

Fachbericht 5

Untersuchung der Einbauteile

- Z und L – Bleche zur Erhöhung der
Durchstanztragfähigkeit -

unter Schwellbelastung

**Alexej Herzog
Martin Weng**

Stand: 31.10.2008

Vorbemerkung

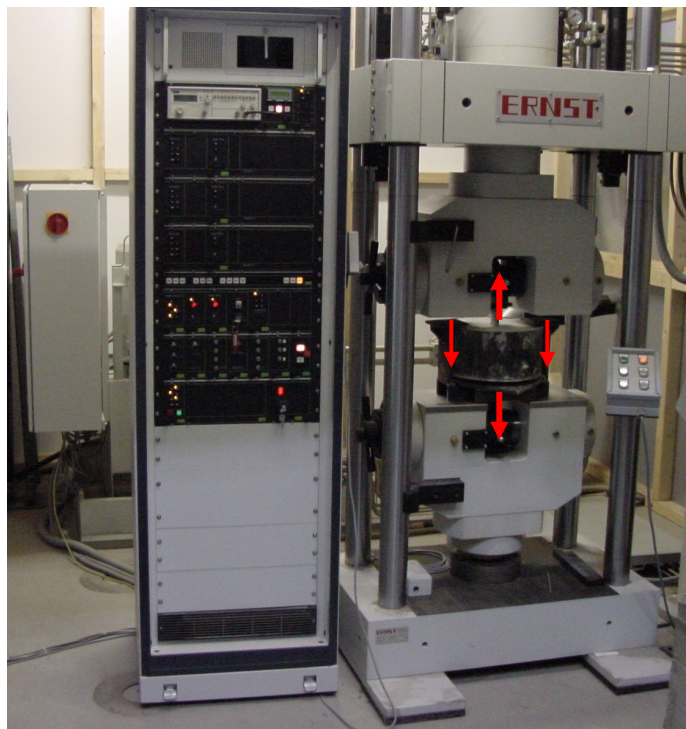
Dieser Bericht stellt eine Ergänzung zu den Forschungsberichten Nr. 30 A, B u. C dar.

Untersuchung der Einbauteile unter Schwellbelastung

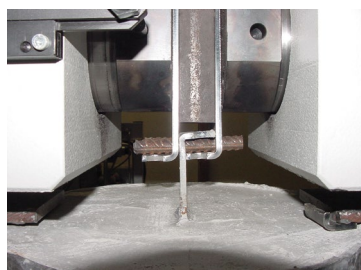
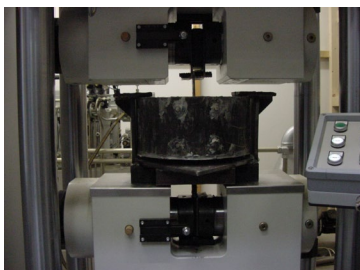
Versuchsanlage

Zur Untersuchung werden die Einbauteile und Bügel (bei den L – Blechen) an den Bewehrungsstäben, die durch den Stahlring (d=30 cm) gesteckt werden, fixiert und anschließend betoniert. Diese Anordnung entspricht dem späteren Einbau in die Stahlbetondecken.

Der Stahlring wird unten in der Prüfmaschine gehalten. Die Belastung erfolgt über die oben aus dem Beton hervorstehenden gekanteten (bei den Z – Blechen und den L – Blechen ohne Ausrundung des Langlochs) oder geraden Einbauteile (bei den L – Blechen mit Ausrundung des Langlochs). Durch die geraden Einbauteile wurde eine Vereinfachung der Versuchsdurchführung erreicht.



Halterung für die Prüfkörper



Versuchskörper

Z – Bleche

Die Einbindetiefe der Bleche wurde so gewählt, dass diese geringer ist, als die Einbindung der Einbauteile im Ortbeton von Halbfertigteildecken.

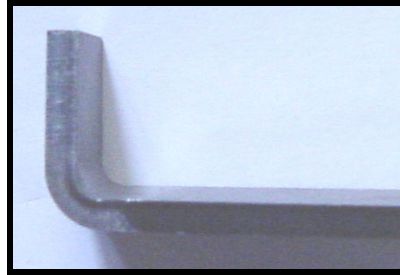


L - Bleche

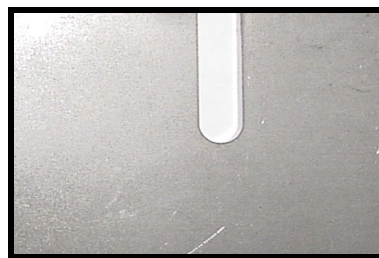
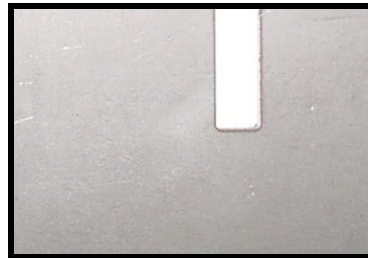
Die Einbindetiefe der L – Bleche beträgt insgesamt 7cm und ist kleiner als die Einbindung des Bleches in den Ortbeton bei Halbfertigteildecken. Der Haftverbund zwischen Stahl und Beton wird durch die Verschiebung des Bleches infolge der Verlängerung der Bügel aufgehoben. Dies ist ungünstiger als in den Decken, da hier das Einbauteil mit der unteren Bewehrung verbunden ist und keine Verschiebungen des Bleches auftreten.

Einbauteile

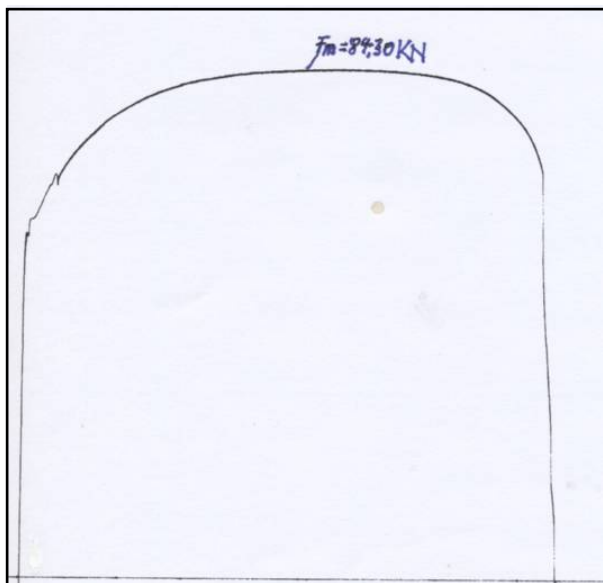
Neben den scharf gekanteten **Z – Blechen**, die bei den Durchstanzuntersuchungen eingebaut waren, wurden auch Bleche mit einem Radius von 5 mm für die einbetonierte Kante untersucht.



Bei den **L – Blechen** wurden sowohl Bleche ohne und mit Ausrundung des Einschnittes verwendet.



Zugversuche - Bleche



Kraft – Weg – Diagramm

Insgesamt wurden 3 Zugversuche durchgeführt. Die Bruchlasten betragen 83,34 KN; 83,74 KN und 84,30 KN. Bei einem Querschnitt von $5 \times 40 \text{ mm}^2$ ergibt sich eine mittlere Bruchspannung von 419 N/mm^2 .



Versuchsergebnisse unter Schwellbelastung

Körper	Betonfestigkeit		Lastwechsel		
	$f_{c,cube}$ [N/mm ²]	Blechform	- Anzahl	F_o [KN] / σ_o [N/mm ²]	F_u [KN] / σ_u [N/mm ²]
Z1	25	Z 5 scharfkantig	5.000.000	28 / 144	20 / 102
Z4	26	Z 5 scharfkantig	5.000.000	28 / 144	18 / 92
Z3	26	Z 5 Radius 5 mm	4.000.000	28 / 144	18 / 92
Z7	24	Z 5 scharfkantig	5.000.000	30,5 / 156	16,5 / 85
Z2	25	Z 5 Radius 5 mm	5.000.000	35 / 180	30 / 153
Z6	17	Z 5 scharfkantig	4.000.000	35 / 180	21,5 / 110
L1	28	L 5 ohne Aus - rundung / 2 Bügel	1.006.871	35 / 310	30 / 265
L2	28	L 5 ohne Aus – rundung / 2 Bügel	1.498.696	29 / 256	22 / 195
L5	31	L 5 mit Aus – rundung / 2 Bügel	5.000.000	29 / 256	22 / 195
L6	34	L 5 mit Aus – rundung / 2 Bügel	5.000.000	29 / 256	22 / 195
L7	18	L 5 mit Aus – rundung / 2 Bügel	5.000.000	29 / 256	20 / 176
L8	20	L 5 mit Aus – rundung / 2 Bügel	2000000	31 / 274	22 / 195

Falls nach 4 bzw. 5 Millionen Lastwechseln kein Versagen eintrat, wurden die Versuche beendet.

Die Spannungen bzw. Kräfte wurden entsprechend dem Bemessungskonzept ermittelt.

Für die **Z – Bleche** wurde der kleinste Querschnitt (5mm x 39mm) zu Grunde gelegt.

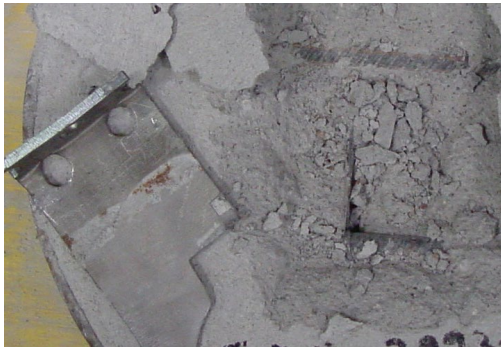
$$\sigma_o = 240 \times 0,6 = 144 \text{ N/mm}^2 \text{ bzw. } \sigma_o = 240 / (1,4 \times 1,1) = 156 \text{ N/mm}^2$$

Für die 5 mm dicken **L – Bleche mit 2 Bügeln** wurden die 4 Ø 6mm der Bewehrung mit dem k_2 – Wert (entsprechend dem Bemessungskonzept) von 0,8 angesetzt. Dies entspricht der maximalen Belastung, da bei 3 mm dicken Blechen nur jeweils ein Bügel (2 Ø 6mm) mit $k_2 = 0,7$ verwendet werden.

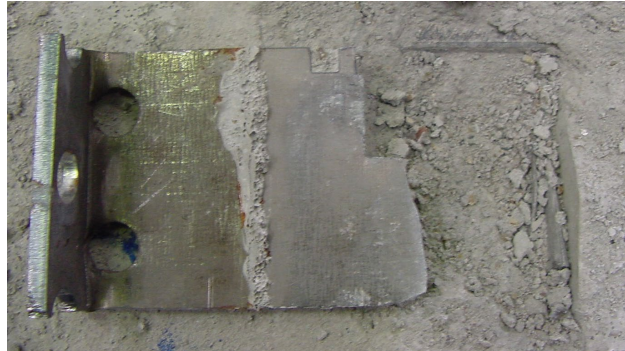
$$\sigma_o = 500 \times 0,8 \times 0,6 = 240 \text{ N/mm}^2 \text{ bzw. } \sigma_o = (500 \times 0,8) / (1,4 \times 1,15) = 248 \text{ N/mm}^2$$

Bilder der gebrochenen Einbauteile

Einbauteil L1



Einbauteil L2



Zusammenfassung

Bei einer Schwingbreite von 70 N/mm^2 können die **Z – Bleche** mit scharfer Kantung mehr als 4 Millionen Lastwechseln unterzogen werden. Offensichtlich sind weitaus mehr Lastwechsel bei einer größeren Schwingbreite ohne ein Versagen der Bleche möglich.

Zur Erhöhung der Durchstanstragfähigkeit sollen weiterhin die Einbauteile mit scharfer Kantung verwendet werden.

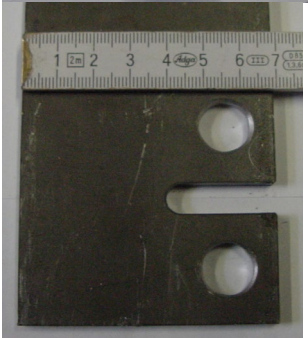
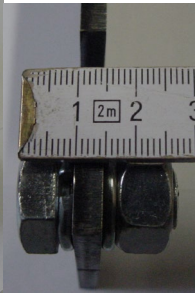
Die **L – Bleche mit 2 Bügeln** mit ausgerundetem Langloch versagen nicht bei mehr als 5 Millionen Lastwechseln und einer Schwingbreite von 70 N/mm^2 .

Die **L – Bleche mit 1 Bügel** sind somit in der Lage 5 Millionen Lastwechsel bei einer Schwingbreite von 140 N/mm^2 aufzunehmen. Diese Annahme kann getroffen werden, da infolge des Klipses die Bügel am Ende des Langlochs fixiert werden und somit die Belastung des Bleches sich nicht wesentlich von der mit 2 Bügeln unterscheidet.

Als Einbauteile sollen die Bleche mit ausgerundetem Langloch verwendet werden.



d = 12 mm



d = 14 mm