

## Gutachterliche Stellungnahme

TSM High Performance

gültig für

**Betonschraube lang mit Werkzeugansatz  
verzinkt**

Dieses Dokument der MÜPRO dient nur zur Information und unterliegt nicht dem Änderungsdienst.  
Der gesamte Inhalt darf für werbliche oder andere Zwecke nur nach Genehmigung durch die MÜPRO verwendet werden.  
Alle Rechte und Änderungen vorbehalten.

## **Gutachterliche Stellungnahme zur Zugtragfähigkeit von Toge TSM und TSM-L Betonschrauben in Hohlkörperdecken**

Auftraggeber: TOGE Dübel GmbH & Co.KG  
Illmesheimer Straße 10  
90431 Nürnberg

Datum: 23.7.2016  
Projektnummer: 21628

Seitenzahl: 12  
Anlagen: -



---

Jun. Prof. Dr.-Ing. Catherina Thiele

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Dübeltypen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Beschreibung der durchgeführten Versuche</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Bewertung der Versuchsergebnisse</b>	<b>5</b>
4.1	Betonschraube TSM 6	5
4.2	TSM L 6	6
4.3	Betonschraube TSM 8	7
4.4	Betonschraube TSM 10	9
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>12</b>

## 1 Allgemeines

Das Ingenieurbüro Thiele wurde von der TOGE Dübel GmbH & Co.KG beauftragt, ein Gutachten über die Verwendbarkeit von Toge Betonschrauben in Hohlkörperdecken (z.B. Cobiax) anzufertigen. Dazu wurden mit den im folgenden Kapitel beschriebenen Dübeltypen Versuche in dünnen Betonplatten unterschiedlicher Festigkeiten durchgeführt. Die Bewertung dieser Versuche und eine Empfehlung für die Praxis ist Inhalt des vorliegenden Gutachtens.

## 2 Dübeltypen

In diesem Gutachten werden die folgenden Produkte betrachtet:

- Toge Betonschraube TSM (ETA-15/0514 [2])
- Toge Betonschraube TSM L 6 (ETA-15/0055 [3] ); Verwendung als Mehrfachbefestigung

### 3 Beschreibung der durchgeführten Versuche

Im Bericht 16026/15511 [4] der TU Kaiserslautern werden die Versuchsdetails und Ergebnisse der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Prüfungen beschrieben.

Als Verankerungsgrund wurden Betonplatten mit unterschiedlicher Dicke gewählt. Mit diesen Plattenstärken sollen die minimalen Spiegeldicken unterhalb eines Hohlkörpers abgebildet werden.

Da die Hohlkörper in Ihrer Lage im Bauteil einer gewissen Toleranz (Annahme 10 mm) unterliegen simuliert z.B. die Plattendicke von 50 mm eine Nennspiegeldicke von 60 mm.

Der gewählte Größtkorndurchmesser der verwendeten Betonmischung betrug 16 mm.

Alle Versuche wurden ohne Einfluss von Rand- und Achsabständen durchgeführt.

Die verwendeten Betonplatten lagen beim Bohrvorgang hohl, so stellte sich ein durch das Bohren erzeugter rückwärtiger Betonausbruch ungehindert ein. Die verbleibende Restspiegeldicke (Restspiegeldicke = Plattendicke - Tiefe des Ausbruchkegels) wurde in den Versuchsprotokollen vermerkt und kann [4] entnommen werden.

In Tabelle 1 ist eine Übersicht der durchgeführten Versuche dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsprogramm

Test program Toge concrete screw				
Name	Durchmesser	Bauteildicke	Betonfestigkeit	Versuchsanzahl
	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
TSM 6	6	50	C20/25	5
TSM 6	6	50	C30/37	5
TSM 6	6	60	C20/25	5
TSM 6	6	60	C30/37	5
TSM 6	6	70	C20/25	5
TSM 6	6	70	C30/37	5
TSM L 6	6	50	C20/25	5
TSM 8	8	50	C20/25	5
TSM 8	8	50	C30/37	5
TSM 8	8	60	C20/25	5
TSM 8	8	60	C30/37	5
TSM 8	8	70	C20/25	5
TSM 8	8	70	C30/37	5
TSM 10	10	50	C20/25	5
TSM 10	10	50	C30/37	5
TSM 10	10	60	C20/25	5
TSM 10	10	60	C30/37	5
TSM 10	10	70	C20/25	5
TSM 10	10	70	C30/37	5

Auf die Versagensarten der einzelnen Dübeltypen wird im Folgenden noch genauer eingegangen.

Die Betonfestigkeit der benutzten Platten ist in den folgenden Auswertungen angegeben (geprüft am Würfel mit einer Kantenlänge von 15 cm).

Wegen der örtlich grundsätzlich schlechteren Betoniersituation (Verdichtung) unterhalb der Hohlkörper und deshalb möglicherweise eher schlechteren Betonqualität dürfen die angegebenen charakteristischen Lasten **nicht** für höhere Betonfestigkeiten als C20/25 erhöht werden.

Die Montage der Betonschrauben erfolgte für die Versuche mit dem Nenninstallationsdrehmoment gemäß Zulassung.

Dennoch wird im Rahmen dieses Gutachtes empfohlen das Installationsmoment auf das halbe Nenninstallationsdrehmoment zu reduzieren, um ein Durchdrehen der Schraube in den geringen Spiegeldicken zu verhindern.

Schrägzug und Querbeanspruchungen sind auszuschließen.

## 4 Bewertung der Versuchsergebnisse

### 4.1 Betonschraube TSM 6

In Tabelle 2 werden die Ergebnisse der Versuche mit der Betonschraube TSM 6 zusammengefasst.

Tabelle 2: Darstellung der Versuchsergebnisse mit der Torge Betonschraube TSM 6

C20/25 und C30/37													Logarithmical Normal Distribution				
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub> <sup>t</sup>	Failure	n	k	F <sub>Ru,m</sub> <sup>t</sup>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>Ru,m</sub>	F <sub>Ru,5%</sub>	F <sub>Rm,c</sub> <sup>0</sup>	F <sub>Rk,c</sub> <sup>0</sup>	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
A1	50	27,6	20,91	6,25	27,80	5xconcrete cone	5	3,401	8,95	1,28	14,26%	25	8,42	5,08	6,45	4,86	
A1	50	30,5	23,38	6,25	43,00	4x BA+1SP	5	3,40	11,12	1,19	10,67%	25	8,44	5,79	7,63	5,75	
A1	60	38,3	30,01	6,25	27,80	4x BA+1HZ	5	3,40	12,94	1,41	10,89%	25	12,21	8,41	11,09	8,36	
A1	60	38,3	30,01	6,25	43,00	5x BA	5	3,40	13,54	1,15	8,51%	25	10,29	7,70	11,09	8,36	
A1	70	50,8	40,63	6,25	27,80	3x BA+1HZ+[-]	5	3,40	12,35	0,97	7,87%	25	11,68	8,97	17,48	13,17	
A1	70	50	39,95	6,25	43,00	2x BA+2HZ+1x HZ/BA	5	3,40	13,77	0,59	4,29%	25	10,49	9,05	17,04	12,84	

Die Normierung der Versuchsergebnisse erfolgt auf eine Würfeldruckfestigkeit von 25 N/mm<sup>2</sup>.

Für ungerissenen Beton wurden die rechnerischen Betonausbruchslasten F<sub>Rm,c</sub><sup>0</sup> und F<sub>Rk,c</sub><sup>0</sup> bestimmt. Dazu wurde die tatsächlich beim Versuch vorhandene Restspiegeldicke als h<sub>nom</sub> für die Berechnung der effektiven Verankerungstiefe h<sub>ef</sub> zugrunde gelegt.

Bei den Versuchen mit 50 und 60 mm Bauteildicke lagen die Versuchsergebnisse über den rechnerischen Betonausbruchslasten. In den Platten mit einer Dicke von 70 mm konnte keine Laststeigerung gegenüber den Versuchen in der Plattendicke 60 mm beobachtet werden. Die rechnerischen Betonausbruchslasten liegen hier höher als die Versuchsergebnisse.

Tabelle 3: Vergleich der Versuchsergebnisse mit Ergebnissen aus dem Zulassungsverfahren für der Toge Betonschraube TSM 6

Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>Ru,m</sub>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c, nom</sub>	F <sub>Ru,m</sub>	F <sub>Ru,5%</sub>
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]
A1 [4]	60	38,3	30	6,25	27,80	4x BA+1HZ	5	3,40	12,94	1,41	10,89%	25	12,21	8,41
A1 [4]	60	38,3	30	6,25	43,00	5x BA	5	3,40	13,54	1,15	8,51%	25	10,29	7,70
A1 [5]	-	40	31,5	-	34,70	-	5	3,40	-	1,21	13,99%	25	8,68	5,64

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche zeigen, dass das Lastniveau, das in den dünnen Betonplatten erreicht wurde, höher liegt, als die im Zulassungsverfahren erreichten Werte bei vergleichbarem h<sub>nom</sub>. In Tabelle 7 sind dazu die Versuchsserien in dünnen Platten([4]) mit der Versuchsserie aus dem Zulassungsverfahren [5] mit ähnlichem h<sub>nom</sub> gegenübergestellt.

Die Streuung der Versuche in den dünnen Betonplatten ist, bedingt durch die unterschiedlichen Restspiegeldicken, tendenziell größer als in den Zulassungsversuchen.

Da in Hohlkörperdecken der Beton als gerissen angenommen werden muss, soll im folgenden auch die Tragfähigkeit im gerissenen Beton bewertet werden.

Die grundsätzliche Eignung des Dübels zur Verwendung im gerissenen Beton ist mit (ETA-15/0514 [2] bestätigt. Die charakteristischen Lasten gemäß dieser ETA, sind in Tabelle 2 angegeben.

Maßgebend für die Zulassungswerte in ETA 15/0514 sind die Risswechselfersuche und Lastwechselfersuche. Dies kann [5] entnommen werden.

Die Zulassungswerte wurden für eine Verankerungstiefe von 40 mm ermittelt. Zur Ermittlung von charakteristischen Werten für Hohlkörperdecken mit Nennspiegeldicken von 60 - 80 mm wurden deshalb die Zulassungswerte mit dem Faktor (h<sub>nom</sub>/h<sub>nom,ETA</sub>)<sup>1,5</sup> multipliziert. Als h<sub>nom</sub> wurde dazu die vorhandene Bauteildicke um 25 mm reduziert. Die 25 mm berücksichtigen die Betonausbrüche, die beim Bohren entstehen. Um die Lagetoleranz der Hohlkörper von 10 mm zu berücksichtigen wurde die Nennspiegeldicke zusätzlich um 10 mm verkleinert. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Ermittlung charakteristischer Lasten für Hohlkörperdecken mit unterschiedlichen Spiegeldicken

Zulassungswerte						Hohlkörperdecke	
h <sub>nom,ETA</sub>	N <sub>Rk,p,cr</sub>	N <sub>Rk,p,ucr</sub>	h=Spiegel- dicke	Restspiegeldicke = h-10 mm-25 mm	(h <sub>nom</sub> /h <sub>nom,ETA</sub> ) <sup>1,5</sup>	N <sub>Rk,p,cr,HKD</sub>	N <sub>Rk,p,ucr, HKD</sub>
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[kN]	[-]	[kN]
40	2	4	60	25	0,49	1,0	2,0
40	2	4	70	35	0,82	1,6	3,3
40	2	4	80	45	1,19	2,4	4,8

Im Übrigen gelten die Angaben in der entsprechenden ETA.

## 4.2 TSM L 6

Die Betonschraube TSM L 6 wird mit einer Einbindetiefe von 25 mm in den Beton gesetzt. Bei der geprüften Spiegeldicke von 50 mm ist die Betonschraube voll verankert. Erwartungsgemäß erreichten die Versuche in

der 50 mm Platte auch die im Zulassungsverfahren ermittelten Werte. Die in ETA-15/0055 [3] angegebene Tragfähigkeit von 0,9 kN kann somit auch für Hohlkörperdecken angesetzt werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Versuche mit der Betonschraube TSM L 6

C20/25 und C30/37												Logarithmical Normal Distribution				
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>RU,m</sub>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>RU,m</sub>	F <sub>RU,5%</sub>	F <sup>0</sup> <sub>RM,c</sub>	F <sup>0</sup> <sub>RK,c</sub>
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
A1[4]	50	25	18,7	6,25	27,80	5xconcrete cone	5	3,40	3,90	0,35	9,05%	25	3,68	2,72	5,46	4,11
A1[6]	-	25	18,7	-	29,00	-	5	3,40	-	0,10	4,03%	25	2,53	2,18	5,46	4,11

### 4.3 Betonschraube TSM 8

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Versuche mit der Betonschraube TSM 8 zusammengefasst.

Tabelle 6: Darstellung der Versuchsergebnisse mit der Toge Betonschraube TSM 8

C20/25 und C30/37																
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>RU,m</sub>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>RU,m</sub>	F <sub>RU,5%</sub>	F <sup>0</sup> <sub>RM,c</sub>	F <sup>0</sup> <sub>RK,c</sub>
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
A1	50	27,6	20,1	8,30	27,80	5 x BA	5	3,40	10,63	1,68	15,78%	25	9,99	6,09	<b>6,06</b>	<b>4,57</b>
A1	50	30,8	22,8	8,30	43,00	4 x BA; 1 x sp	5	3,40	11,21	1,49	13,28%	25	8,49	<b>5,38</b>	<b>7,34</b>	5,53
A1	60	40,8	31,3	8,30	27,80	6 x BA	6	3,09	13,33	1,38	10,33%	25	12,58	9,05	<b>11,81</b>	<b>8,89</b>
A1	60	41,6	32	8,30	43,00	4 x BA; 1 x sp	5	3,40	16,14	1,85	11,44%	25	12,25	<b>8,41</b>	<b>12,20</b>	9,19
A1	70	48,9	38,2	8,30	27,80	2 x BA; 2 x sp; 1 x BA/SP	5	3,40	15,46	1,16	7,49%	25	<b>14,63</b>	<b>11,38</b>	15,91	11,99
A1	70	49,9	39	8,30	43,00	2 x BA; 2 x sp; 1 x BA/SP	5	3,40	17,04	1,01	5,92%	25	<b>12,98</b>	<b>10,60</b>	16,45	12,39

Die Normierung der Versuchsergebnisse erfolgt auf eine Würfeldruckfestigkeit von 25 N/mm<sup>2</sup>. Für ungerissenen Beton wurden die rechnerischen Betonausbruchslasten F<sup>0</sup><sub>RM,c</sub> und F<sup>0</sup><sub>RK,c</sub> bestimmt. Dazu wurde die tatsächlich beim Versuch vorhandene Restspiegeldicke als h<sub>nom</sub> für die Berechnung der effektiven Verankerungstiefe h<sub>ef</sub> zugrunde gelegt.

Bei den Versuchen mit 50 und 60 mm Bauteildicke lagen die Versuchsergebnisse auf dem Niveau der rechnerischen Betonausbruchslasten. In den Platten mit einer Dicke von 70 mm konnte eine kleine Laststeigerung gegenüber den Versuchen in der Plattendicke 60 mm beobachtet werden. Die rechnerischen Betonausbruchslasten liegen hier etwas höher als die Versuchsergebnisse.

Tabelle 7: Vergleich der Versuchsergebnisse mit Ergebnissen aus dem Zulassungsverfahren für der Toge Betonschraube TSM 8

C20/25 und C30/37																
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>RU,m</sub>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>RU,m</sub>	F <sub>RU,5%</sub>		
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
A1 [4]	60	40,8	31,3	8,30	27,8	6 x BA	6	3,09	13,3	1,38	10,33%	25	12,6	9,1		
A1 [4]	60	41,6	32	8,30	43	4 x BA; 1 x sp	5	3,40	16,1	1,85	11,44%	25	12,2	8,4		
A1 [4]	70	48,9	38,2	8,30	27,8	2 x BA; 2 x sp; 1 x BA/SP	5	3,40	15,5	1,16	7,49%	25	14,6	11,4		
A1 [4]	70	49,9	39	8,3	43	2 x BA; 2 x sp; 1 x BA/SP	5	3,40	17,0	1,01	5,92%	25	12,98	10,6		
A1 [5]	-	45	34,9	-	34,70	-	12	2,45	-	1,06	9,57%	25	11,90	8,50		

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche zeigen, dass das Lastniveau, das in den dünnen Betonplatten erreicht wurde, höher liegt, als die im Zulassungsverfahren erreichten Werte bei vergleichbarem h<sub>nom</sub>. In Tabelle 7 sind dazu die Versuchsserien in dünnen Platten([4]) mit der Versuchsserie aus dem Zulassungsverfahren [5] mit ähnlichem h<sub>nom</sub> gegenübergestellt.

Die Streuung der Versuche in den dünnen Betonplatten ist, bedingt durch die unterschiedlichen Restspiegeldicken, tendenziell größer als in den Zulassungsversuchen.

Da in Hohlkörperdecken der Beton als gerissen angenommen werden muss, soll im folgenden auch die Tragfähigkeit im gerissenen Beton bewertet werden.

Die grundsätzliche Eignung des Dübels zur Verwendung im gerissenen Beton 15/0514 [2] bestätigt. Die charakteristischen Lasten gemäß dieser ETA, sind in

Tabelle 8 angegeben.

Maßgebend für die Zulassungswerte in ETA 15/0514 sind die Risswechselfersuche und Lastwechselfersuche. Dies kann [5] entnommen werden.

Die Zulassungswerte wurden für eine Verankerungstiefe von 45 mm ermittelt. Zur Ermittlung von charakteristischen Werten für Hohlkörperdecken mit Nennspiegeldicken von 60 - 80 mm wurden deshalb die Zulassungswerte mit dem Faktor  $(h_{\text{nom}}/h_{\text{nom,ETA}})^{1,5}$  multipliziert. Als  $h_{\text{nom}}$  wurde dazu die vorhandene Bauteildicke um 25 mm reduziert. Die 25 mm berücksichtigen die Betonausbrüche, die beim Bohren entstehen. Um die Lagetoleranz der Hohlkörper von 10 mm zu berücksichtigen wurde die Nennspiegeldicke zusätzlich um 10 mm verkleinert.

Tabelle 8: Ermittlung charakteristischer Lasten für Hohlkörperdecken mit unterschiedlichen Spiegeldicken

Zulassungswerte						Hohlkörperdecke	
$h_{nom,ETA}$	$N_{Rk,p,cr}$	$N_{Rk,p,ucr}$	h=Spiegel- dicke	Restspiegeldicke = h-10 mm-25 mm	$(h_{nom}/h_{nomETA})^{1,5}$	$N_{Rk,p,cr,HKD}$	$N_{Rk,p,ucr, HKD}$
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[kN]	[-]	[kN]
45	5	7,5	60	25	0,41	2,1	3,1
45	5	7,5	70	35	0,69	3,4	5,1
45	5	7,5	80	45	1,00	5,0	7,5

Im Übrigen gelten die Angaben in der entsprechenden ETA.

#### 4.4 Betonschraube TSM 10

In Tabelle 9 werden die Ergebnisse der Versuche mit der Betonschraube TSM 10 zusammengefasst.

Tabelle 9: Darstellung der Versuchsergebnisse mit der Toge Betonschraube TSM 10

C20/25 und C30/37																
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>Ru,m</sub> <sup>t</sup>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>Ru,m</sub>	F <sub>Ru,5%</sub>	F <sub>Rm,c</sub> <sup>0</sup>	F <sub>Rk,c</sub> <sup>0</sup>
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
A1	50	25,9	17,77	10,29	27,80	5 x BA	5	3,401	7,94	1,16	14,58%	25	<b>7,47</b>	<b>4,69</b>	8,90	6,70
A1	50	28	19,55	10,29	43,00	5 x BA	5	3,401	11,39	1,78	15,60%	25	<b>8,60</b>	<b>5,04</b>	10,00	7,53
A1	60	37,6	27,71	10,29	27,80	3 x BA + 2 x SP	5	3,401	11,58	0,22	1,88%	25	<b>10,98</b>	<b>10,30</b>	15,56	11,72
A1	60	38,2	28,22	10,29	43,00	5 x BA	5	3,401	15,47	1,53	9,89%	25	<b>11,75</b>	<b>8,30</b>	15,94	12,00
A1	70	46,7	35,45	10,29	27,80	5 x BA	5	3,401	17,41	0,75	4,30%	25	<b>16,49</b>	<b>14,25</b>	21,54	16,23
A1	70	44,8	33,83	10,29	43,00	5 x BA	5	3,401	20,70	3,65	17,61%	25	<b>15,61</b>	<b>8,95</b>	20,24	15,25

Die Normierung der Versuchsergebnisse erfolgt auf eine Würfeldruckfestigkeit von 25 N/mm<sup>2</sup>.

Für ungerissenen Beton wurden die rechnerischen Betonausbruchlasten  $F_{Rm,c}^0$  und  $F_{Rk,c}^0$  bestimmt. Dazu wurde die tatsächlich beim Versuch vorhandene Restspiegeldicke als  $h_{nom}$  für die Berechnung der effektiven Verankerungstiefe  $h_{ef}$  zugrunde gelegt.

Alle Versuchsergebnisse lagen unter den rechnerischen Betonausbruchlasten.

Tabelle 10: Vergleich der Versuchsergebnisse mit Ergebnissen aus dem Zulassungsverfahren für der Toge Betonschraube TSM 10

C20/25 und C30/37														
Series	h	s=h <sub>nom</sub>	h <sub>ef</sub>	d <sub>cut</sub>	f <sub>c,cube</sub>	Failure	n	k	F <sub>Ru,m</sub> <sup>t</sup>	s	CV <sub>F</sub>	f <sub>c,nom</sub>	F <sub>Ru,m</sub>	F <sub>Ru,5%</sub>
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]
A1 [5]	-	55	42,5	-	35,70	-	16	2,30	-	2,37	13,40%	25	17,67	12,15

Ein direkter Vergleich der A1 Serie aus dem Zulassungsverfahren mit den in dünnen Platten durchgeführten Versuche ist nicht möglich, da  $h_{nom}$  im Zulassungsverfahren immer größer war. Dennoch liegt die Versuchsserie im C20/25 mit einer Plattendicke von 70 mm auf ähnlichem Versagensniveau wie die Vergleichsserie aus dem Zulassungsverfahren.

Die Streuung der Versuche in den dünnen Betonplatten ist, bedingt durch die unterschiedlichen Restspiegeldicken, tendenziell größer als in den Zulassungsversuchen.

Da in Hohlkörperdecken der Beton als gerissen angenommen werden muss, soll im folgenden auch die Tragfähigkeit im gerissenen Beton bewertet werden.

Die grundsätzliche Eignung des Dübels zur Verwendung im gerissenen Beton ist mit (ETA-15/0514 [2] bestätigt. Die charakteristischen Lasten gemäß dieser ETA, sind in Tabelle 11 angegeben.

Maßgebend für die Zulassungswerte in ETA 15/0514 sind die Risswechselfersuche und Lastwechselfersuche. Dies kann [5] entnommen werden.

Die Zulassungswerte wurden für eine Verankerungstiefe von 55 mm ermittelt. Zur Ermittlung von charakteristischen Werten für Hohlkörperdecken mit Nennspiegeldicken von 60 - 80 mm wurden deshalb die Zulassungswerte mit dem Faktor  $(h_{nom}/h_{nom,ETA})^{1,5}$  multipliziert. Als  $h_{nom}$  wurde dazu die vorhandene Bauteildicke um 30 mm reduziert. Die 30 mm berücksichtigen die Betonausbrüche die beim Bohren entstehen. In den Versuchen wurde beobachtet, dass mit größer werdendem Bohrerdurchmesser die Tiefe des Betonausbruchs ansteigt. Um die Lagetoleranz der Hohlkörper von 10 mm zu berücksichtigen wurde die Nennspiegeldicke zusätzlich um 10 mm verkleinert.

Tabelle 11: Ermittlung charakteristischer Lasten für Hohlkörperdecken mit unterschiedlichen Spiegeldicken

Zulassungswerte						Hohlkörperdecke	
$h_{nom,ETA}$	$N_{Rk,p,cr}$	$N_{Rk,p,ucr}$	h=Spiegel- dicke	Restspiegeldicke = h-10 mm-30 mm	$(h_{nom}/h_{nom,ETA})^{1,5}$	$N_{Rk,p,cr, HKD}$	$N_{Rk,p,ucr, HKD}$
[-]	[-]	[-]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]
55	9	12	60	20	0,22	2,0	2,6
55	9	12	70	30	0,40	3,6	4,8
55	9	12	80	40	0,62	5,6	7,4

Im Übrigen gelten die Angaben in der entsprechenden ETA.

## 5 Zusammenfassung

Die Ingenieurbüro Thiele GmbH wurde von der MKT GmbH beauftragt, ein Gutachten zur Verwendbarkeit von Toge Betonschrauben in Hohlkörperdecken anzufertigen.

Tabelle 5-12: Zusammenfassung der Ergebnisse

	TSM 6	TSM L 6	TSM 8	TSM 10
Nennspiegeldicke	$N_{Rk,p,cr,HKD}$	$F_{Rk}$	$N_{Rk,p,cr,HKD}$	$N_{Rk,p,cr,HKD}$
[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
60	1,0	0,9	2,1	2,0
70	1,6	0,9	3,4	3,6
80	2,4	0,9	5,0	5,6

Schrägzug und Querbeanspruchungen sind auszuschließen.

Das Größtkorn des Deckenbetons darf dabei im Bereich der Verankerung nicht mehr als 16 mm betragen.

Die Weiterleitung der eingeleiteten Lasten in den Hohlkörperdecken ist nicht Gegenstand dieses Gutachtens.

Wegen der örtlich grundsätzlich schlechteren Betoniersituation unterhalb der Hohlkörper und deshalb möglicherweise eher schlechteren Betonqualität dürfen die angegebenen charakteristischen Lasten **nicht** für höhere Betonfestigkeiten als C20/25 erhöht werden. Deckenbereiche mit Lunkern oder Fehlstellen sind als Verankerungsgrund nicht geeignet.

Die Montage in Hohlkörperdecken sollte mit nur 50% des Installationsdrehmomentes gemäß Zulassung erfolgen. Kommt es bei der Montage zu einem Durchdrehen der Betonschrauben, muss dieser Befestigungspunkt als nichttragend angesehen werden.

## 6 Literatur

- [1] Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in concrete, ETAG 001
- [2] ETA-15/0514 vom 21. Dezember 2015, TSM high performance, TSM high performance A4, TSM high performance HCR; Betonschraube in den Größen 6, 8, 10, 12 und 14 mm zur Verankerung im Beton; TOGE Dübel GmbH & Co. KG
- [3] ETA-15/0055 vom 10. Februar 2016, TOGE Betonschraube TSM L 6; Schraubanker in der Größe 6 mm zur Verwendung als Mehrfachbefestigung von nichttragenden Systemen in Beton; TOGE Dübel GmbH & Co. KG
- [4] Versuchsbericht 16026/15511: Report for tests with Toge Concrete Screws in thin concrete members, TU KL 20.7.2017.
- [5] Evaluation Report for the assessment of TOGE Betonschraube TSM high performance, 29.10.2015.
- [6] Evaluation Report for the assessment of TOGE Betonschraube TSM L 6 26.01.2015.