

# DIPLOMARBEIT

## Eignung von Surrogate Safety Measures zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Einbiegen/Kreuzen-Interaktionen an Knotenpunkten



Bearbeitung: **Marie Keller**  
geboren am **26.07.1994** in **Freital**  
Studiengang **Verkehrswissenschaften**

Betreuung: **Prof. Dr.-Ing. Regine Gerike** **Dipl.-Ing. Martin Bärwolff**

Zeitraum: **März bis September 2020**

### Motivation und Zielstellung

Methoden und Verfahren, die im Rahmen der Verkehrssicherheitsarbeit und -forschung auf Unfalluntersuchungen zurückgreifen, sind reaktiver Art, da zu diesem Zeitpunkt sowohl materieller als auch menschlicher Schaden bereits entstanden ist. Zusätzlich ergeben sich weitere erhebliche Nachteile dieser unfallbasierten Ansätze wie beispielsweise lange Untersuchungszeiträume zur Bewertung der Sicherheit einer Verkehrsanlage. Das Verfahren mittels sogenannter Surrogate Safety Measures (SSM) überwindet diese Nachteile. SSM stellen dabei objektive Indikatoren dar, welche die Beurteilung der Kritikalität von Interaktionen ermöglichen und mit Hilfe derer Konflikte im Straßenverkehr identifiziert und quantifiziert werden können.

Ziel der Arbeit war die Untersuchung eines möglichen methodischen Vorgehens zur Bestimmung von SSM-Kenngrößen sowie eine Einschätzung der Eignung dieser Kenngrößen zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Verkehrsanlagen durch Vergleiche mit dem tatsächlichen Unfallgeschehen.

### Grundlagen

Für SSM-Untersuchungen werden anders als beim traditionellen unfallbasierten Ansatz das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden und Verkehrskonflikte, welche häufiger vorkommen, jedoch ebenso die Kausalität von Unfällen beschreiben, als Forschungsgrundlage herangezogen. Mittels der SSM-Kenngrößen kann die Schwere von Verkehrskonflikten quantifiziert werden. Auf Grundlage internationaler Untersuchungen hat sich eine Vielzahl von Kenngrößen und unterschiedliche Techniken sowie Vorgehensweisen in deren Anwendung etabliert. In der vorliegenden Arbeit standen die drei ausgewählten Kenngrößen Time-to-Collision (TTC), Post-Encroachment-Time (PET) und Extended Delta-V im Betrachtungsfokus.

Inwieweit die Anwendung der Kenngrößen das Ziel der Bewertung der Verkehrssicherheit erreicht, wird in entsprechenden Validierungsstudien ermittelt, welche den Zusammenhang zwischen den Kenngrößen und dem tatsächlichen Unfallgeschehen untersuchen. Bestehende Studien erzielen dahingehend verschiedene Ergebnisse und unterscheiden sich häufig hinsichtlich deren Studiendesigns, was die Entwicklung einheitlicher Techniken erschwert.

### Methodisches Vorgehen

Die zu untersuchenden Knotenpunkte bilden die Basis für alle weiteren Arbeitsschritte. Dabei ist die Berücksichtigung verkehrlicher sowie infrastruktureller Merkmale und die des jeweiligen Unfallgeschehens der Standorte bereits während deren Auswahl dem Ziel einer aussagekräftigen Auswertung dienlich. Dementsprechend galt es, vorrangig charakteristisch ähnliche Knotenpunkte/ Zufahrten mit sowohl hoher als auch geringer Unfallbelastung auszuwählen. Mittels der Datenerfassung und -aufbereitung galt es anschließend, anhand von Videoaufzeichnungen an den Untersuchungsstandorten Informationen zum verkehrlichen Ablauf jeder Zufahrt in einer Datenbank zusammenzufassen und für die Analyse geeignet aufzubereiten, indem zunächst alle Interaktionen und darauf aufbauend Konflikte aus der Gesamtheit an Verkehrsbewegungen während des Erhebungszeitraumes identifiziert und selektiert wurden. Hierfür diente die Programmsoftware DataFromSky dem automatisierten Fahrzeugtracking sowie dem Generieren zugehöriger Daten, welche in Excel weiterverarbeitet wurden. Eine subjektive Einschätzung der Kritikalität ausgewählter Interaktionen sollte deren Anzahl auf wesentliche Situationen verringern und den manuellen Arbeitsaufwand für die folgende Berechnung der Indikatoren mittels der Programmsoftware T-Analyst begrenzen. Dennoch ergab sich insgesamt ein sehr großer manueller Arbeitsaufwand für diese Art des Vorgehens, speziell für die Verwendung von Excel.

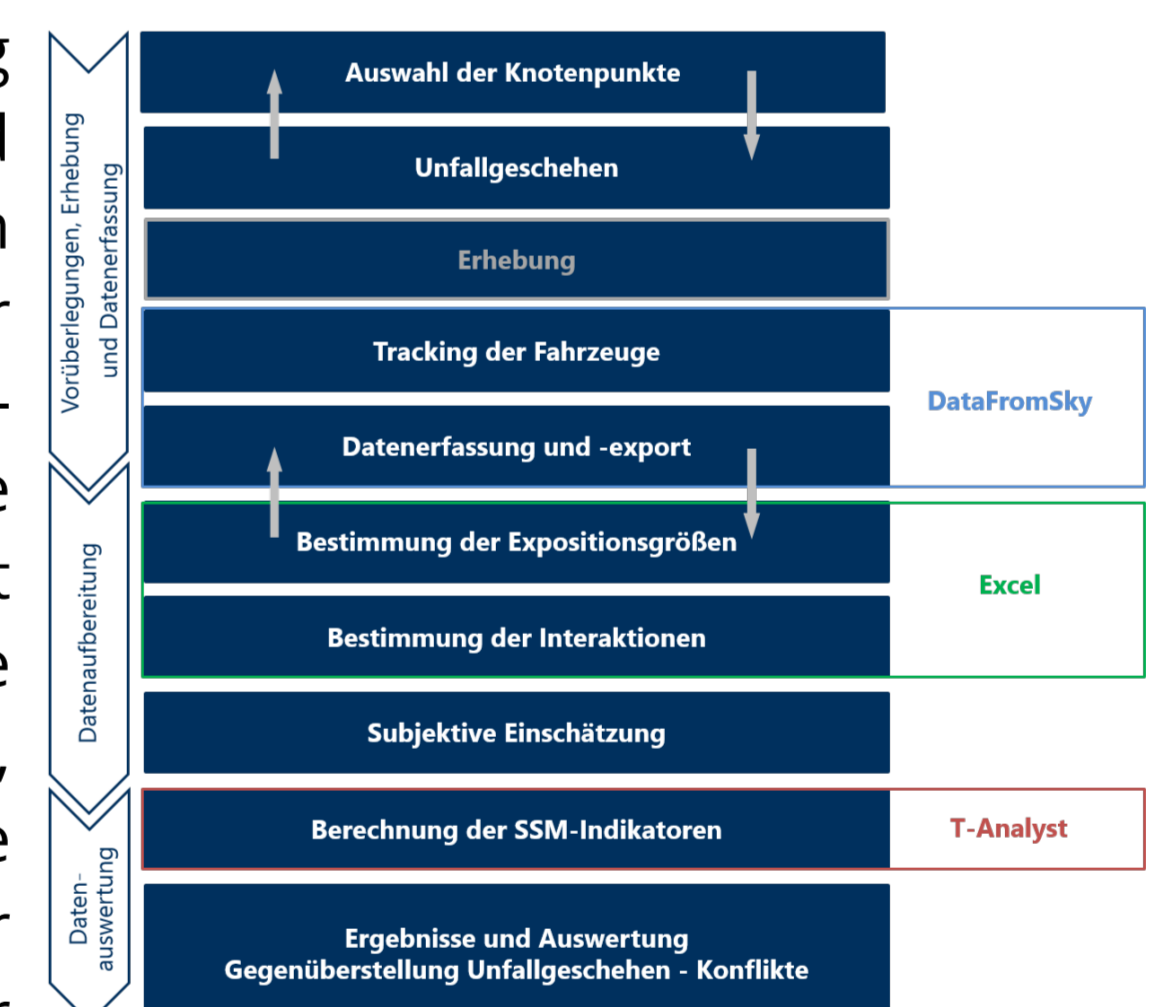


Abbildung 1: Struktur der durchgeführten Methodik

### Ergebnisse und Fazit

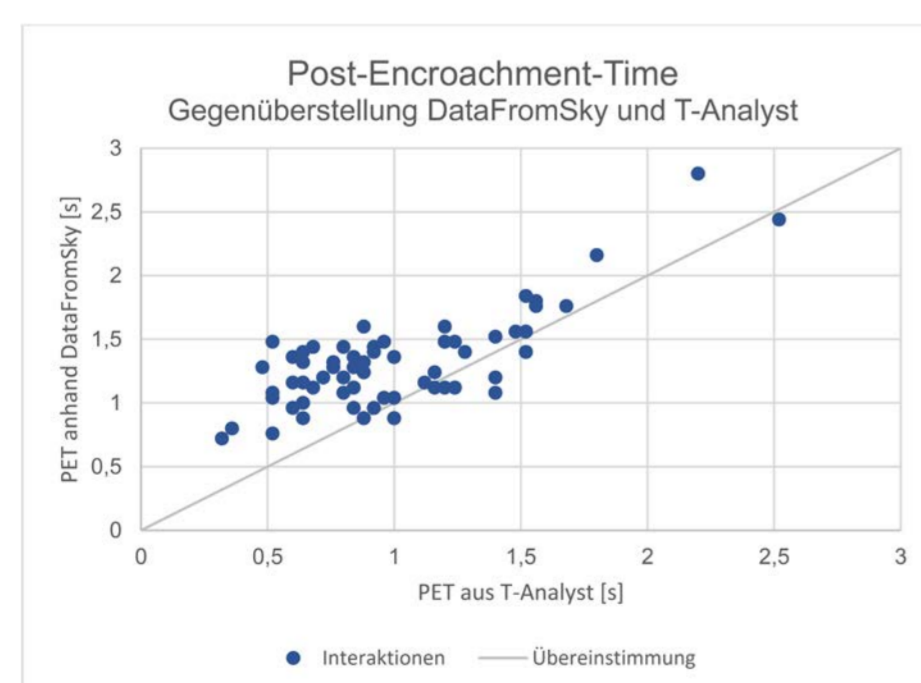


Abbildung 2: PET-Werte anhand von DataFromSky und T-Analyst

| Interaktionen (Rang nach TTC <sub>min</sub> ) | TTC <sub>min</sub> [s] | PET [s] | Delta-V4 [m/s] | Delta-V4 [m/s] | PET [s] | TTC <sub>min</sub> [s] | Interaktionen (Rang nach TTC <sub>min</sub> ) |
|---|------------------------|---------|----------------|----------------|---------|------------------------|---|
| 1   | 1,25                   | 0,64    | 0,07           | 0,53           | 0,96    | 3,90                   | 43  |
| 2   | 1,70                   | 0,48    | 0,08           | 0,09           | 0,64    | 4,00                   | 44  |
| 3   | 1,76                   | 0,64    | 0,06           | 0,75           | 0,52    | 4,16                   | 45  |
| 4   | 2,14                   | 0,64    | 0,20           | 0,12           | 1,52    | 4,26                   | 46  |
| 5   | 2,18                   | 1,20    | 0,46           | 0,45           | 0,84    | 4,32                   | 47  |
| 6   | 2,32                   | 0,92    | 0,05           | 0,05           | 1,48    | 4,44                   | 48  |
| 7   | 2,32                   | 0,36    | 1,04           | -              | 1,00    | 4,56                   | 49  |
| 8   | 2,32                   | 1,40    | 0,35           | 0,34           | 0,80    | 4,75                   | 50  |
| 9   | 2,33                   | 0,88    | 0,07           | 0,12           | 1,28    | 5,01                   | 51  |
| 10  | 2,35                   | 0,60    | 0,58           | 0,28           | 0,88    | 5,03                   | 52  |

Abbildung 3: Gegenüberstellung der SSM-Kenngrößen

Die Auswertung der Daten und Darstellung von Ergebnissen erfolgte vorrangig anhand einer Auseinandersetzung bezüglich der Plausibilität und eines Vergleichs der Werte für die Kenngrößen. Dabei zeigte sich, dass die mittels DataFromSky näherungsweise ermittelte PET grundsätzlich dem Ziel der Vorsortierung der Interaktionen dient, jedoch unterschiedliche Abweichungen von den durch T-Analyst erzeugten PET-Werten für die gleichen Interaktionen entstehen (Abb. 2). Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Ort der tatsächlichen Konfliktfläche aufgrund der Fahrbahnbreiten und individuellen Fahrwege zwischen den einzelnen Interaktionen stark variiert, der Ansatz mittels DataFromSky jedoch an einem festen Ort erfolgte. Darüber hinaus fiel bei der Betrachtung der SSM-Ergebnisse für einzelne Interaktionen auf, dass die Werte für die Kenngrößen in sehr verschiedenen Größenordnungen vorliegen und dass die einzelnen Interaktionen durch die drei Kenngrößen unterschiedlich schwer eingestuft werden (Abb. 3). Zusätzlich konnte ein Ansatz zur Auswertung der Ergebnisse anhand einer Zufahrt unter Berücksichtigung von Festlegungen wie Grenzwerten oder Expositionsgrößen aufgezeigt werden. Ein Vergleich derartiger Werte wird vor allem dann als zielführend erachtet, wenn eine Vielzahl an Standorten untersucht wird.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass eine konkrete Einschätzung der Eignung der Kenngrößen zur Beurteilung der Verkehrssicherheit bezüglich Einbiegen/Kreuzen-Interaktionen aufgrund des kleinen Untersuchungsrahmens in dieser Arbeit nicht abgeleitet werden konnte. Das aufgezeigte methodische Vorgehen ist aufwändig, jedoch grundlegend auf andere Untersuchungen mit größerem Untersuchungsrahmen übertragbar, auch unter der Maßgabe, den manuellen Arbeitsaufwand bspw. durch eine teilautomatisierte Datenaufbereitung zu reduzieren. In zukünftigen Betrachtungen ist eine Vielzahl an Untersuchungsstandorten mit großer Variabilität der Unfallhäufigkeiten für eine Einschätzung der Eignung von SSM-Kenngrößen unter Berücksichtigung festgelegter Grenzwerte und definierter Expositionsgrößen sowie weiterer Einflussfaktoren essenziell.