

# STUDIENARBEIT

## Automatisierte Ableitung von Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufen aus Trajektorien Verkehrsteilnehmender



Bearbeitung: **Armin Kollascheck**  
geboren am **21.12.1994** in Rudolstadt  
Studiengang **Verkehrswissenschaften**

Betreuung: **Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike**

**Ing. Bärwolff**

Zeitraum: **27. April bis 27. Juli 2020**

### Motivation

Mit Hilfe von Bildverarbeitungsprogrammen können Videoaufnahmen des Individualverkehrs zur Verkehrserhebung an Querschnitten und Knotenpunkten genutzt werden. Durch die stetige Verbesserung in der Bildverarbeitung ist es heutzutage möglich die genauen Abläufe der sich im Video bewegenden Fahrzeuge, Fahrräder oder zu Fuß Gehenden zu erkennen und zu analysieren. Die ermittelten Trajektorien der erkannten Objekte weisen jedoch Schwankungen im niedrigen Frequenzbereich auf, die eine detaillierte Analyse des Verkehrs inklusive der Berechnung von Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufen erschweren. Durch die Anwendung von ausgewählten Glättungsverfahren kann eine signifikante Rauschminderung bewirkt und somit verbesserte Resultate in der Analyse erzielt werden. Ebenso können vorhandene Lücken in den aufgenommenen Trajektorien, die durch Verdeckung des verfolgten Objektes entstehen können, durch entsprechende Transformationen geschlossen werden.

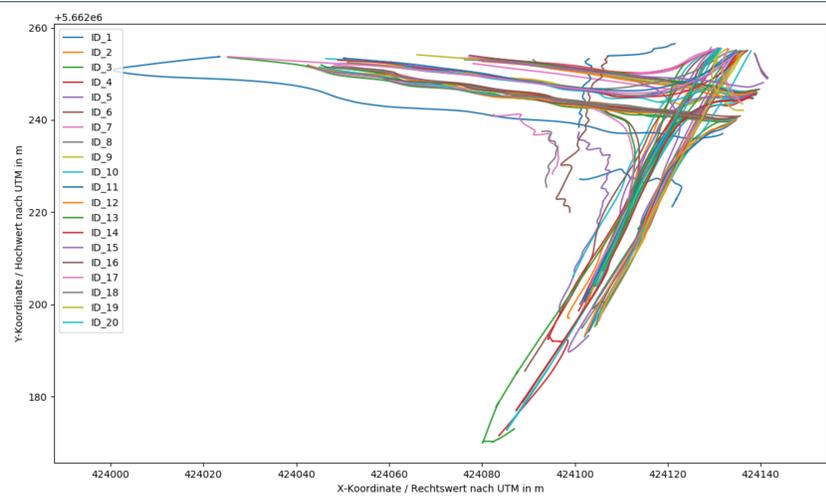


Abbildung 1: Koordinaten von 100 im Blickfeld einer Kamera erfassten Objekten an einem Knotenpunkt in Radeberg

### Methodik

Im Rahmen der Arbeit wurden verschiedene Verfahren zur Transformation von Trajektorien Daten des Individualverkehrs an Beispieldaten von Videosequenzen eines Knotenpunktes angewandt und untersucht. Für die Minderung des Rauschens wurde der einfache gleitende Mittelwert und der Savitzky-Golay-Filter betrachtet. Zur Verbesserung der Trajektorien Daten bei einem Ausfall der Objektverfolgung kam es zur Anwendung verschiedener Arten der Spline-Interpolation. Daneben erfolgten die Erstellung und Untersuchung eines Kalman-Filters, der für beide Problematiken eine Lösung darstellen kann. Dabei war auch eine Untersuchung zur Wahl der einflussnehmenden Parameter erforderlich, da diese das Ergebnis der Transformation stark verändern können. Zur Automatisierung der Auswertung von Trajektorien Daten wurde ein Programm implementiert, welches bereits in Weltkoordinaten transformieren Trajektorien Daten einlesen, bearbeiten, anzeigen und abspeichern kann. Die bereits erwähnten Verfahren zur Aufbereitung der Trajektorien wurden in das Programm integriert. Ebenfalls enthalten ist die Berechnung der Strecken-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufe, die in Form von Diagrammen angezeigt werden können.

### Fazit

Sowohl der einfache gleitende Mittelwert als auch der Savitzky-Golay-Filter können das Rauschen in den Trajektorien Daten abmildern und liefern sehr ähnliche Ergebnisse. Mit Hilfe der Verfahren konnten realistische und daher aussagekräftige Ergebnisse für die Geschwindigkeitsverläufe der sich bewegenden Objekte erzielt werden. Der deutlich komplexere Kalman-Filter, bei dem die Geschwindigkeit und die Beschleunigung direkt in das Verfahren mit einfließen, führt zu deutlich glatteren Verläufen, wodurch auch für die Beschleunigung ein Verlauf ohne hochfrequente Schwankungen entsteht.

Das Bestimmen von möglichst realistischen Rechts- und Hochwerten an Trajektorienverläufen mit fehlenden Messwerten gestaltet sich deutlich schwieriger, da die Trajektorien Daten vor und nach einem Verdecken des Objektes streuen und zusätzlich auch grobe Fehler im Trajektorienverlauf hinzukommen. Hierbei ist eine einfache lineare Spline-Interpolation das Mittel der Wahl, da sowohl der aufwändigere Kalman-Filter als auch die Spline-Interpolation mit höheren Polynomgraden zu starken Fehlern in den Trajektorien führen. Die Übertragbarkeit auf andere fehlende Trajektorien Daten ist jedoch nicht gegeben, da eine Verdeckung und das Verhalten des Objektes in dieser Zeit sehr unterschiedliche Ausprägungen haben kann.

Es kann gesagt werden, dass eine Aufbereitung der Trajektorien Daten zu einer Verbesserung der Ergebnisse und somit zu einer detaillierteren Analyse des Verkehrs beitragen kann. Allerdings können die Transformationen keine groben Fehler, die bei der Objektverfolgung entstehen, ausgleichen und sind daher nicht in der Lage, robuste und genaue Bildverarbeitungsprogramme zu ersetzen.

Im Verlaufe der Arbeit konnte erfolgreich ein entsprechendes Programm zur Auswertung von Trajektorien Daten implementiert werden. Das Programm kann die behandelten Transformationen an Trajektorien anwenden und die Ergebnisse in Form von Diagrammen anzeigen. Eine Berechnung der Bewegungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverläufe als auch einer Auswahl von Mittelwerten und Varianzen in Bezug auf wichtige Kenngrößen ist ebenfalls enthalten. Das Programm verfügt dabei über eine eigene Benutzeroberfläche, die eine Nutzung der implementierten Funktionen durch Dritte gewährleistet.

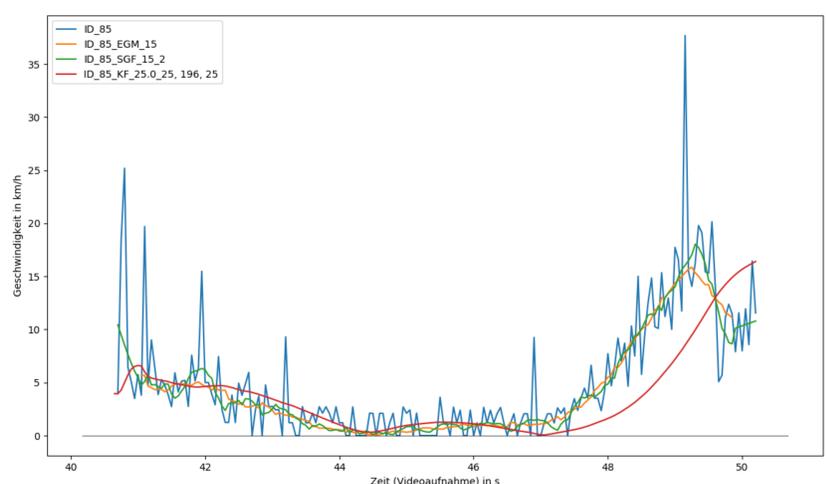


Abbildung 2: Geschwindigkeitsverlauf eines Fahrzeuges unter Anwendung des einfachen gleitenden Mittelwerts (gelb), des Savitzky-Golay-Filters (grün) und des Kalman-Filters (rot) sowie der unveränderte Verlauf (blau)