

DIPLOMARBEIT

Kalibrierung eines Tracking-Algorithmus auf Basis der Genauigkeit der abgeleiteten Verkehrsstärken



Bearbeitung:

Armin Kollascheck
geboren am 21.12.1994 in Rudolstadt
Studiengang Verkehrsingenieurwesen

Betreuung:

Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike, Dipl.-Ing. Martin Bärwolff, Dipl.-Ing. Sebastian Buck

Zeitraum:

1. Dezember 2020 bis 21. Mai 2021

Motivation

Mit Hilfe von Objektdetektionssystemen und Trackern können Videoaufnahmen zur stromfeinen Zählung des Individualverkehrs an Querschnitten und Knotenpunkten genutzt werden. Diese automatisierte Vorgehensweise ist deutlich günstiger als die manuelle Alternative mit Zählpersonal, weist jedoch Verbesserungspotenzial hinsichtlich der Güte der Zählergebnisse auf. Der unter anderem von Bochinski entwickelte IOU-Tracker in Verbindung mit dem Objektdetektionssystem YOLOv5x6 stellt eine von vielen Methoden zur automatisierten Bestimmung von Trajektorien und damit auch zur stromfeinen Zählung des Individualverkehrs dar. YOLOv5x6 detektiert dabei alle erkennbaren Objekte aus den Videosequenzen der Verkehrsströme. Diese können durch den IOU-Tracker zu Tracks mit entsprechenden Trajektorien gruppiert werden.

In dieser Arbeit wurde untersucht, welche Parameterwerte des IOU-Trackers zu einer möglichst hohen Güte der Zählergebnisse führen und inwieweit der IOU-Tracker für das automatisierte stromfeine Zählen des Individualverkehrs geeignet ist. Eine zentrale Rolle spielte dabei das Analysieren des Einflusses, den die einzelnen Parameter des IOU-Trackers auf die Güte der Zählergebnisse haben. Dabei galt es auch abzuschätzen, welchen Effekt die unterschiedlichen Zählenszenarien auf den Zusammenhang von Parametern und Güte haben. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen eine Basis für eine potenziell umfangreichere Anwendung des IOU-Trackers bei der Zählung des Verkehrs bilden.

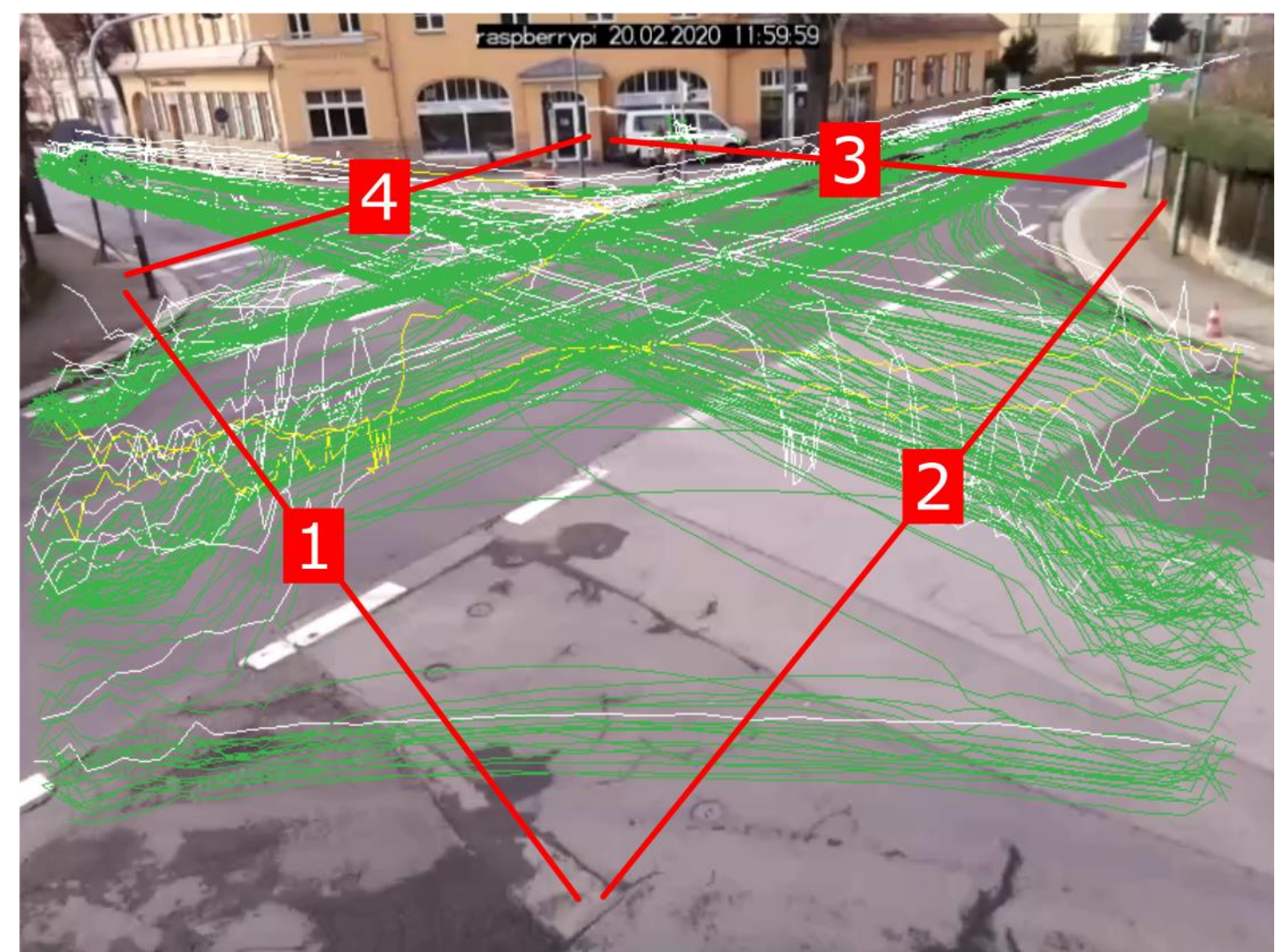


Abbildung 1: mittels des Objektdetektionssystems YOLOv5x6 und des IOU-Trackers gefundene Trajektorien von Fahrzeugen sowie für die Zuordnung zu einem Verkehrsstrom verwendete Linien der Querschnitte eines Knotenpunktes in Radeberg

Methodik

Zur Quantifizierung des Einflusses der Parameter des IOU-Trackers auf die Güte der Zählung wurden für acht verschiedene Zählenszenarien im MIV eine Sensitivitätsanalyse mittels Elementar-effekt-Methode durchgeführt. Für die genauere Untersuchung der Zusammenhänge erfolgte außerdem für die gewählten Zählenszenarien die Berechnung der Güte von 1000 möglichst diversen Parameterkombinationen. Auf Basis der dabei berechneten Ergebnisse konnte eine erste Eingrenzung der Wertebereiche der Parameter bezüglich hoher Güteerfolge erfolgen. Zur weiteren Eingrenzung und der Bestimmung von optimalen Parameterkombinationen für jedes Zählenszenario wurde innerhalb dieser Wertebereiche erneut eine hohe Anzahl an Parameterkombinationen generiert und die zugehörige Güte ermittelt. Durch eine Analyse der gefundenen optimalen Parameterkombinationen konnte die Existenz einer universell anwendbaren Parameterkombination beurteilt werden.

Für die Berechnung der Zählergebnisse eines Zählenszenarios und ausgewählter Parameterkombinationen war ein Tool zur stromfeinen Zählung des Verkehrs auf Basis des IOU-Trackers zu implementieren. Die zu bestimmende Güte sowie eine Auswertung der Zusammenhänge machten das Anlegen eines Tools zum Vergleich der Zählergebnisse erforderlich.

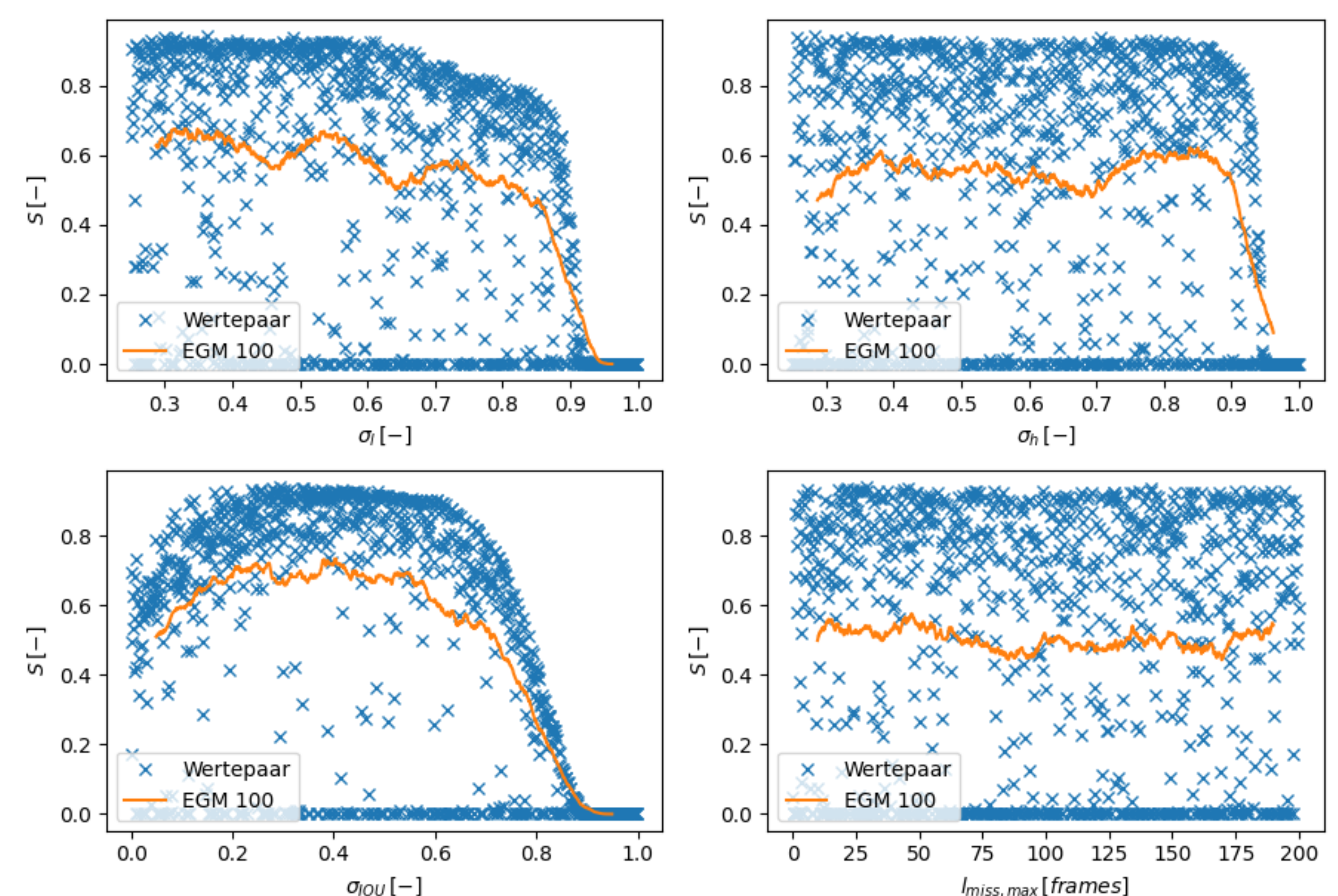


Abbildung 2: Sensitivitätswerte und einfacher gleitender Mittelwert über den jeweils vier veränderten Parametern der mittels Latin-Hypercube-Sampling generierte Parameterkombinationen eines Zählenszenarios

Fazit

Die Untersuchungen zeigen, dass ein stromfeines, automatisiertes Zählen des MIV auf Basis des IOU-Trackers und des Objektdetektionssystems YOLOv5x6 bei gleichzeitig hoher Güte möglich ist. So konnten bei einigen der Knotenpunkt- und Querschnittszählungen Sensitivitäten von über 0,9 erreicht werden. Konkret erkennt das System in diesen Zählenszenarien über 90 % der Fahrzeuge und ihre Fahrtbeziehung korrekt. Das verwendete System kann für das Zählen des Verkehrs bei einem vielbefahrenen Kreisverkehr sowie bei unzureichender Beleuchtung nicht überzeugen. Bessere Ergebnisse sind hierbei nur durch eine bessere Kamerapositionen, ein Trainieren des Objektdetektionssystems auf das Erkennen von Fahrzeugen bei Finsternis oder eine verbesserte Kamertechnik für Aufnahmen bei Dunkelheit zu erzielen. Problematisch bleibt, dass der IOU-Tracker aufgrund seines Designs lange Verdeckungen von zu zählenden Objekten nicht kompensieren kann.

Alle untersuchten Parameter des IOU-Trackers haben einen Einfluss auf die Güte der Verkehrszählung. Am größten ist der Einfluss des Parameters σ_{IOU} , wohingegen der Parameter $l_{miss,max}$ nur eine Nebenrolle einnimmt. Die Unterschiede zwischen den optimalen Parameterkombinationen des IOU-Trackers fallen trotz der unterschiedlichen Zählenszenarien gering aus. So kann eine der gefundenen Parameterkombinationen für alle Zählenszenarien Sensitivitäten nah am Maximum des jeweiligen Szenarios liefern. Das Nutzen einer universellen Parameterkombination erscheint praktikabel.