Steinbeis-Transferzentrum
BWF Esslingen

STZ Bauteilfestigkeit und -sicherheit, Werkstoff- und Fügetechnik
an der Hochschule Esslingen | Kanalstr. 12/1 | 73728 Esslingen

HeMa Zaunsysteme
Herrn Oliver Henker
Auf den Geeren 20

59469 Ense

LEITER: PROF. DR.-ING. LOTHAR ISSLER
Kanalstraße 12/1
73728 Esslingen
Fon (0711) 342 382 60
Fax (0711) 342 382 61
E-Mail lothar.issler@bwf-esslingen.de

Kreissparkasse Esslingen
Kto.-Nr. 7 264 100 (BLZ 611 500 20)

UID DE 190606404

Projektleiter : Prof. Dr.-Ing. Lothar Issler
Fon (0711) 342 382 60
Fax (0711) 342 382 61
E-Mail lothar.issler@bwf-esslingen.de

Akkreditiertes Prüflabor nach
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Untersuchungsbericht
Prüfung von Metallzaunsystemen nach der vom Fachverband / Gütegemeinschaft Metallzauntechnik e.V. entwickelten Prüf- und Qualitätsvorschrift zur Sicherstellung der strukturellen Sicherheit und zur Einordnung in Güteklassen

System Fa. HeMa

Auftraggeber	**HeMa Zaunsysteme** **Auf den Geeren 20** **59469 Ense**
Berichtsempfänger	**Herr Oliver Henker** **Email: o.henker@hema-zaunsysteme.de**
Berichtsdatum	**30.12.2012**
Probeneingang	**24.09.2012**
Projektnummer	**BWF 4701**

Prof. Dr.-Ing. Lothar Issler

Probenaufbewahrungsfristen:
Um Rücknahme der Prüfgegenstände wird gebeten. Lagerfähige Prüfgegenstände werden für 1 Monat, metallographische Schliffe für 3 Jahre aufbewahrt. Rücksendung oder längere Aufbewahrung nur auf Vereinbarung möglich.

Berichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der BWF-Leitung nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Falls im Bericht Prüfergebnisse enthalten sind, beziehen sich diese nur auf das untersuchte Probenmaterial. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO/IEC 17025. Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.
Nicht akkreditierte Verfahren werden in Prüfberichten als solche gekennzeichnet. Beratungstätigkeiten (Untersuchungen, Gutachten) sowie Forschung und Entwicklung liegen außerhalb der Akkreditierung.

Inhalt

1 Zielsetzung der Untersuchung 1

2 Untersuchungsgegenstand 3

3 Versuchstechnik 4

4 Versuchsergebnisse 7

5 Einordnung in Güteklassen 7

Quelle: **Prof. Dr.-Ing. Lothar Issler, 30.12.2012, Untersuchungsbericht Prüfung von Metallzaunsystemen nach der vom Fachverband / Gütegemeinschaft Metallzauntechnik e.V. entwickelten Prüf- und Qualitätsvorschrift zur Sicherstellung der strukurellen Sicherheit und zur Einordnung in Güteklassen**

Weitere Informationen: https://www.guetezaun.de/zaunvergleich/

1 Zielsetzung der Untersuchung

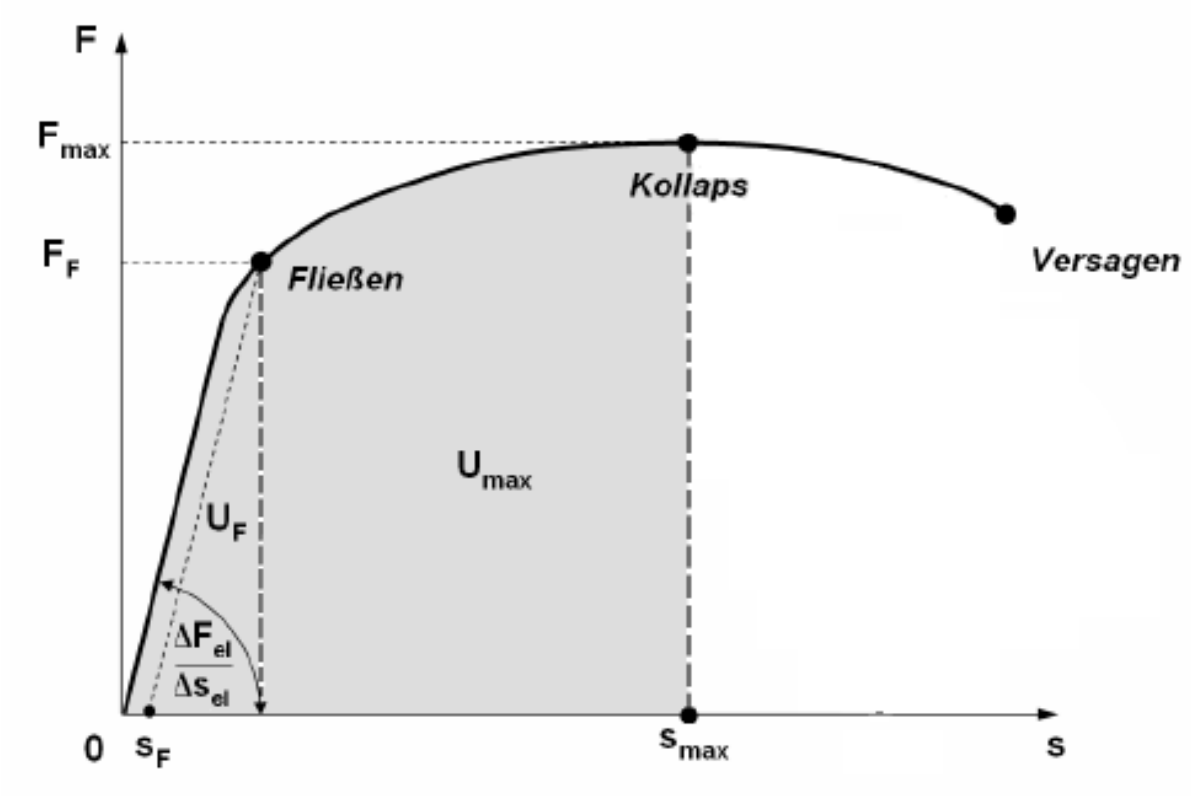
Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Sicherstellung der strukturellen Sicherheit von Zaunsystemen durch Feststellung und Bewertung der Grenzbelastbarkeit, des Verformungsvermögens und der Arbeitsaufnahme bis Versagen. Auf der Grundlage der Versuchsergebnisse s wurde außerdem eine Einordnung in die vom Fachverband / Gütegemeinschaft Metallzauntechnik e.V. entwickelten Prüf- und Qualitätsvorschrift erfolgen, siehe BWF-Bericht vom 17.01.2012.

Die vom Fachverband verabschiedete Einteilung in Güteklassen ist in **Tabelle 1.1** enthalten. Demnach handelt es sich um eine Gliederung in insgesamt 5 Klassen 1 bis 5, wobei 1 die höchste und 5 die niedrigste Qualität bedeutet. Die Merkmale der Güteklassen beziehen sich nach **Bild 1.1** auf das Kriterium der Grenzlast bis Einsetzen einer deutlichen plastischen Verformung (Fließlast F10mm [kN] bei bleibender Verformung s_F = 10 mm), der maximal erreichten Kraft F_{max} [kN] (Instabilität oder Bruch) sowie der Arbeitsaufnahme bis Fließen UF10 [J] und bis Höchstlast U_{max} [J].

Für Horizontalbelastung wurden die Kriterien der erreichten Kräfte und der Arbeitsaufnahmen, für die vertikale Lasteinleitung in das Zaunsystem nur die Kräftekriterien bewertet.

Krafteinleitung	***Kriterien***	***Güteklassen***				
		1	***2***	***3***	***4***	***5***
Horizontal	Fließlast F_{10mm} [kN]	> 3,5	2,5 - 3,5	1,5 - 2,5	0,5 - 1,5	< 0,5
	Maximallast F_{max} [kN]	> 7,0	5,0 - 7,0	3,0 - 5,0	1,0 - 3,0	< 1,0
	Arbeitsaufnahme bei Fließen U_{F10} [J]	> 220	160 - 220	100 - 160	40 - 100	< 40
	Arbeitsaufnahme bei Maximallast U_{max} [J]	> 640	500 - 640	300 - 500	100 - 300	< 100
Vertikal	Fließlast F_{10mm} [kN]	> 3,5	2,5 - 3,5	1,5 - 2,5	0,5 - 1,5	< 0,5
	Maximallast F_{max} [kN]	> 7,00	5,0 - 7,0	3,0 - 5,0	1,0 - 3,0	< 1,0

Tabelle 1.1: Güteklassen



Kennwert	*Definition*
Steifigkeit C [N/mm]	Elastische Verformung bei vorgegebener Belastung
Fließlast F_N [N]	Grenzbelastung bei vorgegebener bleibender Verformung (z.B. 10 mm)
Arbeitsaufnahme bei Fließen U_F [J]	Arbeitsaufnahmevermögen bis vorgegebener bleibender Verformung (z.B. 10 mm)
Maximallast F_{max} [N]	Grenzbelastung für den vollplastischen Zustand (Kollaps)
Weg bei Maximallast S_{max} [mm]	Weg bei Maximallast (Kollaps)
Arbeitsaufnahme bei Maximallast U_{max} [J]	Arbeitsaufnahmevermögen bis Maximallast (Reaktion auf Schlagbelastung)

Bild 1.1: Kennwerte im Kraft-Weg-Diagramm

2 Untersuchungsgegenstand

Den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung bilden 5 unterschiedliche Metallzaunsysteme der Firma HeMa ZaunSysteme. Die Versuche wurden an verzinkten Zäunen mit Stahlpfosten aus Rechteckrohren und einem Stahlgitter durchgeführt.

Die Bezeichnung und die Ausführung der geprüften Systeme sind in **Tabelle 2.1** zusammengestellt.
Der vorliegende Prüfbericht bezieht sich auf die Versuche mit horizontaler und vertikaler Krafteinleitung in den Zaun.

Hersteller	Zaunsystem	Ausführung		
		Gitter	Pfosten	Befestigung
HeMa	RRPS/AA/886		Rechteckrohrpfahl 60x40x2mm Aluminium-Auflageböcke Profilschiene Doppelstabmatte Typ 8/6/8 Maschung 50/200	
	RRFL/KA200/886		Rechteckrohrpfahl 60x40x2mm Kunststoff-Auflageböcke Flacheisen 40/5 Doppelstabmatte Typ 8/6/8 Maschung 50/200	
	RRDP/886		Rechtrohrpfahl 60x40x2mm Kunststoff-Auflageböcke Druckplatten Doppelstabmatte Typ 8/6/8 Maschung 50/200	
	RRDP/665		Rechtrohrpfahl 60x40x2mm Kunststoff-Auflageböcke Druckplatten Doppelstabmatte Typ 6/5/6 Maschung 50/200	
	RR/U-Bügel/665		Rechteckrohrpfahl 60x40x2mm U-Bügel M8 Doppelstabmatte Typ 6/5/6 Maschung 50/200	

Tabelle 2.1: Beschreibung der Zaunsysteme

3 Versuchstechnik

Die Anordnung der Zäune für die Prüfung ist in **Bild 3.1** wiedergegeben. Das eigentlich zu prüfende Mittelelement mit 2,5 m Länge wurde beidseitig seitlich durch 1,25 m lange Seitenelemente ergänzt, um so die Beanspruchung der Pfosten möglichst wirklichkeitsnah zu simulieren. Die Pfosten waren mit einer 20 mm dicken angeschweißten Fußplatte versehen, welche über 2 Schrauben M24 mit der Aufspannplatte des Prüffelds befestigt wurden.

Die Prüfung erfolgte auf einer Aufspannplatte des Prüflabors der Hochschule Esslingen. Die Prüflasten wurden über einen servohydraulischen Zylinder mit einer Maximallast von 20 kN aufgebracht. Der Zylinder verfügt über eine Kraftmessung über ein Kraftmessglied und eine Wegmessung über einen integrierten induktiven Aufnehmer. Während der Versuche wurde kontinuierlich ein Kraft-Kolbenweg-Diagramm („Maschinendiagramm“) aufgezeichnet. Außerdem wurde das Versagen über Videofilme dokumentiert.
Die Anordnung mit horizontaler Krafteinleitung ist in den **Bildern 3.2 und 3.3**, die mit vertikaler Krafteinleitung in den **Bildern 3.4 und 3.5** wiedergegeben.
Die Lasteinleitung in das Gitter erfolgte bei Horizontallast über eine aufgeschraubte Platte mit Abmessungen 10 cm * 10 cm, siehe Bild 3.3.
Da der Hydraulikzylinder einen maximalen Verfahrweg von 200 mm aufweist, wurde eine Krafteinleitung über eine Wippenanordnung entwickelt, welche eine Vervielfachung des Wegs bei einer entsprechenden Reduzierung der Kraft bewirkt. Der Umrechnungsfaktor, der über einen Kalibrierversuch exakt bestimmt und durch die bogenförmige Bewegung korrigiert wurde, beträgt bei Horizontallast etwa 3, bei Vertikallast 2. Die Umrechnung wurde bei der Auswertung direkt berücksichtigt, sodass jeweils die Kräfte und Verschiebungen am Krafteinleitungsort am Zaun ausgewertet wurden.

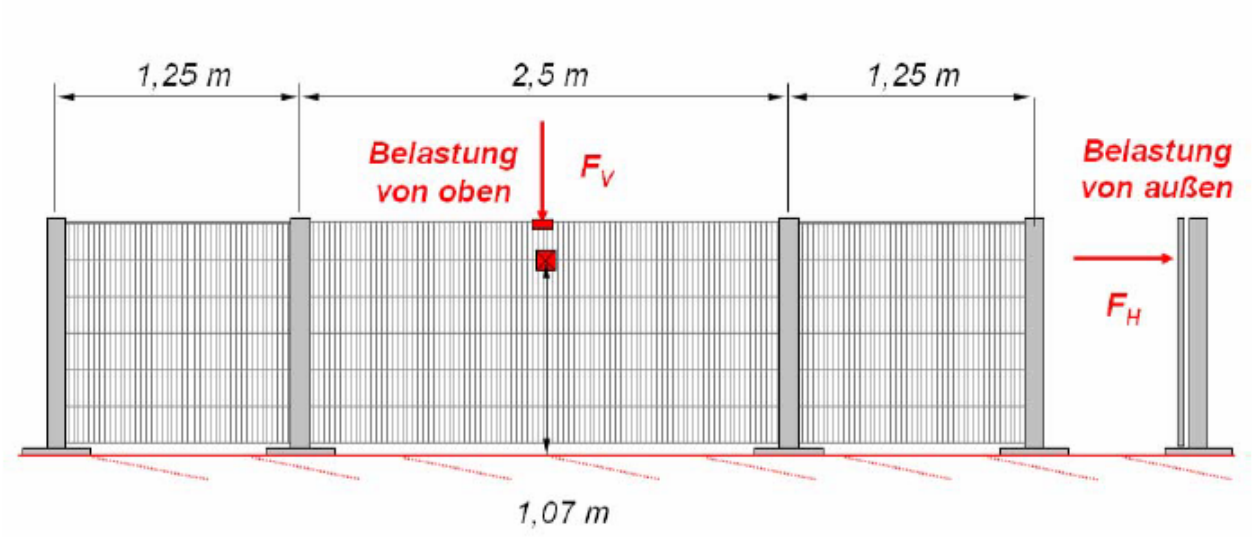


Bild 3.1: Anordnung der Zäune

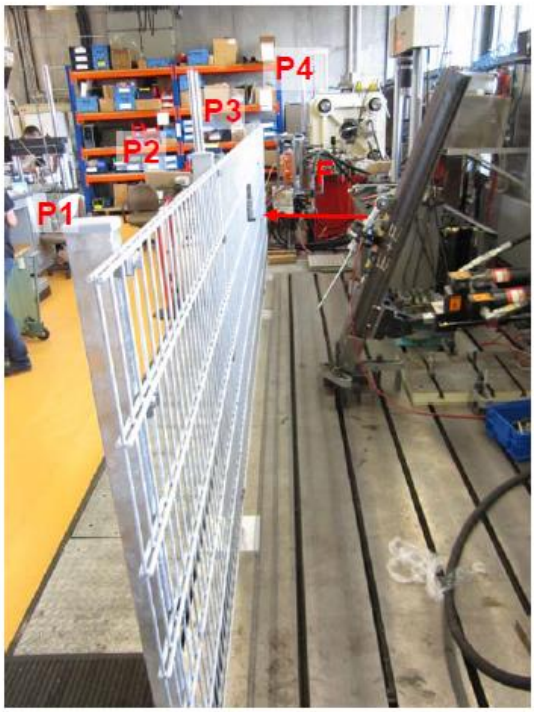


Bild 3.2: Versuchsaufbau für Belastungsversuche mit Krafteinleitung Mitte Horizontal von Außen, 1.2 m Zaun

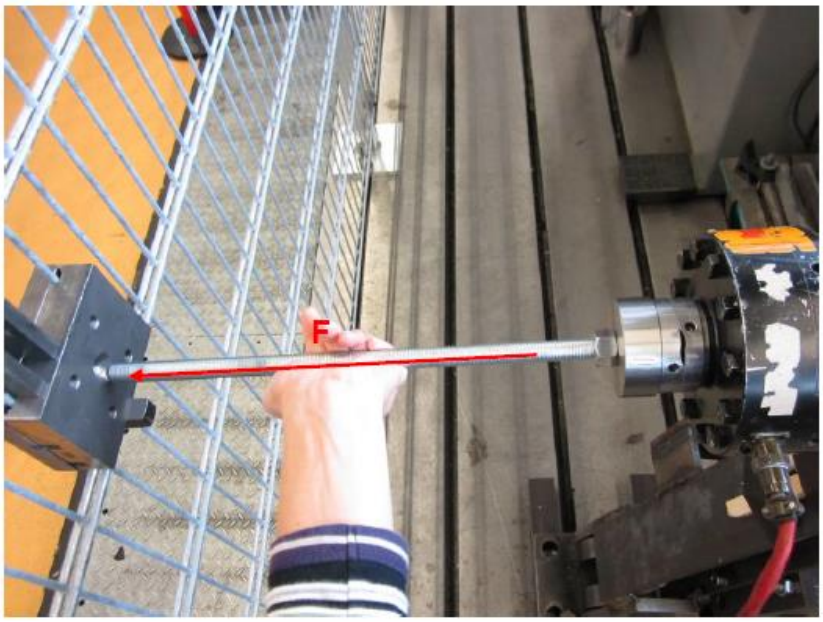


Bild 3.3: Servohydraulischer Zylinder mit Krafteinleitung Mitte Horizontal von Außen, 1.2 m Zaun

Bild 3.4: Versuchsaufbau für Belastungsversuche mit Krafteinleitung Mitte Vertikal von Oben, 1.2 m

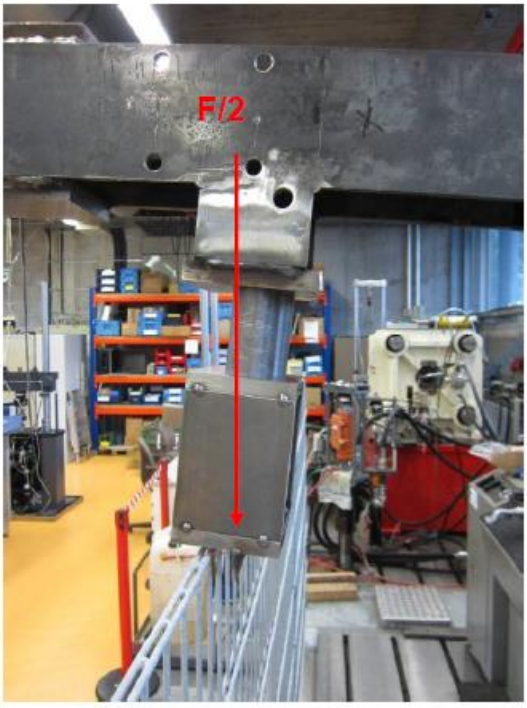


Bild 3.5: Versuchsaufbau für Belastungsversuche mit Krafteinleitung Mitte Vertikal von Oben,1.2 m Zaun

4 Versuchsergebnisse

Die bei den Versuchen mit horizontaler und vertikaler Krafteinleitung ermittelten Ergebnisse sind in **Tabelle 4.3** zusammenfassend wiedergeben.

Hersteller	Zaun Typ	Draht Nr.	Bruchlast				Fmitt,S / Fmitt,D Anforderung FprEN 10223-7:2012 ≥ 0,5	Durchmesser Draht dD (mm)	Zugfestigkeit Draht RmD (MPa)
			Schweißnaht		Draht				
			Einzelwert Fmax,S (kN)	Mittelwert Fmitt,S (kN)	Einzelwert Fmax,D (kN)	Mittelwert Fmitt,D (kN)			
HeMa	6/5/6	1	10,90	10,26		11,15	0,92	4,81	614,00
		2	9,61						
		3			11,30				
		4			11,00				
	8/6/8	1	13,00	12,20		13,30	0,92	5,61	538,00
		2	13,30						
		3	10,30						
		4			13,30				

Tabelle 4.3: Ergebnisse der Zugversuche an Drähten HeMa

5 Einordnung in Güteklassen

Auf der Grundlage der enthaltenen Ergebnisse wurden die verschiedenen Zaunssysteme in die in Tabelle 1.1 aufgeführten Güteklassen eingeordnet. Diese Zuordnung findet sich tabellarisch in Tabelle 5.1.

Die Prüfung der Metallzaunsysteme der HeMa Zaunsysteme ergab unter Horizontal- und Vertikalbelastung ein insgesamt sehr gutes (1) bis gutes (2) Verhalten. Die durchschnittliche Bewertung führt zu folgender Reihenfolge:

RRFL/KA200/886 (1,2), RRPS/AA/886 (1,3), RRDP/KA/886 (1,3), RR/U-Bügel/665 (1,3),

RRDP/KA/665 (2,3)

Insgesamt ist das Verhalten in Bezug auf das Einsetzen einer bleibenden Verformung als sehr gut einzustufen, während die Bewertung der maximal erreichten Last und der zugehörigen Arbeitsaufnahme eher mit gut (2) zu bewerten ist.

Hersteller	Zaunsystem	Ranking (Güteklasse)						
		Horizontalbelastung				Vertikalbelastung		Gesamt Ø
		Kraft		Arbeitsaufnahme		Kraft		
		Fließen	Maximal	Fließen	Maximal	Fließen	Maximal	
HeMa	RRPS/AA/886	1	2	1	1	1	2	1,3
	RRFL/KA200/886	1	2	1	1	1	1	1,2
	RRDP/886	1	2	1	1	1	2	1,3
	RRDP/665	1	3	1	2	3	4	2,3
	RR/U-Bügel/665	1	2	1	1	1	2	1,3

Tabelle 5.1: Klassifizierung nach Güteklassen