
Kurzfassung der Diplomarbeit

Name: L. Tolga Sagiroglu

**Thema: Ermittlung der Sicherheitsniveaus der Zwischenzeiten unter
Beachtung des Zufallscharakters der maßgebenden Parameter**

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze

M.Sc. Oytun Arslan

Eine der wichtigsten Anforderungen, die beim Straßenverkehr erfüllt sein soll ist die Gewährleistung der Sicherheit. Besonders bei plangleichen Knotenpunkte ist dies kritischer, weil Fahrwege, teilweise von unterschiedlichen Verkehrsströmen gemeinsam benutzt werden. Um diese gemeinsame Nutzung zu Regeln werden im Straßenverkehr die Lichtsignalanlagen; LSA eingerichtet. Die Einrichtung einer LSA dient im Straßenverkehr in erste Linie zur Erhöhung der Sicherheit und zur Verbesserung der Qualität. Dies ist eine betriebliche Maßnahme, bei der mit einer LSA in den Verkehrsablauf, in dem Sinne, dass nicht verträgliche Verkehrsströme abwechselnd angehalten bzw. freigegeben werden, eingegriffen wird. An den LSA bestehen derartige Begegnungen von nicht verträglichen Verkehrsströmen in der Regel innerhalb des Phasenübergangs. Um dies zu vermeiden, wird an den LSA als Schutzzeit die sogenannte Zwischenzeit eingeführt, die in Deutschland in Signalprogrammen durch die Gelbzeit, Rotgelbzeit, sowie Alles-Rotzeit dargestellt wird.

Die Zwischenzeitbemessung in Deutschland ist in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) geregelt. RiLSA definiert die Zwischenzeit als *“Die Zeitdauer zwischen dem Ende der Freigabezeit eines Verkehrsstroms und dem Beginn der Freigabezeit eines anschließend kreuzenden oder einmündenden Verkehrsstroms“*.

In der Theorie soll mit der Erhöhung der Zwischenzeit auch die Sicherheit steigen, aber durch den Faktor Mensch sowie zur Zwischenzeit im Konfliktstehende Kapazität, wird die Zwischenzeit bzw. dessen Einfluss auf die Sicherheit beschränkt. Demzufolge kann gesagt werden, dass eine Verlängerung der Zwischenzeit nicht immer als Erhöhung der Sicherheit angesehen werden kann und, dass die Sicherheitsprobleme sowohl bei kurzen als auch bei langen Zwischenzeiten entstehen können. Es muss aber hierbei erwähnt werden, dass absolute Sicherheit in der Praxis auf keinen Fall realisierbar ist.

Die für Zwischenzeitmessung relevante Eingangsparameter in den RiLSA festgelegt sind. Bei dieser Festlegung, ignorieren RiLSA, dass diese Parameter, besser gesagt deren Größe, in der Tat ein Zufallscharakter aufweist. Bei der Zwischenzeitbemessung in anderen Ländern bleibt die Berücksichtigung des Zufallscharakters der Eingangsparameter, genauso wie in Deutschland, unberührt. Eigene Vermutung sagt, dass die angenommenen Werte leider nur einen Teil des tatsächlichen Verkehrsverhaltens abdecken können. Außerdem verhindert diese deterministische Betrachtung die Bemessung der Zwischenzeit bezogen auf ein definiertes Sicherheitsniveau. Das heißt, das Bemessungsmodell von den RiLSA lässt die Quantifizierung der erreichten Sicherheit nicht.

In der vorliegende Arbeit wurde versucht ein Modell in Anlehnung an der Zwischenzeitbemessung der RiLSA 2010 aufgebaut, wobei versucht wurde, den Zufallscharakter der Eingangsparameter der Zwischenzeitbemessung zu berücksichtigen und dadurch eine quantitative Sicherheitsbetrachtung durchzuführen. Hierbei wurde das Modell von [Jakob, 1980] als Grundlage für das eigene Modell verwendet.

Die wichtigste Problematik des von Jakob dargestellten Modells, ist, dass bei der Berechnung der Gefährdungswahrscheinlichkeit, keine Zeitlücke zwischen den nicht verträglichen Ausfahrt und Einfahrtvorgang vorgesehen wird, was die Realität überhaupt nicht entspricht. Eigentlich ist seine Überlegung in der Theorie richtig. An einem Knotenpunkt kann die Konfliktfläche theoretisch von dem ersten einfahrenden Fahrzeug belegt werden, sobald dies von dem letzten räumenden Fahrzeug befreit wird. Aber weil bei allen Fahrern sowohl im frei fließenden Verkehr als auch im Vollgebundenen- und Teilgebundenen Verkehr eine Weglücke bzw. eine Zeitlücke zu erwarten ist entspricht seine Annahme nicht den Praxis. Als weiteres soll sein Resümee über die Unabhängigkeit von Ausfahrt- und Einfahrtzeiten kritisch angesehen werden, weil nach eigener Vermutung dies nur Teilweise die Realität entspricht.

Demzufolge kann aber einige Fragen gestellt werden: Wie groß soll diese Zeitlücke am kleinsten sein, damit von einem sicheren Ablauf ausgegangen werden kann? oder besser gesagt, ab welchem minimalen Wert kann eine Situation bzw. eine Begegnung als Gefährlich bezeichnet werden? Wie verhalten sich Fahrer in Begegnungsfällen bei denen von einer Gefährdung auszugehen ist? Falls eine untere Grenze für diese Zeitlücke bestehen soll, ist dies nicht ein Zeichen für die Abhängigkeit der hierbei definierten Vorgänge? In dieser Arbeit wird es versucht die Fragen mit der in der Literatur sogenannten PET (Post Encroachment Time) die als Sicherheitszeitlücke interpretiert werden kann zu beantworten.

In eigenem Modell wurde versucht, die obengenannte Lücke vom Jakobs Modell auszufüllen. Außerdem wurde mit Hilfe eigener Messungen weiterhin versucht zu bestimmen, wie weit seine Annahme über die Unabhängigkeit der Eingangsgrößen zutrifft. Die Messungen wurden in Darmstadt in der Nähe von Ostbahnhof an der Einmündung Landgraf-Georg Straße und Fiedlerweg durchgeführt. Die hierbei gewählten Messgrößen sind vom Jakob definierte Einfahrzeit T_E und Ausfahrzeit T_A . Durch die Korrelationskoeffizient, die für die genannten Messgrößen berechnet wurde kann festgestellt werden, dass zwischen den Messgrößen einen „deutlichen“ bis „straffen“ Zusammenhang entsteht.

Als weiteres wurde versucht mit eigenem Modell und Messwerte die entstehende Gefährdung für die eingeschaltete Zwischenzeit sowie den Einfluss der Zwischenzeit an die Sicherheit quantitative zu bestimmen. Dabei wurde zuerst versucht die Gefährdungswahrscheinlichkeit und dann dadurch die erreichte bzw. mögliche Sicherheit zu bestimmen. Einerseits wurden die Vorgänge, bei denen, PET-Werte einen bestimmten Wert; PET_{Grenz} ($PET_{min.}$ oder einen kleineren PET) unterschreiten und demzufolge eine tatsächliche Annäherung entsteht, als Gefährdung behandelt. Andererseits wurden auch die Einfahrtvorgänge deren Dauer einen bestimmten Wert (eine Schwelle) überschreiten oder eine bestimmte prozentuale Abweichung von $T_{E, min.}$ aufweisen (ab $T_{A, Grenz}^*$), als Gefährdung erfasst. Dabei sollte aber gewährleistet sein, dass tatsächlich entstandene PET Werte mindestens genauso groß wie $PET_{min.}$ sind.

Als weiteres wurde untersucht in wie weit die Wahl der Zwischenzeit die Sicherheit beeinflusst. Im Prinzip wäre es hierbei sinnvoller die geschaltete Zwischenzeit zu variieren aber weil die Änderung der geschalteten Zwischenzeit an der Messtelle, für die vorliegende Arbeit nicht realisierbar war wurde dies theoretisch erzielt. Hierbei wurde davon ausgegangen, die Veränderung der Zwischenzeit durch die Veränderung der Alles-Rotzeit erbracht wird, wobei auch die Umlaufzeit verkürzt oder verlängert wird. Eigene Vermutung lautet, dass durch eine mögliche Verkürzung sowie Verlängerung der Zwischenzeit die

einfahrenden und ausfahrenden Fahrzeuge zueinander geschoben bzw. voneinander entfernt werden, wodurch auch die obengenannte Schwelle dem entsprechend geschoben wird.

Durch die Messwerte wurde für die geschaltete Zwischenzeit (sechs Sekunden) eine Gefährdungswahrscheinlichkeit von ca. fünf Prozent ermittelt, wodurch gesagt werden kann, dass die Sicherheit 0,95 beträgt. Somit kann gesagt werden, dass nach RiLSA berechnete Zwischenzeit fünf Prozent der Vorgänge nicht abdecken kann. Außerdem wurde die Gefährdungswahrscheinlichkeit sowie die Sicherheit theoretisch für Zwischenzeiten zwischen 4-8 Sekunden berechnet. Durch diese berechnete Werte kann festgestellt werden, dass jeder Verkürzung bzw. Verlängerung der Zwischenzeit, die Sicherheit nicht in gleichermaßen beeinflusst.

Es muss aber erwähnt werden, dass einige Punkte gibt, wodurch an das Modell sowie an die Messungen gezweifelt wird. Dadurch können die einzelne Ergebnisse der Sicherheit für jede gewählte Zwischenzeit als Fehlerhaft betrachtet werden aber kann gleichzeitig davon ausgegangen werden, dass mindestens der Verlauf der Sicherheit für unterschiedliche Zwischenzeiten an die Realität passt und die einzelne Ergebnisse als eine Annäherung an den Tatsächlichen Werte angesehen werden, weil diese von der selben Ausgangsbedingungen getroffen sind.

Außerdem kann gesagt werden, dass durch das Modell gezeigt werden könnte, dass ab bestimmten Werten der Zwischenzeit, die Sicherheit nicht mehr erheblich beeinflusst werden kann. Demzufolge, wird vermutet, dass ab einem bestimmten Sicherheitsniveau für die Entscheidung über die Zwischenzeit, nicht mehr die erreichbare Sicherheit, sondern die damit erreichbare Kapazität ausschlaggebend sein soll.

L.Tolga Sagiroglu

Juli 2010