

Strukturüberprüfung von Gebirgsankern

Fachgebiet: Mechatronik
Betreuer: Prof. Dr. Lorenz Martin, Prof. Daniel Debrunner
Experte: Dr. Maren Katterbach (Lombardi AG)
Industriepartner: Lombardi AG, Luzern

Gebirgsanker werden in der Bauindustrie zur Verankerung von stark belasteten Bauwerken eingesetzt. In der Schweiz sind zurzeit schätzungsweise 50'000 solche Anker verbaut. Bis heute gibt es kein einfach anzuwendendes, zerstörungsfreies Messkonzept zur Überprüfung des Zustands eines verbauten Ankers. Das Versagen von Gebirgsankern kann zu grossen Sach- und Personenschäden führen. In dieser Arbeit werden Messkonzepte ausgearbeitet und auf ihre Tauglichkeit überprüft.

Ausgangslage

Ein Gebirgsanker ist auf einer Seite mit dem Bauwerk verbunden und auf der anderen Seite im Baugrund einzementiert. Die gesamte Ankerlänge reicht von 5 bis zu 60 Metern. Ein Anker besteht aus mehreren Seilen, welche wiederum aus je sieben verdrehten Stahldrähten aufgebaut sind. Die Seile sind gespannt und generieren so eine Zugkraft zwischen Bauwerk und Grund. Ausschliesslich der Ankerkopf ist zugänglich, um Messungen durchzuführen. Auf der Strecke zwischen Ankerkopf und Verankerungslänge ist das Seil relativ frei beweglich.

Messkonzepte

Die Messungen sollen gänzlich am Ankerkopf durchgeführt werden und den Anker möglichst nicht schädigen. Nach der Messung soll eine Aussage über Strukturfehler im Anker, zum Beispiel Risse, sowie über die vorhandene Spannung gemacht werden. Als Methode wurde die Untersuchung mittels Schall gewählt. Basierend darauf wurden zwei Messkonzepte ausgearbeitet, die Impulseecho-Methode und die Resonanzmessung. Die Impulseecho-Methode basiert auf den Ultraschallmessungen, wie sie in der Industrie und in der Medizin schon sehr lange eingesetzt werden. Für die Messung wird ein kurzes Wellenpaket mit der Frequenz von ca. 20 kHz in das Seil gestrahlt. An allen Stellen, wo sich die Fläche oder das Material des Seils ändert, entsteht eine Reflexion. Diese wird am Ankerkopf ge-

messen. Zeitpunkt und Amplitude der Reflexion enthalten Informationen über die Reflexionsursache (Riss, Wassereinschluss etc.) und über die Lage dieser Ursache. Die Methode ist speziell gut geeignet für Längenmessungen.

Bei der Resonanzmessung wird das Frequenzverhalten des Systems untersucht. Man kann sich den Anker dabei als vergrösserte Gitarrensaite vorstellen. Abhängig von der Zugspannung und dem Zustand des Seils verfügt dieses System über unterschiedliche Resonanzfrequenzen. Um diese Frequenzen zu messen, wird der Anker im Frequenzbereich von 0–5 kHz angeregt und die resultierende Schwingungsamplitude wird gemessen. Diese Methode ist speziell zur Messung der vorherrschenden Spannung geeignet. Ziel ist es, die Vorteile beider Konzepte zu verbinden.

Methoden

Um die Messkonzepte zu überprüfen, wurde ein Laboraufbau konstruiert und aufgebaut. Mit ihm kann ein Stab oder ein Seil mit ca. einem Meter Länge gespannt werden. Auf einer Seite wird mit einem Piezo-Schwingelement das Messobjekt angeregt. Auf derselben Seite werden mit einem Beschleunigungssensor, einem Mikrofon und einem Vibrometer die auftretenden Frequenzen und Schwingungsamplituden gemessen. Das Kernstück des nahezu symmetrischen Messaufbaus ist ein massives Druckrohr mit einer hohen Masse und Steifigkeit, um die Schwingungen des Messobjekts möglichst nicht zu beeinflussen.

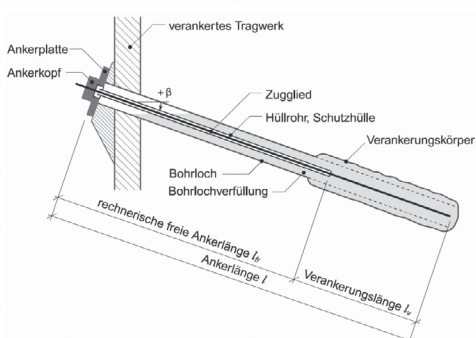
Ausblick

In der letzten Phase der Arbeit werden zuerst Messungen mit dem Laboraufbau durchgeführt, um die aufgestellten Konzepte zu überprüfen. Der Prüfling wird anfangs als Stahlstab vereinfacht, um eine bessere Übersicht über die Resultate zu erhalten. Anschliessend werden Labormessungen an einem Ankerseil und schliesslich Messungen an einem verbauten Anker durchgeführt.



Manuel Vonlanthen
manuelvonlanthen@yahoo.com

Figur 6: Begriffserklärung vorgespannte Anker



Skizze einer Gebirgsankerverbindung (Quelle: SIA Norm 267).