

Die Füllbereiche (hellblau) können inkrementell mit Blockelementen aufgefüllt werden, um die Beladungslücken stromauf und stromab zwischen 10.4 mm und 1303.3 mm (entspricht $1/50 L_c$ bzw. $2.5 L_c$) zu variieren. Anhand der Kraftmessdaten wurde der Widerstandbeiwert in Strömungsrichtung $c_{f,x}$ bei einer Reynoldszahl von 5.5×10^5 in Bezug auf die Wagenbreite gemessen (entspricht einer Anströmgeschwindigkeit von ca. 50 m/s). Die Parameterstudie wurde bei einem Anströmwinkel von 0° und zusätzlich 5° durchgeführt, um den Effekt von Seitenwind auf die Ergebnismatrix einzubeziehen. Zusätzlich wurden Validierungsmessungen in Bezug auf die Sensitivität der Reynoldszahl sowie der vom Anströmkörper erzeugten Grenzschichtbedingungen durchgeführt. Dazu wurden Messungen mit zusätzlichen Rauigkeiten am Anströmkörper wiederholt, um den Einfluss einer größeren Grenzschicht bzw. der Simulation eines längeren Güterzugabschnitts vor dem Testcontainer zu bestimmen. Des Weiteren wurden bei ausgewählten Konfigurationen die Strömungsstrukturen in der Beladungslücke stromauf, zwischen Anströmkörper und Testcontainer, mit PIV untersucht [1].

Im ersten Schritt wurde der Strömungswiderstand des Testcontainers $c_{f,x}$ für ausgewählte Lückengrößen stromauf und fester Lücke von 52 mm stromab (vice versa) gemessen. Abb. 2 (links) zeigt die resultierende Abhängigkeit für $c_{f,x}$ bei 0° & 5° Anströmwinkel mit Angabe der Beladungslücken in Originalgröße. Die farblich hervorgehobenen Bereiche markieren Beladungslücken, die bei einem typischen Güterwagen, hier: Typ SGMMNS 52' & SGNSS 80' (CC: Container-Container-Abstand, mit/ohne WW: Wagen-Wagen-Übergang) auftreten können. Zusätzlich ist Abb. 2 (links) in sechs Regime I-VI unterteilt, in denen die Verläufe auf unterschiedliche, charakteristische Strömungsstrukturen hindeuten. Diese Unterteilung kann nicht nur eingesetzt werden um ein bestehendes Beladungsschema, sondern auch zukünftige Güterwagen bereits im Designprozess aerodynamisch zu optimieren. Im zweiten Schritt wurden einzelne Kombinationen gemessen, um die Abhängigkeit zwischen den Lücken stromauf und stromab zu betrachten. Die Abweichung bei unabhängiger Betrachtung der Lücken stromauf/stromab beträgt $<3\%$. Abb. 2 (rechts) zeigt die visualisierte Ergebnismatrix für den quantitativen Zusammenhang zwischen Beladungslücken stromauf/stromab und dem Strömungswiderstand des Testcontainers bei 0° . Die nicht gemessenen Kombinationen wurden linear interpoliert. Diese Ergebnismatrix bildet die Grundlage, um den Einfluss des Beladungsschemas eines Güterzugs im Normalbetrieb auf dessen Energieverbrauchsbilanz zu berechnen.

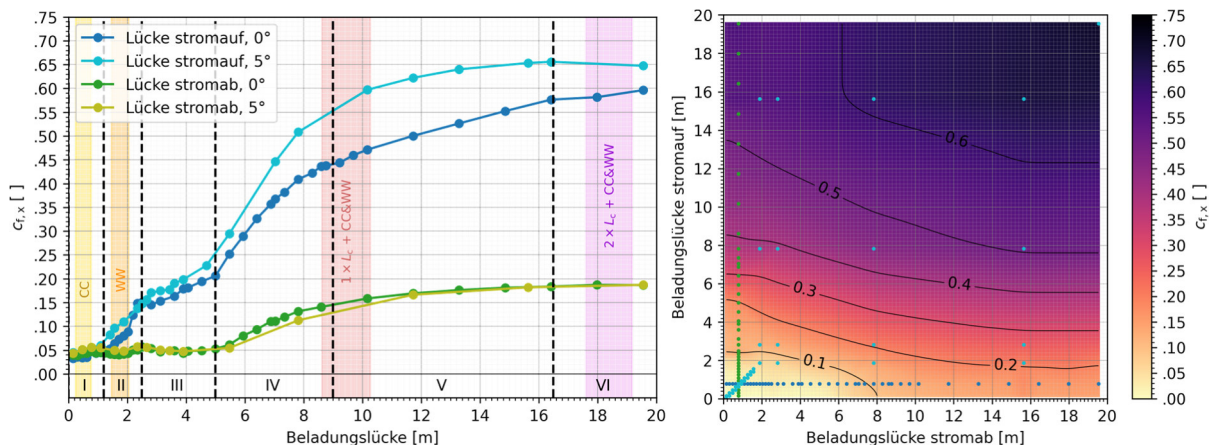


Abb. 2: Abhängigkeit des Strömungswiderstandbeiwerts $c_{f,x}$ von der Größe der Lücken stromauf und stromab bei 0° und 5° Seitenwind (links); Visualisierung der Ergebnismatrix für $c_{f,x}$ bei 0° (rechts)

This work is part of FR8Rail IV project that has received funding from the ER-JU under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme GA 101004051. The article reflects only the authors' views and the Joint Undertaking is not responsible for any use that may be made of the information it contains.



[1] Siegel, Lars et al., „Aerodynamischer Einfluss von Lücken im Beladungsschema von Güterzügen - Teil 2: Analyse der Strömungsstrukturen mittels Particle Image Velocimetry“, STAB-Workshop, Göttingen, 2023.