

# Ausreißversuche Sigibolts

21. Jun. 2007

*Florian Hellberg, Chris Semmel  
DAV Sicherheitsforschung*

## 1 Einleitung

Als Fortführung zu der Untersuchung am 23. Mrz. 2007 von Chris Semmel wurden Auszugsversuche mit Sigibolts im Naturstein in Kochel durchgeführt. Es ging im Wesentlichen darum, den Einfluss der Setzweise auf die Festigkeit zu beurteilen. Dabei wurde die Streuung der Festigkeiten und die Bruchlast der vom Setzer verwendeten Biber Rapid und Würth VD Mörtel untersucht.

## 2 Methode

Es sind insgesamt 22 Sigibolts gesetzt und die Tragfähigkeit in axialer Richtung bestimmt worden.

### *Setzen der Sigibolts*

Wie im Bild 1 zu sehen, wurden 22 Sigibolts am 14. Juni 2007 in Kochel an einem Nebenfels der Unteren Seewände im Kalkstein gesetzt (Bild 1).



*Bild 1: 22 gesetzte Sigibolts in Kochel*



*Bild 2: Haken und Setzutensilien*

Bei den Haken handelt es sich um die uns von Albert Precht zugesandten Exemplare. Elf davon wurden mit Glasmörtelpatronen W-VD M8 von Würth (Links und Mitte im Bild 2) und elf mit dem schnellhärtenden Fertigmörtel Biber Rapid der Firma Avenarius Agro (rechts im Bild 2) gesetzt. Die Löcher wurden, entsprechend der Vorgabe vom Setzter, mit einem 10 mm Bohrer auf eine Tiefe von 80 mm gebohrt. Die Bohrlöcher sind vor dem Setzen viermal ausgeblasen und dazwischen dreimal ausgebürstet worden. Zu Versuchszwecken wurden zwei Bohrlöcher nicht gereinigt um den Einfluss auf die Festigkeit abschätzen zu können.

Bei den Glasmörtelpatronen wurde die Viskosität der Komponenten geprüft und dann der Haken mit dem Hammer in die im Bohrloch befindliche Glaspatronen eingetrieben. Es ist zu erwähnen, dass der Hakenschaft aus Edelstahl draht (Durchmesser 8 mm) durch die aufgetragenen Schweißpunkte einen ähnlichen Durchmesser wie das Bohrloch (10mm) aufweist. Aufgrund der Reibung des Hakenschafts am Bohrloch, konnten die Haken nicht wie von der Sicherheitsforschung empfohlen beim Eintreiben gedreht werden. Somit war ein ausreichendes Vermischen der Komponenten nicht zu gewährleisten. Weiter fiel auf, dass die Haken zum Teil gar nicht, und wenn dann nur unter größter Gewalteinwirkung, komplett ins Bohrloch zu versenken waren. Der Überstand der Hakenöse aus dem Fels wurde gemessen und ist in der Ergebnistabelle als Hebel bezeichnet (Siehe Bild 4).

Bei den mit Biber Rabid Mörtel gesetzten Haken, ist der Mörtel in einem Gefäß Biber Rabid/Wasser im Verhältnis 4/1 gemischt und mit einem Spachtel in das Bohrloch geschmiert worden (Siehe Bild 3).



Bild 3: Verarbeitung des Biber Rapid Mörtels



Bild 4: Hakenüberstand (Hebel)

Die Aushärtezeit beim den Glasmörtelpatronen betrug bei +18 °C Lufttemperatur 2 h 15 min (Herstellerempfehlung 20 min bei +10 °C- +20 °C). Bei den mit Biber Rabid gesetzten Haken hat die Aushärtezeit bei gleicher Lufttemperatur 3 h betragen (Laut Hersteller 1-2 Min bei ca. +20 °C).

### ***Festigkeitsmessung***

Als erstes ist mit einem Karabiner als Hebel getestet worden, ob der Haken drehbar ist. Auf diese Art sollte verifiziert werden, wie Aussagekräftig der Hebeltest für eine schnelle Beurteilung von Bohrhaken in der Praxis ist.

Wie im Bild 5 zu sehen, ist dann mit einer Hydraulikpresse die Bruchfestigkeit der Haken in axialer Zugrichtung bestimmt worden. Die Kraft wurde hierbei kontinuierlich bis zum Ausbruch des Hakens erhöht und die maximal aufgebrachte Zugkraft gemessen.



Bild 5: Hydraulikpresse für axiale Zugrichtung

### 3 Ergebnisse

<b>Datum:</b>	14. Jun 07		<b>Ort:</b>	Kochel
<b>Temperatur:</b>	18 °C		<b>Gestein:</b>	Kalk
<b>Aushärtezeit:</b>	2h 15 min (Glasmörtelpatronen); 3h Biber rapid Mörtel			

Haken	Mörtel	Kommentar	Hebel [mm]	Festigkeit [kN]	Bruch
1	Würth W-VD	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	5	18,6	Strukturbruch im Mörtel
2	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	13	1,3	Mörtel nicht abgebunden
3	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	11	2,7	Mörtel nicht abgebunden
4	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	13	8,0	teilweiser Strukturbruch im Mörtel
5	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	0	14,6	Strukturbruch im Mörtel
6	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	2	13,3	Strukturbruch im Mörtel
7	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	10	31,9	Hakenbruch an Schweiß naht
8	"-	nicht geputzt, nicht drehbar	10	18,1	Strukturbruch im Mörtel
9	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	6	2,7	Mörtel nicht abgebunden
10	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	3	13,3	Strukturbruch im Mörtel
11	"-	Haken nicht drehbar beim Eintreiben	0	8,0	teilweiser Strukturbruch im Mörtel
12	Biber Rapid	mit Karabinerhebel lösbar	0	4,0	Auszug Schaft aus Mörtel
13	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	5,3	Auszug Schaft aus Mörtel
14	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	4,0	Strukturbruch im Mörtel
15	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	6,7	Strukturbruch im Mörtel
16	"-	nicht geputzt; mit Hebel lösbar	0	2,7	Auszug Schaft aus Mörtel
17	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	5,3	Strukturbruch im Mörtel
18	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	4,0	Auszug Schaft aus Mörtel
19	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	2,7	Auszug Schaft aus Mörtel
20	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	1,3	Auszug Schaft aus Mörtel
21	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	1,3	Auszug Schaft aus Mörtel
22	"-	mit Karabinerhebel lösbar	0	2,7	Auszug Schaft aus Mörtel

## ***Zusammenfassung der Ergebnisse***

- Die Festigkeiten streuen vor allem bei den mit Glasmörtelpatronen gesetzten Haken sehr stark zwischen 1,3 KN und 31,9 KN
- Nur drei der Haken halten die von der Norm geforderte Festigkeit von 15 KN
- Die Festigkeit der mit Biber Rapid gesetzten Haken liegt bei allen unter 7 KN. Alle Haken waren mit dem Karabinerhebel lösbar
- Der Hebel bei den mit Glasmörtel gesetzten Haken scheint bei axialem Zug nicht zwangsläufig zu einer Festigkeitsreduzierung zu führen

## **4 Diskussion**

### ***Allgemein***

Die Festigkeiten waren zum Teil so gering, dass unser Auszugsgerät sie nicht mehr exakt auflösen kann. Das heißt, bei den Festigkeiten bis ca. 2 KN konnte nicht mehr exakt unterschieden werden ob der Haken 0,5 oder 1,5 KN hält. Die Festigkeit ist auf jeden Fall äußerst gering, so dass ein Ausbrechen durch Körpergewicht möglich ist. 3 Haken wiesen eine Festigkeiten in diesem Bereich auf!

Bei allen Haken, die eine sehr geringe Festigkeit aufwiesen, fand ein Strukturbruch im Mörtel statt. Das Problem ist also grundsätzlich vor allem beim Setzvorgang zu sehen und nicht beim Sigibolt an sich. Der Hebeltest mit dem Karabiner zur Identifikation von Mörtel-Versagern kann als brauchbar eingestuft werden, auch wenn er keine 100% Verlässlichkeit bietet.

### ***Glasmörtelpatronen***

Der systematische Setzfehler zeigt sich in der starken Streuung der Festigkeiten. Der zu kleine Bohrlochdurchmesser führt zu einer unzureichenden Vermischung von den Komponenten der Glasmörtelpatrone. Bei allen Proben mit sehr geringer Festigkeit waren immer noch unabgebundene Mörtelkomponenten am Schaft zu finden. Durch den zu engen Randspalt um den Hakenschaft kann der Haken beim Eintreiben weder gedreht werden, noch können die Komponenten sich ausreichend vermischen und den Schaft umschließen. Dass der Mörtel an den Grund des Bohrlochs gezwungen wird, erklärt auch warum der Haken sich nicht, oder nur schwer, komplett ins Bohrloch einschlagen lässt. Dieser Hebel wird sich bei einer radialen Belastung ebenfalls in einer Festigkeitsreduzierung bemerkbar machen.

### ***Biber Rapid Mörtel***

Die Untersuchung zeigt, dass der Mörtel keine ausreichende Festigkeit für Bohrhaken aufweist. Alle Haken wiesen eine Bruchlast unter 7 KN auf, wobei 5 von 11 Haken sogar weniger wie 3 KN hielten. Bei axialer Krafteinleitung hätte mit großer Wahrscheinlichkeit keiner der Haken einen Sturz gehalten.

## **5 Zusammenfassung**

Vor allem die Setzweise der Sigibolts stellt das Problem dar. Die Festigkeit der mit Biber Rapid Mörtel gesetzten Haken ist definitiv als unzureichend für Bohrhaken einzustufen. Bei den mit Glasmörtelpatronen gesetzten Haken gibt es ebenfalls eine hohe Versagerquote. Um die von den Sigibolts ausgehende Gefahr abschließend bewerten zu können, wäre es noch notwendig, Stichproben von Haken in den Routen vorzunehmen.