



**Diplomand  
Dozent  
Projektpartner  
Experte  
Themengebiet**

**Marco Schmid  
Prof. René Bärtsch  
Garaventa Seilbahnen AG  
Dipl. Ing. ETH Thomas Knodel  
Produktentwicklung & Mechatronik**

## Periodische Bremsprüfung für Fangbremsen bei Standseilbahnen

### Ausgangslage

Während des Lebenszyklus von Standseilbahnen werden die Fangbremsen (Abb. 2) einmalig getestet und anschliessend eingestellt. Dies geschieht während einem dynamischen Prüfverfahren. Die Wagen werden unter Vollbelastung an der steilsten Stelle bei maximaler Geschwindigkeit mit dem Fangbremssystem bis zum Stillstand gebremst. Die Fangbremsen drücken dabei mit voller Kraft auf den Schienenkopf. Anhand der Länge der Bremspuren wird auf die Verzögerung zurückgeschlossen. Durch Einstellen der Anpresskraft der Fangbremsen wird eine Verzögerung von  $1.5 \text{ m/s}^2$  angestrebt. Aufgrund der extremen Verzögerungen und die dadurch entstehenden hohen Kräfte wird während den periodischen Service-Arbeiten auf eine Wiederholung dieser dynamischen Prüfung verzichtet. Die Fangbremsen werden lediglich auf ihre Funktionalität geprüft. Lokale Behörden verlangen landesabhängig trotzdem eine dynamische Prüfung. Dies stellt Betreiber sowie Hersteller vor grosse Herausforderungen, da Beschädigungen nicht auszuschliessen sind. Ziel dieser Arbeit ist es, ein statisches Prüfverfahren und die dazu notwendigen Werkzeuge zu entwickeln, welches für die periodischen Wartungsarbeiten verwendet werden können.

### Vorgehen

Die Auslegung einer Fangbremse basiert auf einem Gleitreibungskoeffizienten. Für eine statische Prüfung wird jedoch ein Haftreibungskoeffizient benötigt. Weil dieser jedoch nicht bekannt ist, besteht die Schwierigkeit darin, geeignete Lastannahmen zu treffen. Zu diesem Zweck wurde ein Versuch durchgeführt, welcher aufzeigte, dass die Haftreibungszahl etwa doppelt so hoch ist wie die Gleitreibungszahl. Anhand von diesem Verhältnis werden die Kräfte ermittelt, welche benötigt werden, um einen Wagen aus dem Still-

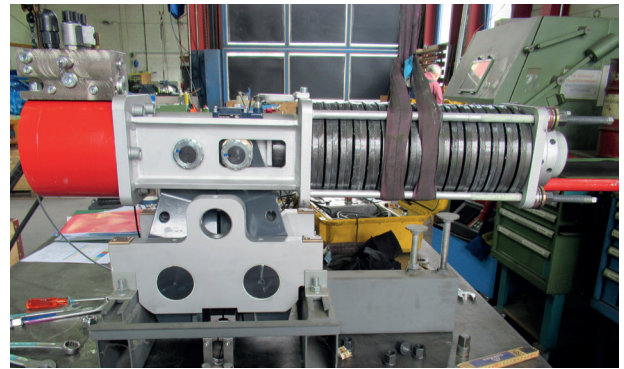


Abb. 2: Fangbremszage vor dem Einbau

stand zu bewegen, während eine Fangbremse an der Schiene klemmt. Um die Kräfte möglichst tief zu halten, muss anschliessend die Steigung definiert werden, bei welcher die Prüfung durchgeführt wird. Anhand dieser Lastannahmen können die benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel definiert und konstruiert werden.

### Ergebnis

Man entschied sich für eine Variante, bei welcher der Standseilbahnwagen mit einem Handseilzuggerät (Habegger) bergab gezogen wird. Dadurch hilft die Hangabtriebskraft, um den Wagen in Bewegung zu setzen. Dies wird bei einer Steigung von 30 % durchgeführt. Die dabei entstehenden Kräfte betragen rund 45 kN. Passend dazu werden Anschlagmittel entwickelt, welche diese Kraft am Wagen und an der Schiene aufnehmen können. Der Aufbau dieser Prüfung ist in Abb. 1 ersichtlich.

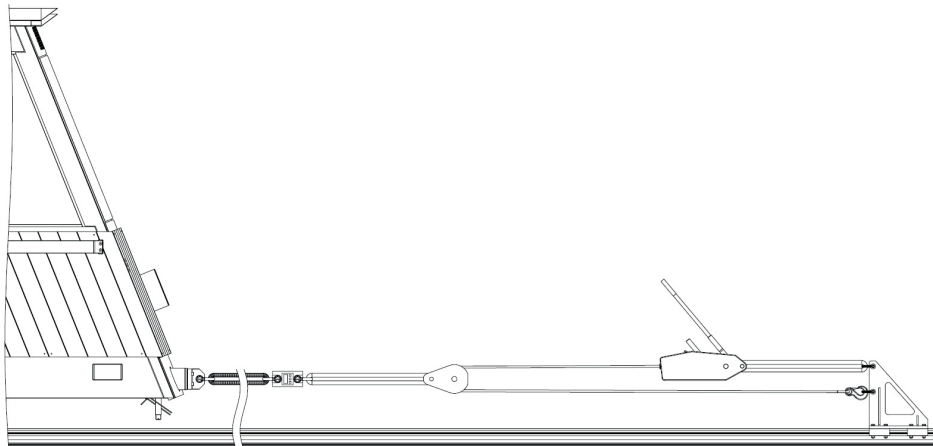


Abb. 1: Aufbau der statischen Fangbremsprüfung