

# Prüfstand für Sporthelme und Protektoren

## Entwicklung, Aufbau und Inbetriebnahme

### Diplomand



Nicolas Boner

**Ausgangslage:** Hersteller von Schutzausrüstung wie Sporthelmen, Protektoren oder Bouldergeräten sehen sich ähnlichen Sicherheitsanforderungen hinsichtlich Crashverhalten ihrer Produkte konfrontiert. Für Zulassung und Marktakzeptanz müssen diese Produktgruppen genormte Prüfverfahren bestehen. Dadurch wird geprüft, ob die Produkte die sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllen. Durch eine frühzeitige Charakterisierung der Materialien, Komponenten und Bauweisen im Entwicklungsprozess, können die Entwicklungskosten und Entwicklungszeiten reduziert werden. Die Verfügbarkeit von Testcentern in der Schweiz ist stark eingeschränkt und die Beschaffung von normgerechten Prüfständen ist mit grossen finanziellen Investitionen verbunden. Aus diesem Grund wurde an der OST im Herbst 2022 ein Konzept eines universellen Prüfstands entwickelt und im Rahmen dieser Bachelorarbeit optimiert, aufgebaut und umgesetzt.

Das Ziel des Prüfstands ist die Messung der übertragenen gedämpften Kraft von Bergsteigerhelmen sowie die Ermittlung der kritischen Fallhöhe von Bouldergeräten mittels Messung der Bremsbeschleunigung. Zudem muss der Prüfstand für den Test von Sandwich-Composite-Bauteilen nachrüstbar sein.

**Vorgehen / Technologien:** Zu Beginn wurde das bestehende Konzept analysiert und für das Sicherheitsmanagement eine FMEA-Analyse durchgeführt. Auf dieser Grundlage wurde ein Sicherheitskonzept entwickelt und anschliessend eine Kostenkalkulation erstellt. Da die Kosten das Budget überstiegen, wurde das Konzept überarbeitet. Dadurch konnten die Investitionskosten um 40 % gesenkt werden.

Der Prüfstand, welcher aus einem Beton-Fundament, einem Aluminiumgestell und verschiedenen mechanischen sowie elektronischen Komponenten besteht, ist rund 6.5 Meter hoch und 1.1 Tonnen schwer. Der Fallkörper wird vom Bediener mittels elektrischer Seilwinde auf die geforderte Höhe angehoben. Dabei wird die Höhe durch einen Inkrementalgeber gemessen und in Echtzeit auf einem Notebook angezeigt. Anschliessend wird der Fallprozess durch den Bediener ferngesteuert ausgelöst. Dadurch wird die Entkopplung durch einen elektrisch angetriebenen Hubmagnet betätigt. Unmittelbar vor dem Aufprall wird die Geschwindigkeit des Fallkörpers gemessen und die Kraftmessung aktiviert. Während des Aufpralls zeichnen vier piezoelektrische Messelemente mit einer Frequenz von 20 kHz den Kraftverlauf auf. (Abbildung 1)  
Zur Bestimmung der kritischen Fallhöhe war ein triaxialer Beschleunigungssensor vorgesehen, der aufgrund der Chipkrise zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme nicht lieferbar war.

**Ergebnis:** Durch den Prüfstand kann zuverlässig und reproduzierbar das Stossdämpfungsvermögen und die Durchdringungsfestigkeit von Bergsteigerhelmen ermittelt werden. Die Ergebnisse aus den Helmprüfungen entsprechen den Anforderungen des Auftraggebers und sind vergleichbar mit den Ergebnissen von zertifizierten Prüfständen. Es wird eine Genauigkeit der Fallhöhe von  $\pm 1\text{cm}$  und eine maximale Abweichung von 5 % der Geschwindigkeit eines theoretisch freien Falls erreicht. Zudem kann der Prüfstand zur Ermittlung der kritischen Fallhöhe von Bouldergeräten nachgerüstet werden. Somit bietet der Prüfstand, Unternehmen wie der Mammut Sports Group, eine dynamische und flexible Alternative zur Charakterisierung ihrer Produktentwicklungen.

Abbildung 1: Auszug aus "Test Protocol - Crag Sender"  
Eigene Darstellung

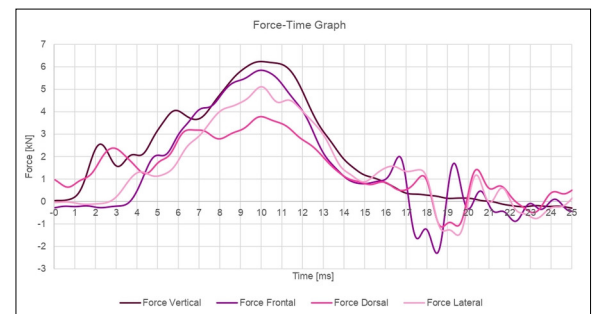


Abbildung 2: Visualisierung Prüfstand  
Eigene Darstellung

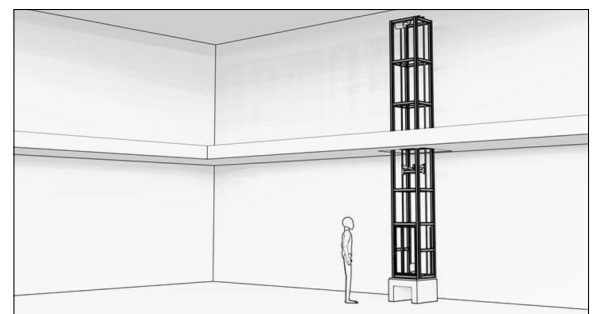


Abbildung 3: Nullpunktaufnahme am Helm  
Eigene Darstellung



### Referent

Dominik Stapf

### Korreferent

Prof. Dr. Michael Niedermeier,  
Hochschule Ravensburg-Weingarten,  
Weingarten, BW

**Themengebiet**  
Konstruktion und Systemtechnik,  
Produktentwicklung