

InnoAERO-ML

Innovativer Ansatz für die aerodynamische Optimierung von Rennrad-Laufrädern basierend auf maschinellem Lernen

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | KS 24/26, KS 24/26, Bridge Ausschreibung 2024/01 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.01.2025 | Projektende | 31.12.2027 |
| Zeitraum | 2025 - 2027 | Projektlaufzeit | 36 Monate |
| Keywords | Rennrad-Laufräder; aerodynamisches Optimierungsverfahren; Maschinelles Lernen; numerische Strömungssimulation; Windkanaltests; | | |

Projektbeschreibung

In beinahe jedem Rennsport ist ein optimal ausgelegtes Sportgerät entscheidend für große Erfolge. Hier gewinnt die Aerodynamik zunehmend an Bedeutung, um einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung von noch höheren Renngeschwindigkeiten zu leisten. Denn wenn der Widerstand des Gesamtsystems – Mensch und Sportgerät – reduziert wird, können höhere Fahrgeschwindigkeiten bei gleichem Energieaufwand erreicht und somit Rundenzeiten reduziert werden. Dieses Optimierungspotenzial muss ausgeschöpft werden, um auch in Zukunft die großen Erfolge der österreichischen Athletinnen und Athleten nachhaltig zu sichern sowie zukünftigen heimischen Nachwuchsathletinnen und Nachwuchsathleten optimales Equipment zur Verfügung stellen zu können.

Der Fokus dieses Forschungsprojektes liegt dabei auf der Entwicklung eines numerischen Simulationsverfahrens für die Optimierung von Rennrad-Laufrädern. Um den Optimierungsaufwand möglichst gering zu halten und so Ressourcen zu sparen, wird in diesem Projekt ein innovatives, auf maschinellem Lernen basierendes aerodynamisches Optimierungsverfahren entwickelt.

Den Ausgangspunkt für dieses Verfahren stellt das Vortex-Panel-Verfahren dar. Beim Vortex-Panel-Verfahren bereitet jedoch die Berechnung der Ablösungspunkte Probleme, wodurch die Widerstandskraft ungenau vorhergesagt wird. Das im Rahmen dieses Projekts entwickelte Modell setzt genau an diesem Punkt an, um gezielt die Modellierung des Ablöseverhaltens zu verbessern. Dazu wird ein Modell, basierend auf neuronalen Netzwerken, mithilfe von maschinellem Lernen anhand von umfangreichen experimentellen Daten trainiert. Diese experimentellen Trainingsdaten werden mithilfe von Particle Image Velocimetry im Windkanal bei einer Vielzahl von Parametern erhoben. Dadurch ist das Modell in der Lage, auch für zukünftige Geometrien die Strömungsverhältnisse realitätsgetreu wiederzugeben.

Nach erfolgreicher Validierung können die aerodynamischen Eigenschaften neuer Felgen-Prototypen mit diesem Verfahren analysiert und Optimierungspotenzial identifiziert werden, um einen Wettbewerbsvorteil zu generieren.

Abstract

In almost every racing sport, well-designed sports equipment plays a crucial role in achieving success. Aerodynamics, in particular, is increasingly important as it significantly contributes to higher racing speeds. By reducing the air resistance of the overall system - including the athlete and sports equipment - higher speeds can be achieved with the same energy

expenditure, resulting in reduced lap times. It is essential to fully leverage this optimization potential to sustainably secure the continued success of Austrian athletes and to provide future young Austrian athletes with the best possible equipment. The primary aim of this research project is to develop a numerical simulation method for optimizing racing bike rims. To minimize the optimization effort and conserve resources, an innovative aerodynamic optimization method based on machine learning is developed.

The starting point for this method is the vortex panel method. However, with the vortex panel method challenges arise in accurately predicting detachment points, leading to inaccuracies in resistance force prediction. The model developed in this project focuses on enhancing detachment behaviour modelling. A neural network-based model is trained using extensive experimental data gathered via particle image velocimetry in a wind tunnel with varied parameters. This enables the model to realistically replicate flow conditions for future geometries.

After successful validation, this method can be utilized to analyze the aerodynamic properties of new racing bike rim prototypes. Identifying optimization potential enables the generation of a competitive advantage.

Projektkoordinator

- Technische Universität Graz

Projektpartner

- Xentis Composite Entwicklungs- und ProduktionsgmbH