

### Statistische Nachfrageprognose für die Bahnlinie Chur - Arosa

In dieser Arbeit wurden statistische Modelle zur Vorhersage der stark schwankenden Fahrgastnachfrage für die Chur-Arosa-Linie der Rhätischen Bahn (RhB) erstellt. Die Linie wird hauptsächlich von Touristen genutzt und ist daher stark von der Saison und dem Wetter beeinflusst. Die immer älter werdenden Anhängewaggons und die steigende Nachfrage erfordern präzisere Prognosen zur Bewältigung der Passagierzahlen.

Aus den beobachteten Fahrgastfrequenzen und den Reservationsdaten von Gruppen wurde für jeden Zug die Nachfrage als Zielvariable festgelegt. Wetterdaten kombiniert mit relevanten Ereignissen, Saison, Feiertagen und Schulferien in der Schweiz wurden als Prädiktoren für die statistischen Modelle verwendet.

Ein General Additive Model (GAM) wurde verwendet, um die tägliche Passagierzahl basierend auf einer Poisson-Verteilung darzustellen. Für die Fahrgastprognose von stündlich verkehrenden Zügen wurden zwei Modelle erstellt. Das eine ist ein Generalized Linear Model (GLM) basierend auf einer negativen Binomialverteilung und das andere basiert auf einem Random Forest. Beide Modelle liefern eine Punkt- und Intervallvorhersage.

Die In-Sample-Tests zeigten, dass die Vorhersagen ohne Bias sind, aber einer erheblichen zufälligen Streuung unterliegen. Die Ergebnisse der Out-Sample-Tests mit aktuellen Daten zeigten, dass alle Modelle mit den Beobachtungen auf einer realistischen und nutzbaren Basis übereinstimmen.

Nach den Tests wurde in einem Feldversuch geprüft, wie sich der Gebrauch von historischen, gemessenen Wetterdaten im Trainingsset vom Gebrauch von Wettervorhersagen unterscheiden. Während der Testwoche kam der Bedarf nach zusätzlichen statistischen Modellen für die Aufteilung in erste und zweite Klasse zutage. Zudem wurde das Random Forest-Modell wegen seines sehr breiten Vorhersageintervalls und dem festgestellten Bias verworfen. Die Änderungen wurden in die Shiny Web-App implementiert und der RhB über den Shiny-Server zur Verfügung gestellt.

Mit den vorliegenden Modellen konnte eine akzeptabel präzise Vorhersage für den Mittelwert der Nachfrage jedes Zuges während des Tages gemacht werden. Um jedoch ausserordentlich hohe Fahrgastzahlen (Verkehrsspitzen) vorhersagen zu können, müsste ein Extremwertmodell angepasst werden. Mit einer zusätzlichen Datenverbindung zu lokalen Tourismusorganisationen und Bergbahnen könnte das Modell von wichtigen zusätzlichen Inputfaktoren profitieren.



Diplomierende  
Andreas Streuli  
Roman Zech

Dozent  
Marcel Dettling



Zug der RhB auf dem Lagwieser Viadukt zwischen Chur und Arosa. (Bild: zVg/RhB)

#### Nachfrageprognose Strecke Chur - Arosa



Prognose-Tool als Shiny Web-App