

Entwicklung eines topologieoptimierten Para Ski nordisch Sitzschlittens in Faserverbundbauweise für den Einsatz im paralympischen Spitzensport

Masterarbeit // M. Eng. Tom Greiner // Hochschule Merseburg

Zusammenfassung der Arbeit

Im paralympischen Spitzensport ist ein perfekt auf die Athletin oder den Athleten abgestimmtes Sportgerät entscheidend, um die volle Leistungsfähigkeit zu entfalten. Gerade im Para Ski nordisch als Ausdauersportart muss ein Sportgerät leicht und dennoch steif sein, um den Kraftaufwand für die Bewegung zu minimieren und gleichzeitig Stabilität und Sicherheit in den Fahrmanövern zu gewährleisten. Da die individuellen Anforderungen im Parasport stark variieren, stellt jedes Sportgerät ein maßgeschneidertes Unikat dar – eine Herausforderung, die die technologische Entwicklung in diesem Bereich besonders anspruchsvoll macht.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit die Entwicklung eines innovativen Sitzschlittens für den paralympischen Spitzensport gewählt. Die Arbeit entstand am Institut für Forschung und Entwicklung von Sportgeräten (FES) in Berlin, das deutschen Athletinnen und Athleten technologischen Vorsprung verschafft. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf maßgeschneiderten Lösungen in Bereichen, in denen am freien Markt bislang keine vergleichbaren Produkte verfügbar sind.

Vor diesem Hintergrund wurde ein neuartiger, topologieoptimierter Sitzschlitten in Faserverbundbauweise für die international erfolgreiche Para-Ski-Athletin Anja Wicker entwickelt. Ziel war es, das Systemgewicht auf ein Minimum zu reduzieren, ohne Steifigkeit und Stabilität einzubüßen und gleichzeitig die ergonomischen Anforderungen der Athletin optimal zu berücksichtigen.

Hierfür wurde zunächst das bestehende Schlittenmodell hinsichtlich Gewicht, Steifigkeit und Ergonomie analysiert und in enger Zusammenarbeit mit der Athletin die Anforderungen für die Neuentwicklung definiert. Auf dieser Basis entstand mithilfe numerischer Optimierungsverfahren – darunter Topologie- und Waddickenoptimierung – eine gewichts- und spannungsoptimierte Grundstruktur, die anschließend in einen orthotropen Laminataufbau überführt und hinsichtlich Steifigkeit und Festigkeit feinjustiert wurde. Alle für die Fertigung erforderlichen Daten, wie Formenbauten, Laminatpläne sowie Zuschnitt- und Fräsdaten, wurden daraufhin abgeleitet. Die Herstellung erfolgte im Prepreg-Autoklav-Verfahren aus kohlefaserverstärktem Kunststoff, einem Werkstoff mit hoher struktureller Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht.

Durch diese Kombination aus Simulation, Optimierung und moderner Fertigung konnte das Systemgewicht des neuen Schlittens um rund 21 % reduziert werden, während die Systemsteifigkeit in relevanten Lastfällen um mindestens 11 % bis zu 975 % gesteigert wurde. Damit steht der Athletin ein innovatives, individuell angepasstes Sportgerät zur Verfügung. Es wird bei den Paralympischen Winterspielen 2026 in Cortina d’Ampezzo zum Einsatz kommen und verschafft ihr einen wichtigen technologischen Vorteil, der ihren sportlichen Erfolg maßgeblich unterstützt.