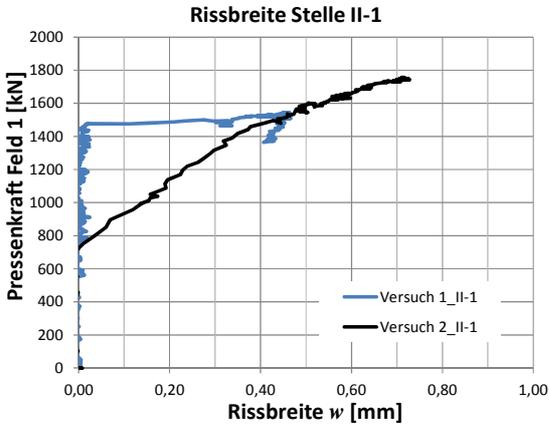
# ANLAGE A.4.1 – Optische Messung, Kraft-Rissbreiten-Beziehungen

## Kraft-Rissbreiten-Beziehungen in Riss I



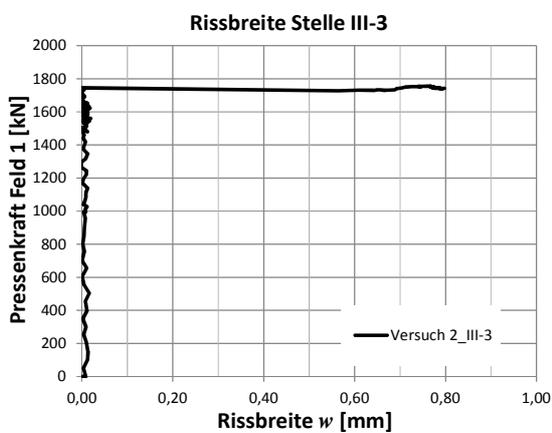
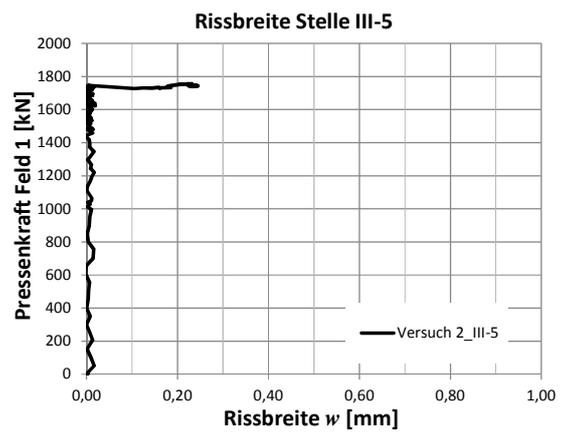
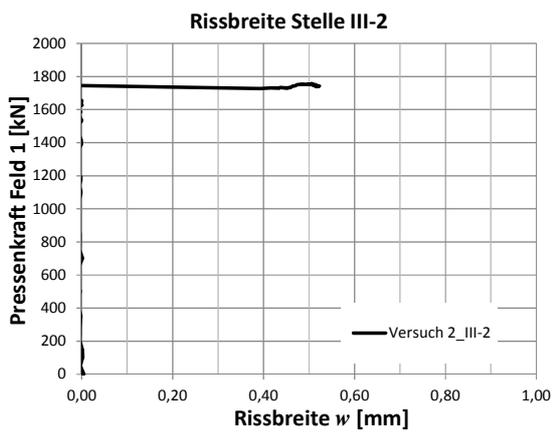
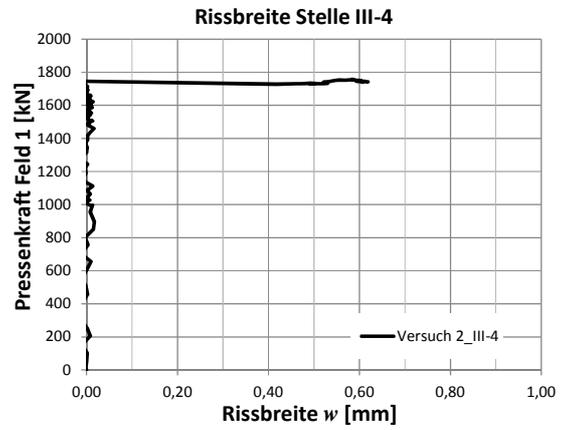
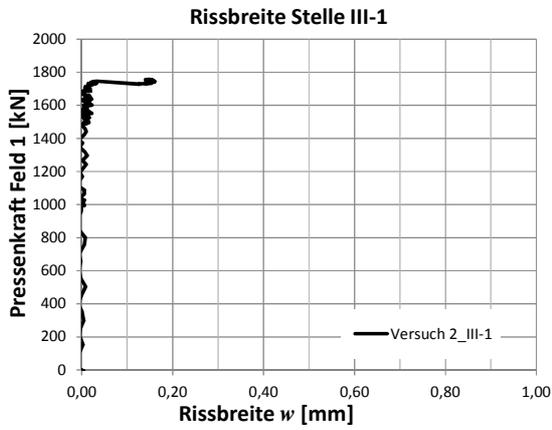
# ANLAGE A.4.1 – Optische Messung, Kraft-Rissbreiten-Beziehungen

## Kraft-Rissbreiten-Beziehungen in Riss II

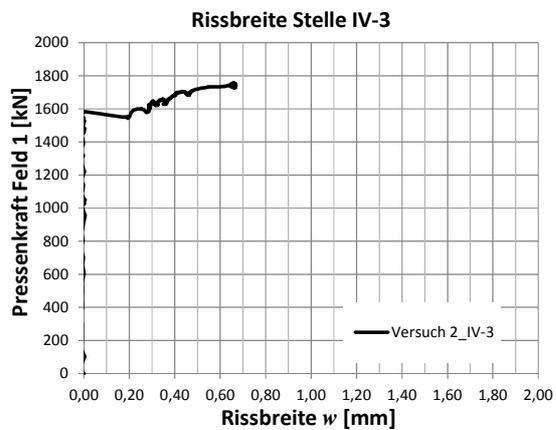
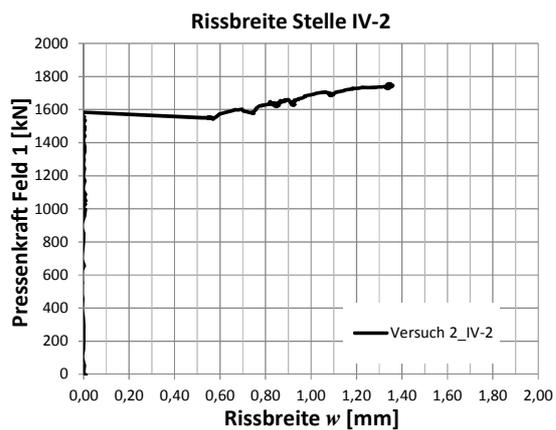
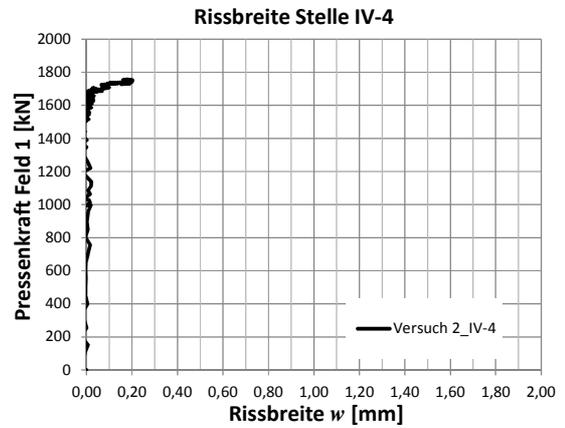
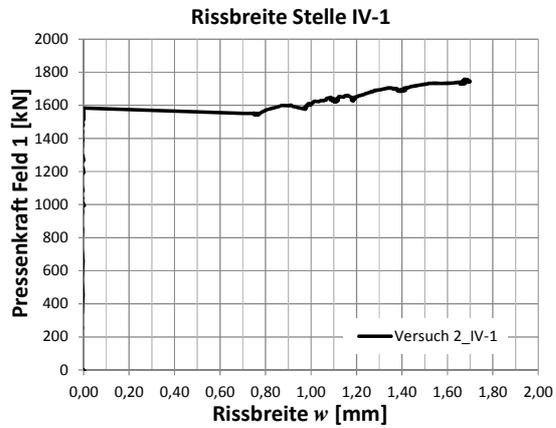


# ANLAGE A.4.1 – Optische Messung, Kraft-Rissbreiten-Beziehungen

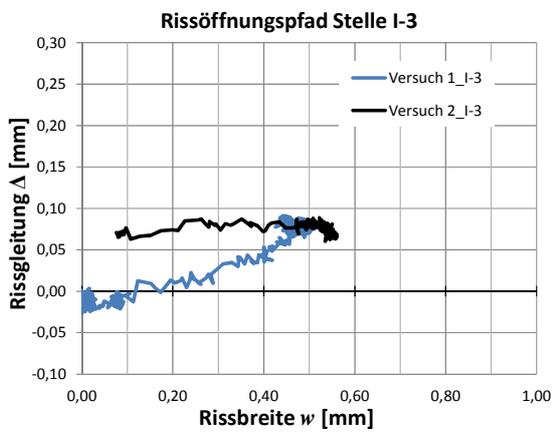
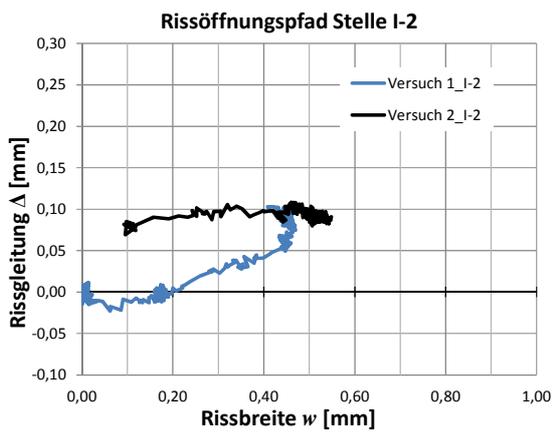
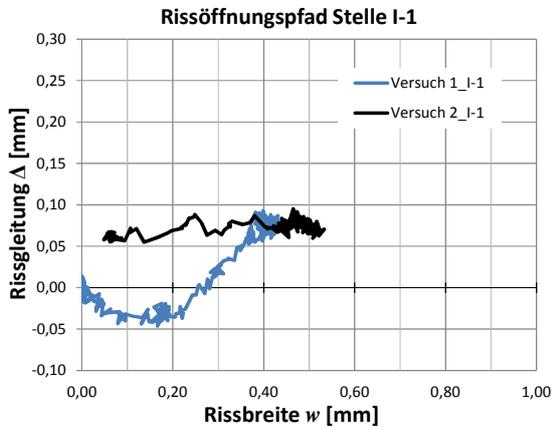
## Kraft-Rissbreiten-Beziehungen in Riss III



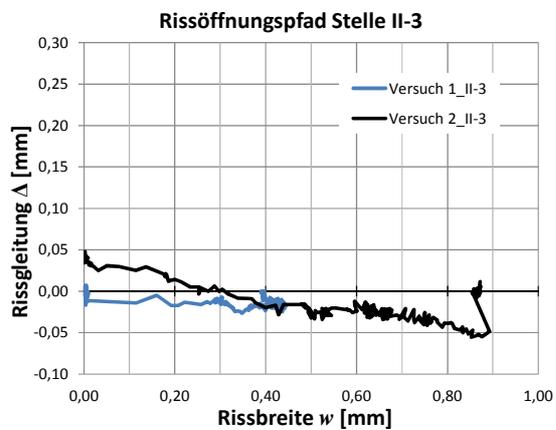
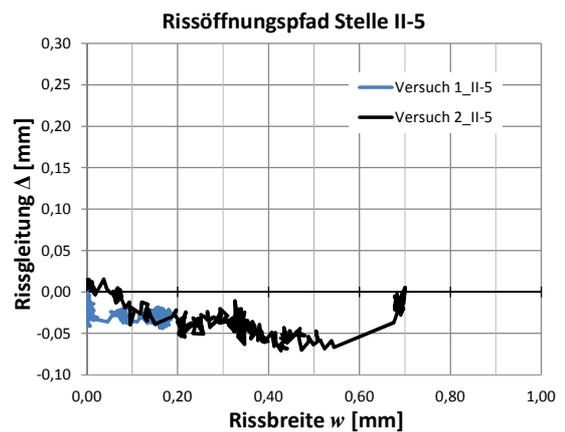
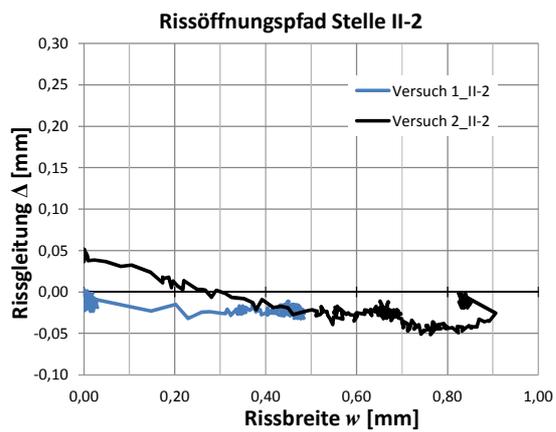
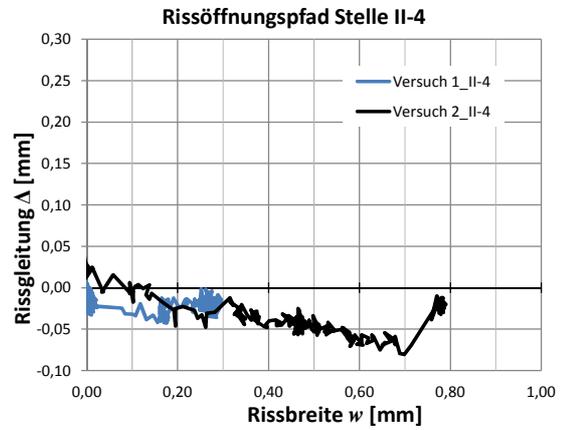
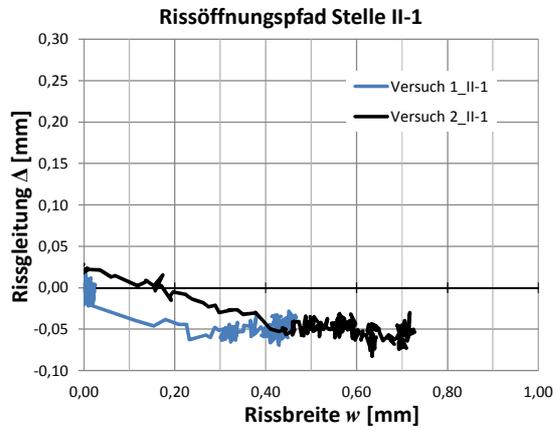
## ANLAGE A.4.1 – Optische Messung, Kraft-Rissbreiten-Beziehungen Kraft-Rissbreiten-Beziehungen in Riss IV



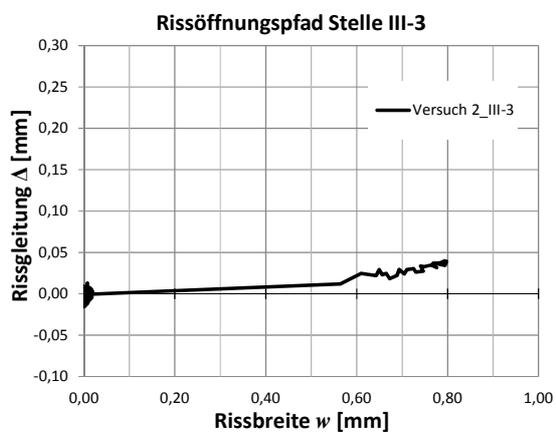
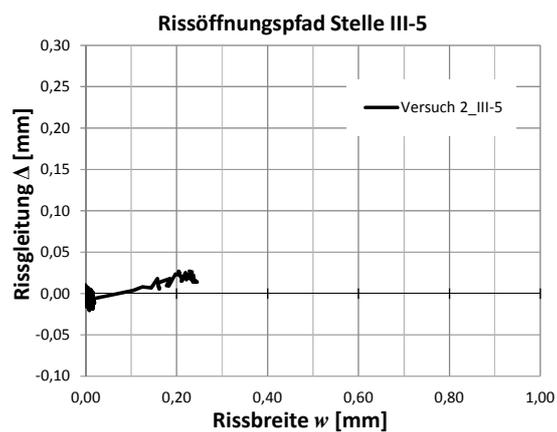
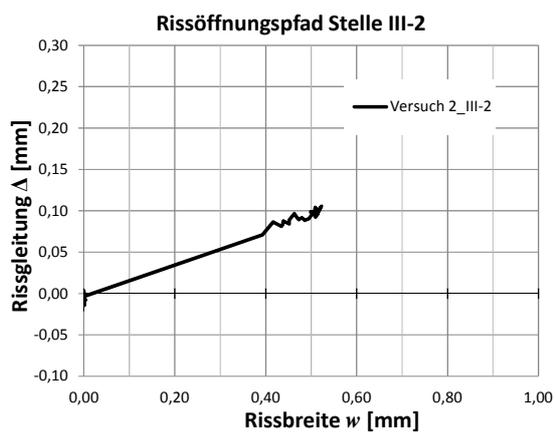
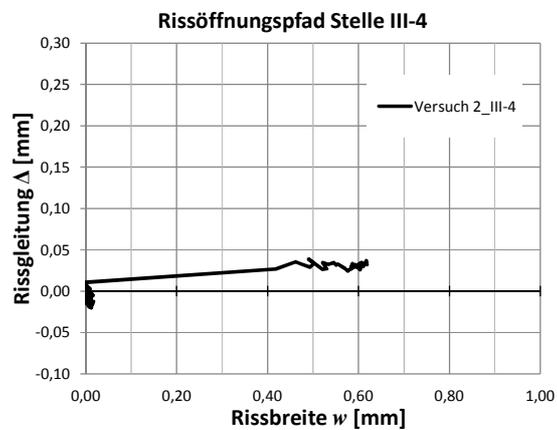
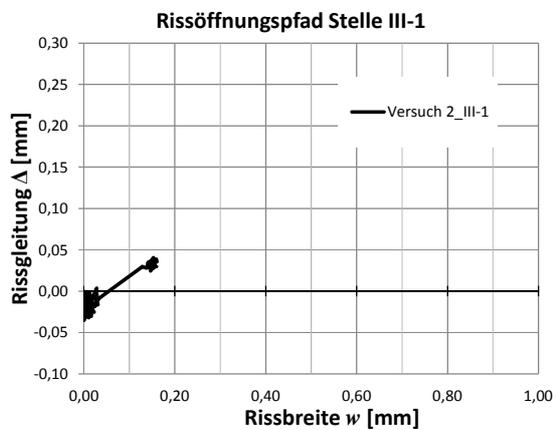
## ANLAGE A.4.2 – Optische Messung, Rissöffnungspfade Rissöffnungspfade in Riss I



## ANLAGE A.4.2 – Optische Messung, Rissöffnungspfade Rissöffnungspfade in Riss II



## ANLAGE A.4.2 – Optische Messung, Rissöffnungspfade Rissöffnungspfade in Riss III



## ANLAGE A.4.2 – Optische Messung, Rissöffnungspfade Rissöffnungspfade in Riss IV

