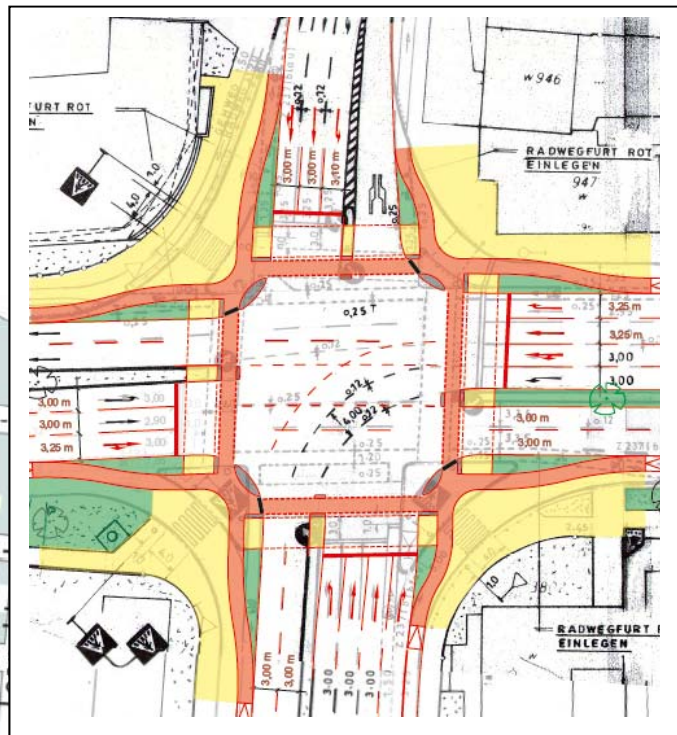


Stadt Karlsruhe

Sicherheitsaudit des Knotenpunkts Kriegsstraße / Brauerstraße / Reinhold-Frank-Straße,
Variante 2 „Niederländische Schutzkreuzung“

Auditbericht für Phase 1, Vorentwurf



Quelle: Stadtplanungsamt
Karlsruhe

Stadt Karlsruhe

Sicherheitsaudit des Knotenpunkts Kriegsstraße/ Brauerstraße/ Reinhold-Frank-Straße,
Variante 2 „Niederländische Schutzkreuzung“

Auditbericht für Phase 1, Vorentwurf

Auftraggeber: Stadt Karlsruhe
Tiefbauamt
Verkehrsinfrastruktur | Planung

Auftragnehmer: Planungsgemeinschaft Verkehr
PGV-Alrutz GbR
Adelheidstraße 9b
D - 30171 Hannover
Telefon 0511 220 601-80
Telefax 0511 220 601-990
E-Mail info@pgv-alrutz.de
www.pgv-alrutz.de

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Detlev Gündel
Zertifizierter Sicherheitsauditor für Straßen
(außer Autobahnen)

Ronja Edelmann, M.Sc. Verkehrssystemmanagement
Olubanjo Akinfenwa, Cand. B.Sc.

Hannover, im November 2024

Inhalt

1.	Rahmenbedingungen	3
2.	Ausgangslage und Zielsetzung	5
2.1	Beschreibung der Planung	5
2.2	Aufgabenstellung und Vorgehen	9
3.	Defizite	11
3.1	Vorbemerkungen	11
3.2	Allgemeine Defizite	11
3.3	Örtliche Defizite	19
3.3.1	Reinhold-Frank-Straße – Brauerstraße von Nord nach Süd	19
3.3.2	Kriegsstraße Ost – Kriegsstraße West, von Ost nach West.....	19
3.3.3	Brauerstraße - Reinhold-Frank-Straße – von Süd nach Nord	19
3.3.4	Kriegsstraße Ost – Kriegsstraße West, von West nach Ost.....	19
3.4	Sonstige Defizite	20
4.	Fazit	20
5.	Regelwerke und Literatur.....	20
5.1	Rechtliche Regelwerke	20
5.2	Technische Regelwerke	21
5.3	Weitere Literatur und Quellen.....	22
5.4	Quellen zu laufenden Forschungsprojekten.....	25
Anhang 1:	Verortung örtlicher Defizite in Variante Schutzkreuzung	26

1. Rahmenbedingungen

Projektangaben

Projektbezeichnung	Überplanung des Knotenpunktes Kriegsstraße / Brauerstraße / Reinhold-Frank-Straße, Variante 2, „Variante NL“
Auftraggeber	Stadt Karlsruhe
Baulastträger	Stadt Karlsruhe
Entwurfsbearbeitung	Stadt Karlsruhe, Stadtplanungsamt
Auditphase	Phase 1, Vorplanung
Auditierte Unterlagen	Karlsruhe, Unterlagen zum Audit mit Anlagen 1-13, hier insbesondere Beschlussvorlage 2022-01-13, Anlage 13 Radverkehrsführung Kriegsstraße West - Variante NL vom 28.2.2022
Ortsbesichtigung	Die Ortsbesichtigungen erfolgten am Sonntag, 23. Juni 2024 15.30 -16.45 Uhr und am Mittwoch, 17. Juli, morgens, mittags und nachmittags, jeweils bei heißem, trockenem Wetter.
Besonderheiten bei der Ortsbesichtigung	An beiden Tagen gab es eine Baustelle mit Umleitung des Radverkehrs in der Kriegsstraße Ost zwischen Hirschstraße und Leopoldstraße, so dass das Radverkehrsaufkommen von dort niedriger als normal gewesen sein dürfte. Am 17. Juli gab es eine Tagesbaustelle in der Reinhold-Frank-Straße nördlich der Sophienstraße, durch die es insbesondere morgens zu Rückstauerscheinungen bis in den Knotenpunkt hineingekommen ist.

Sämtliche Straßenbenennungen beziehen sich auf den amtlichen Stadtplan Karlsruhe¹. Im Einzelfall wurden ergänzend Informationen aus Google Maps, Google Street View, Bing Maps, OpenStreetMap und Mapillary.com ausgewertet. Die Nummern zu den Defiziten finden sich im Plan im Anhang 1 wieder.

Auditor

Name	Detlev Bündel
Dienststelle	Planungsgemeinschaft Verkehr, PGV-Alrutz GbR, Hannover
Datum, Unterschrift:	7. November 2024

¹ <https://geoportal.karlsruhe.de/stadtplan/>

Detaillierte Projektangaben

Art der Straße	Knotenpunkt von innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen, Bundesstraße und Landesstraße
Länge der Strecke	Knotenpunkt mit vier Zulaufstrecken (vgl. Bild 1)
Verkehrsstärken, auf Knotenpunkt zuführende Kfz-Ströme, 06.00 bis 22.00 (Schwerverkehr, Schwerverkehrsanteil)	B 10, Kriegsstraße West: 7.043 (130, 2 %) B 10, Kriegsstraße Ost: 11.256 (217, 2 %) L 605, Brauerstraße: 10.914 (188, 2 %) L 605, Reinhold-Frank-Straße: 8.848 (154, 2 %) Gesamter Knotenpunkt: 38.061 (2%)
Straßenkategorie nach RIN 2008	Kriegsstraße Ost, Brauerstraße: VS II Reinhold-Frank-Straße: HS II Kriegsstraße West: HS III im Öffentlichen Nahverkehr: aktuell keine Funktion im Radverkehr IR III
Zulässige Höchstgeschwindigkeit	Tempo 50 in Brauerstraße und Kriegsstraße Ost Tempo 30 in Reinhold-Frank-Straße und Kriegsstraße West (aus Lärmschutzgründen)
Bedeutung im Radverkehrsnetz	Alle vier Knotenarme sind Hauptradrouten nach Radverkehrsnetz Stadt Karlsruhe, Stand 2023
Bedeutung im Fußverkehrsnetz	Bestand und Planung: Durchgehend Gehwege beidseits der Hauptverkehrsstraßen. Neben der lokalen Erschließung werden anliegende Wohngebäude, Geschäfte und Dienstleistungsbetriebe erschlossen. Die Aufenthaltsfunktion am Knotenpunkt ist gering. Eine Stadtbahn-Haltestelle besteht südlich der Gartenstraße.
Querungsstellen	Bestand: Fußgängerfurten über alle Knotenarme, Fußgängerüberwege an drei freien Rechtsabbiegefahrbahnen im Südost, Südwest- und Nordwest-Quadranten, zeitweise signalisierte Furt an Rechtsabbiegefahrbahn im Nordost-Quadranten (Hinweisschild: „Bei Bedarf Grün anfordern“) Planung: Fußgängerfurten über alle Knotenarme
Buslinien, Haltestellen	Keine Haltestelle im Knotenpunktbereich
Gefälle, Steigung:	nicht vorhanden

2. Ausgangslage und Zielsetzung

2.1 Beschreibung der Planung

Bild 1 stellt den Knotenpunkt im Stadtgefüge dar, benennt die Straßen(abschnitte), wie sie im folgenden Bericht verwendet werden und definiert die -Haupt- und Nebenströme des rechts abbiegenden Kfz-Verkehrs sowie die Knotenarme nach Himmelsrichtungen.

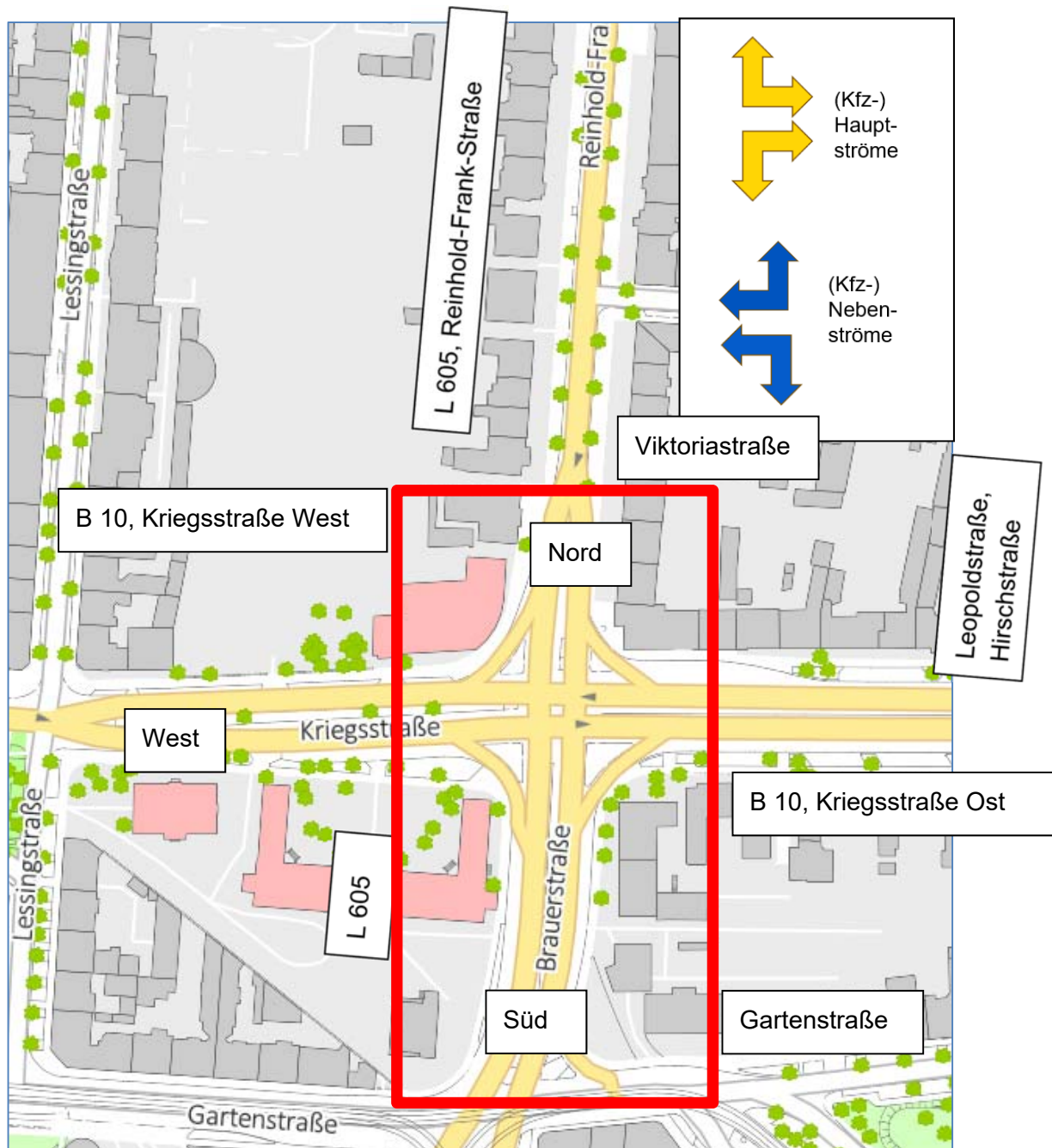


Bild 1: Überblick zum beplanten Knotenpunkt, Definition von Haupt- und Nebenströmen, Definition der Knotenarme nach Himmelsrichtungen (Quelle: Auszug aus dem Bürger-GIS <https://geoportal.karlsruhe.de/buergergis/>)

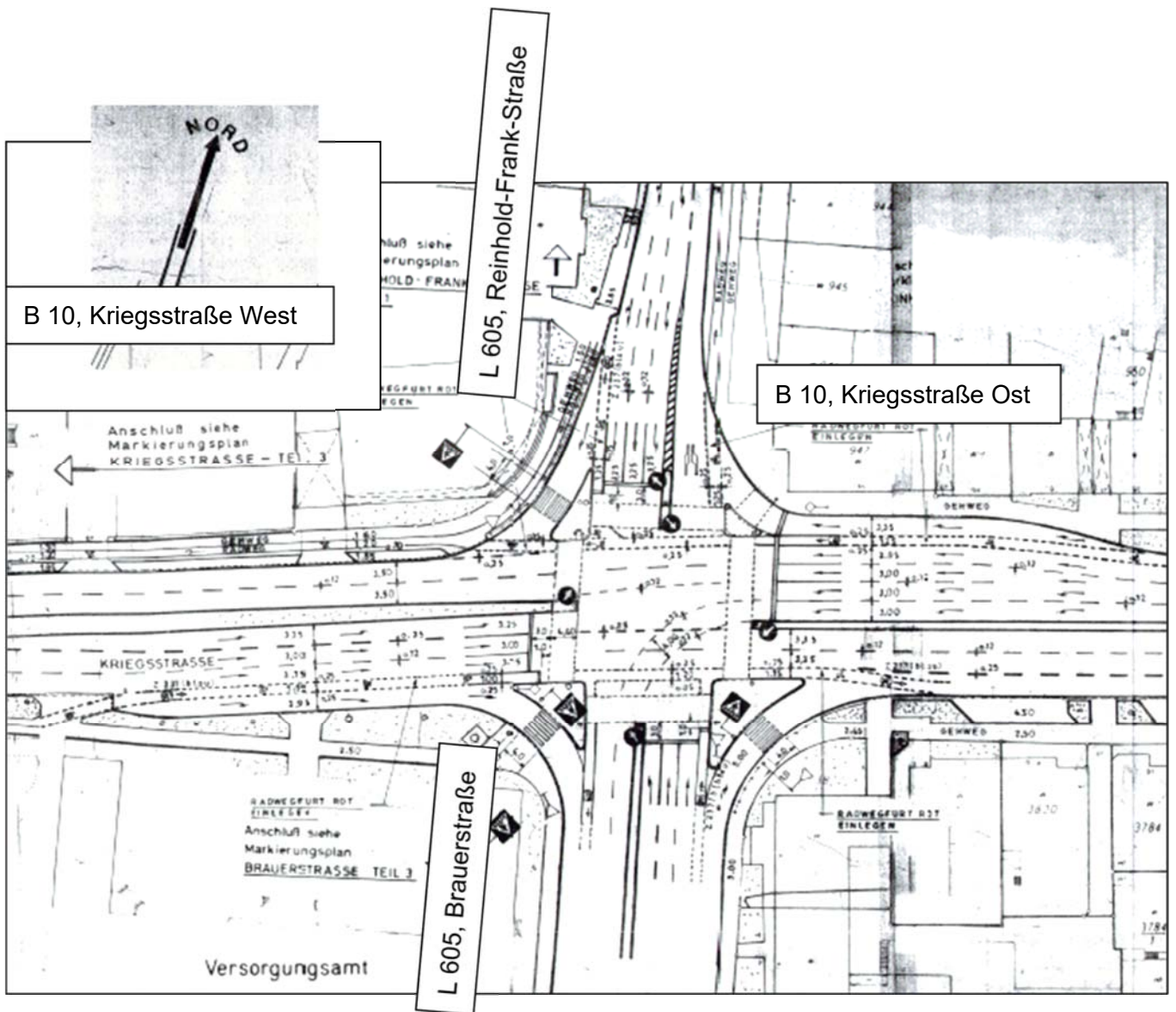


Bild 2: Markierungsplan des Bestands (Quelle: Karlsruhe, 2011, Anlage 5 der Ausschreibung, ergänzt)

Auszug aus der Ausschreibung: „In der Variante „Niederländische Schutzkreuzung“ [...] [Darstellung hier in Anhang 1] wird der Radverkehr aus den beiden Zufahrten der Kriegsstraße und der Brauerstraße vor dem Knoten von der Fahrbahn in den Seitenraum geführt. In der Zufahrt der Reinhold-Frank-Straße befindet sich der Radverkehr bereits im Seitenraum.“

Die Begriffe „**Schutzkreuzung**“, wie in Karlsruhe von Stadtplanungsamt und im Gemeinderatsantrag verwendet, „**Geschützte Kreuzung**“, wie von ADFC und FGSV bundesweit verwendet, sowie Protected Intersection als englischer Fachbegriff werden im Folgenden synonym verwendet. Dabei geht es jeweils in diesem Bericht ausdrücklich um **signalgeregelt**e Knotenpunkte (was in der Literatur teilweise durcheinander geht). Knotenpunkte ohne Signalisierung werden hier nur dann angesprochen, wenn dies ausdrücklich so vermerkt wird.

In der zu auditierenden Planung wird die LSA-geregelte Kreuzung im Sinne einer „Niederländischen Schutzkreuzung“ umgestaltet: die freien oder signalgeregelt Rechtsabbiegefahrbahnen werden zurückgebaut, alle rechtsabbiegenden Kfz-Ströme in die Signalisierung einbezogen. An den beiden Haupt-Rechtsabbiegeströmen (Bild 1) gibt es weiterhin eigenständige Kfz-Rechtsabbiege-Fahrbahnen. Für die beiden Nebenströme wird auf diese verzichtet: rechtsabbiegende Kfz fahren dort auf einem gemeinsam mit dem Geradeaus-Kfz-Verkehr geführten Fahrbahnen.

Die Radverkehrsführung wird im näheren Bereich des Knotenpunkts in den Seitenraum verlegt. Außerhalb des Knotenpunkts schließen diese Radwege an den Bestand der Knotenarme an: in den Knotenarmen Ost, Süd und West an Radfahrstreifen am Fahrbahnrand, in der Reinhold-Frank-Straße an die Führung als gemeinsamer Geh- und Radweg.

Entsprechend der Grundidee (vgl. FGSV 2021, Seite 5: „möglichst weitgehende bauliche und räumliche Trennung des Radverkehrs insbesondere vom Kfz-Verkehr“) werden die Radverkehrsfurten abgesetzt geführt. Typische Elemente der „Geschützten Kreuzung“ sind in Bild 3 dargestellt. Wesentliches Element ist die weit abgesetzte Lage der Radverkehrsfurt mit den nicht überfahrbaren „Schutzinseln“.

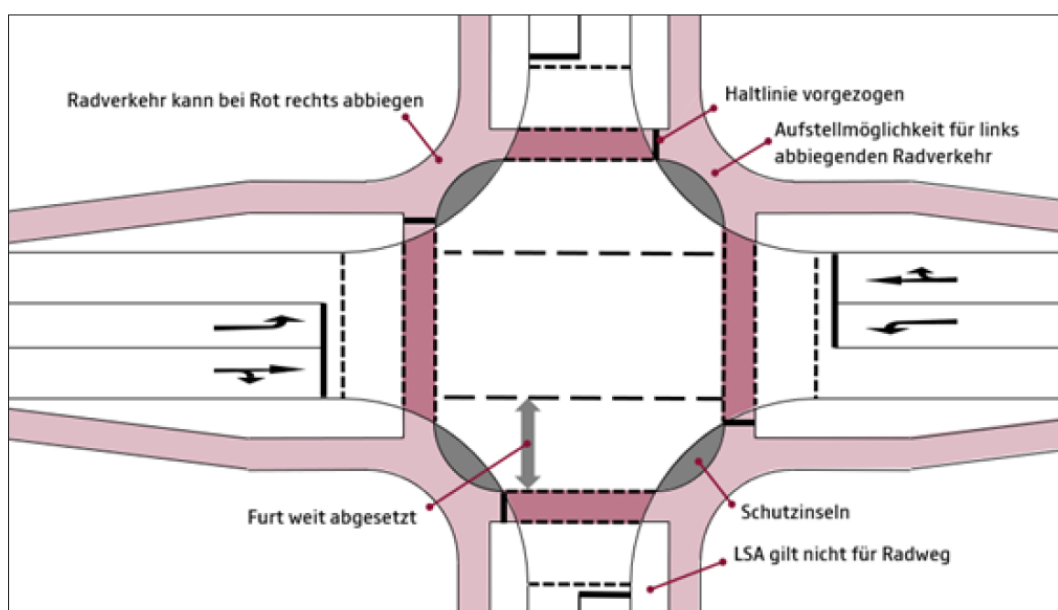


Bild 3: Überblick der typischen Elemente einer sog. „Geschützten Kreuzung“, unmaßstäblich (FGSV 2021, Seite 7)

Zur abgesetzten Furt erläutert der ADFC (2020a, Bild 4, dort Nummer 3): „Kfz-Wartebereich: Eine ausreichende Pufferzone, in der mindestens ein abbiegendes Auto getrennt vom fließenden Geradeausverkehr warten kann, was den Druck zum schnellen Abbiegen verringert. Da Autos **senkrecht zu den Radfahrenden** stehen, verbessert dies die Sicht des Autofahrenden auf heranfahrende Radfahrende und ermöglicht den direkten Blickkontakt.“ Der ADFC erläutert weiter: „An geschützten Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen sind **getrennte Ampelphasen für den Rad- und Kfz-Verkehr** eine weitere Möglichkeit, um beim Rechtsabbiegen Konflikte und Unfälle weitestgehend zu vermeiden.“ (**Hervorhebungen** durch den Auditor) Insofern wird hier deutlich, dass die Gestaltung mit abgesetzten Furten allein auch von ADFC 2020a nicht als vollständig ausreichend betrachtet wird, zumal das im Bild 4 dargestellte wartende Auto bei 3 **NICHT** senkrecht zur Furt steht und insofern noch immer ein Blick durch das (vom Fahrer aus) rechte Seitenfenster erforderlich sein wird, um Radfahrende, die auf dem Radweg herankommen, rechtzeitig sehen zu können.

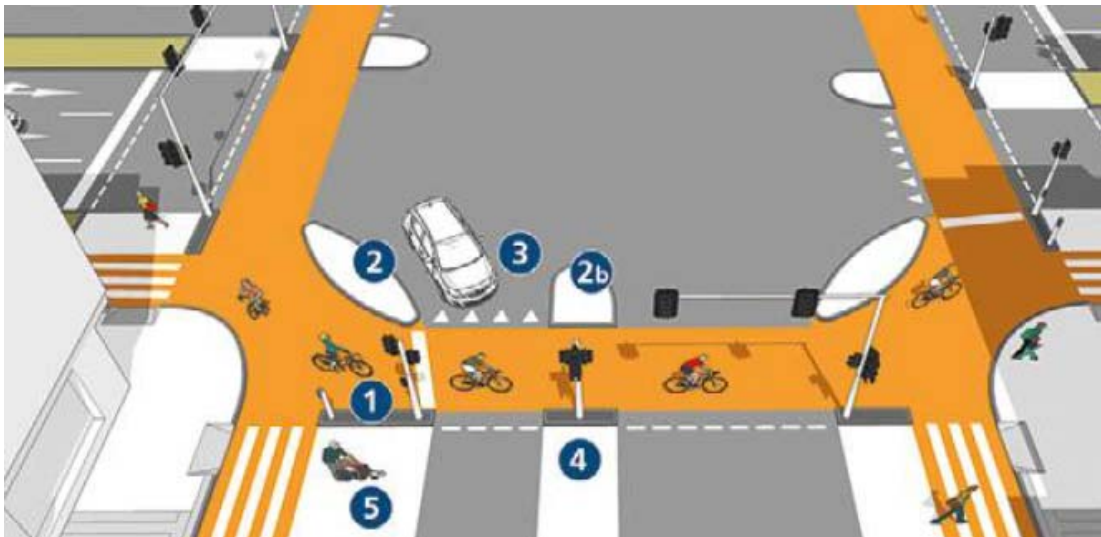


Bild 4: Überblick der typischen Elemente einer sog. „Geschützten Kreuzung“, unmaßstäblich (ADFC 2020a, Seite 6)

Als Hinweis dazu wird die fachliche Einschätzung des Planungsbüros TSC, Beratende Ingenieure für Verkehrswesen, Essen, ergänzt, das sich mit dem Thema beschäftigt hat: „In dieser Diskussion wird sicherlich auch der Umstand Berücksichtigung finden müssen, dass die **Regellösung** an Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen **in den Niederlanden eine signaltechnische Trennung abbiegender Verkehre vom Fuß- und Radverkehr** vorsieht. **Allein dadurch** wird ein **hohes Maß an Sicherheit** gewährleistet.“ (TSC 2020, **Hervorhebung** durch den Auditor)

Da ein detaillierter Erläuterungsbericht zur Planung nicht vorliegt, ist unklar, auf welche Grundlagen bezüglich der Besonderheiten der „Schutzkreuzung“ genau sich dieser Vorentwurf bezieht.

2.2 Aufgabenstellung und Vorgehen

Im Rahmen eines Sicherheitsaudits nach RSAS 2019 soll die Vorplanung, die als „Niederländische Schutzkreuzung“ im Maßstab 1:500 vorliegt (in Anhang 1 dargestellt, dort mit Verortung der Defizite), auf vorhandene oder mögliche Sicherheitsdefizite und Abweichungen vom Regelwerk überprüft werden. Bei einem Sicherheitsaudit werden die Regelwerke der FGSV herangezogen, um zu prüfen, wo von diesen abgewichen wird, insbesondere im Hinblick auf Sicherheitsdefizite. Die vorliegende Planung und die zugrundeliegenden Ideen weicht teilweise deutlich ab vom aktuellen Regelwerk der FGSV, bzw. widerspricht dessen Empfehlungen.

Zeitgleich wurde ein Audit für die Vorplanung der Variante 1 (im Original: Anlage 11 zu Vorlage 2021/1223), bei der dieselbe Kreuzung mit **zwei Radfahrstreifen in Mittellage** aus Süden und aus Osten gestaltet wird, vorgenommen.

Zusätzlich wurde die Erarbeitung einer **Gutachterlichen Stellungnahme** beauftragt, die anhand der Vorplanungen und der Ergebnisse des Sicherheitsaudits eine Empfehlung abgibt, welche der Varianten aus fachlicher Sicht insbesondere unter dem Aspekt Verkehrssicherheit weiter geplant werden soll. In dieser **Stellungnahme** wurde vom Auditor empfohlen, die **Variante 1 mit zwei Radfahrstreifen in Mittellage weiter zu verfolgen**, also auf den Einsatz einer „Schutzkreuzung“ an dieser Stelle zu verzichten.

Da die international auch Protected Intersections genannten „Schutzkreuzungen“ bisher im Regelwerk der FGSV nicht vorkommen, wird entsprechende Literatur herangezogen, um eine vorläufige Bewertung geben zu können. Es werden Hinweise aus den USA und Kanada zur Bewertung möglicher Defizite herangezogen (NACTO 2019, OTC 2020, OTSD und APD 2021, MP 2023). Auch im Ausland liegen aber kaum aussagekräftige und insbesondere empirisch abgesicherte Studien vor. Deutsche Studien sind bisher noch nicht abgeschlossen oder noch nicht veröffentlicht, vgl. Kapitel 5.4.

Nur in wenigen fremdsprachigen Regelwerken sind klare Vorgaben zu Entwurfsdetails wie Radien aufgeführt. Insofern erweist sich ein Audit als schwierig, da als Bewertungsmaßstab neben den fremdsprachigen Regelwerken vor allem theoretische Annahmen herangezogen werden können. Realitätsnahe Daten insbesondere dazu, wie sich der, als besonders konfliktträchtig einzustufende, bedingt verträglich rechtsabbiegende Kfz-Verkehr verhält und ob die theoretischen Annahmen tatsächlich eintreffen, liegen kaum vor und beziehen sich dann nur auf dort untersuchte Einzelfälle. Es wird davon ausgegangen, dass eine komplett konfliktfreie Führung mit vollständig getrennten Phasen für rechtsabbiegende Kfz und geradeausfahrenden Radverkehr bisher nicht geplant wird, weil sie absehbar bei den aktuellen Kfz-Belastungen nicht realistisch umsetzbar erscheint. Nach dem Phasenfolgeplan in Bild 5 sind zwar konfliktfreie Phasen der rechtsabbiegenden Kfz der beiden Hauptströme eingeplant, aber an allen Knotenarmen werden auch (an den Hauptströmen zusätzlich, an den Nebenströmen ausschließlich) bedingt verträgliche Phasen vorgesehen.

Bei FGSV 2021 und SCHRÖTER 2023 sind offene Fragen aufgeführt, die mit den zwei aktuell noch laufenden bzw. noch nicht veröffentlichten Untersuchungen geklärt werden sollen (wobei unklar ist, ob dies vollständig gelingen wird). Als vorläufiges Fazit (vor dem Abschluss des BAST-Projekts) kommt SCHRÖTER 2023 zu diesem Schluss (**Hervorhebung** durch den Auditor):

„Geschützte Kreuzungen werden von Radfahrenden als sicher empfunden und deshalb im Rahmen der Radverkehrsförderung politisch gefordert. **Bei separater Signalisierung oder Einschränkung von Abbiegerelationen für den Kfz-Verkehr sind diese voraussichtlich sicher für den Radverkehr.** Bisher ungeklärt, aber wichtig für die Umsetzung ist die Berücksichtigung der Barrierefreiheit.“

Der Deutsche Blinden- und Sehbehindertenverband positioniert sich in einem Positionspapier eindeutig ablehnend (GFUV 2023): „Aus Sicht des GFUV ist das Konzept der „Geschützten Kreuzung“ einseitig auf die Belange des Radverkehrs ausgerichtet. Weniger Priorität hat die sehr komplexe Situation für Fußgänger und Fußgängerinnen, die durch „Geschützte Kreuzungen“ entsteht. Das Risiko, Unfallschäden zu erleiden, wird auf den Fußverkehr verlagert. Umso mehr gilt das für blinde und sehbehinderte Menschen. Sie können die zu ihrer Orientierung erforderlichen Informationen nicht oder nur sehr eingeschränkt visuell aufnehmen. Sie sind darauf angewiesen, sich die Informationen taktil über die Füße beziehungsweise den Blindenlangstock oder akustisch zu erschließen. Eine nonverbale Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmenden über Blickkontakt ist nicht möglich. Sie sind bei der Teilnahme am Straßenverkehr also besonders vulnerabel.“

In der Konsequenz vertritt der GFUV „die Auffassung, dass bei der Umsetzung von „Geschützten Kreuzungen“ ein möglicher Sicherheitsgewinn für den Radverkehr über einen eindeutigen Sicherheitsverlust für blinde, sehbehinderte, aber auch anderweitig beeinträchtigte Menschen gestellt wird. Er sieht die Einhaltung der Vorgaben zur Barrierefreiheit gefährdet. Daher lehnt der GFUV die Umsetzung „Geschützter Kreuzungen“ in dieser Form ab.“ Mit ähnlicher Argumentation ist in Darmstadt der Umbau einer Kreuzung, die im Forschungsprojekt SQUADA untersucht werden sollte, bisher nicht weiterverfolgt worden.

Sollte die „Niederländische Schutzkreuzung“ an der Kriegsstraße weiter geplant werden, wird empfohlen, frühzeitig mit dem GFUV bzw. dem Badischen Blinden- und Sehbehindertenverein Kontakt aufzunehmen, um eine ähnliche Verzögerung wie bei der Planung in Darmstadt zu vermeiden. Nach der oben zitierten Formulierung des GFUV ist jedoch von einer grundsätzlichen Ablehnung des Konzepts auszugehen.

Da die Forschungsprojekte (SQUADA 2024 und SCHRÖTER 2023) noch nicht zu weiteren Veröffentlichungen geführt haben und absehbar daraus auch keine detaillierten Vorgaben für die Gestaltung abgeleitet werden können², die dem Vorgabengrad der Regelwerke entsprechen, sind keine ausreichend genauen Vorgaben

² Eine (vorerst nur FGSV-interne) Vorstellung von Projektergebnissen erfolgt nicht vor Oktober 2024.

vorhanden, anhand derer der vorliegende Vorentwurf auditiert werden kann. Ersatzweise werden Angaben aus entsprechenden Fällen der Literatur herangezogen, die sich u.a. mit bevorrechtigten Radwegen an Kreisverkehren beschäftigen (BONDZIO et al. 2017). Diese haben eine der geplanten bedingt verträglichen Schaltung ähnliche Regelung und es wurden weit abgesetzte, bevorrechtigte Radwege untersucht.

Im heutigen Bestand wurden Ortsbesichtigungen, Befahrungen mit dem Fahrrad sowie Begehungen zu Fuß durchgeführt. Außerdem wurden Verkehrsbeobachtungen vorgenommen, mit jeweils kurzer Dauer an den vier Armen des Knotenpunkts und den dortigen Querungsstellen, an Orten mit auffälligem Verhalten und an den Unfallorten, soweit bekannt.

Im Auditbericht werden Lösungsansätze für die Beseitigung von festgestellten Defiziten im Rahmen der laufenden Planung aufgezeigt. Um detaillierte Vorschläge zu entwickeln ist das Sicherheitsaudit nicht die geeignete Methode.

3. Defizite

3.1 Vorbemerkungen

Soweit Defizite an der Planung aufgefallen sind, sind sie entsprechend der Fahrrichtungen oder Straßenseite einsortiert worden. Die Defizite sind folgendermaßen geordnet: für die Knotenpunktzufahrten im Uhrzeigersinn, beginnend im Norden an der Reinhold-Frank-Straße. Danach ist die Reihenfolge auf den Knotenpunkt zulaufend, im Knotenpunkt entsprechend der Fahrtrichtung und dann in der geradlinigen Weiterführung vom Knotenpunkt wegführend. Defizite, die abbiegende Verkehre betreffen, werden der jeweiligen Fahrtrichtung, aus der sie kommen, zugeordnet.

3.2 Allgemeine Defizite

- 1 Der **Entwurf des Phasenfolgeplans** für die Variante „Niederländische Schutzkreuzung“ (siehe Bild 5) sieht in den Phasen 1, 2 und 3 jeweils **bedingt verträgliche Phasen** für geradeaus verlaufenden Fuß- und Radverkehr mit dem jeweils parallel ankommenden rechtsabbiegenden Kfz-Verkehr vor. Dabei haben rechtsabbiegende Kfz, geradeausfahrender Radverkehr und querender Fußverkehr gleichzeitig grün.

In Bild 5 sind bedingt verträgliche Kfz-Rechtsabbiegebeziehungen gekennzeichnet durch rote Ovale. Die hellblauen Ovale stellen die konfliktfreien Abbiegeströme dar: wie schon im Bestand sind dies sämtliche Linksabbiegeströme. Die dunkelblauen Ovale stellen die beiden zusätzlichen konfliktfreien Phasen für rechtsabbiegende Kfz-Hauptströme dar:

- in Phase 1 der Hauptstrom von der Brauerstraße zur Kriegsstraße Ost, zusätzlich zur bedingt verträglichen Führung in Phase 3;
- in Phase 4 der konfliktfreie Hauptstrom von der Kriegsstraße Ost zur Reinhold-Frank-Straße, zusätzlich zur bedingt verträglichen Führung in Phase 1.

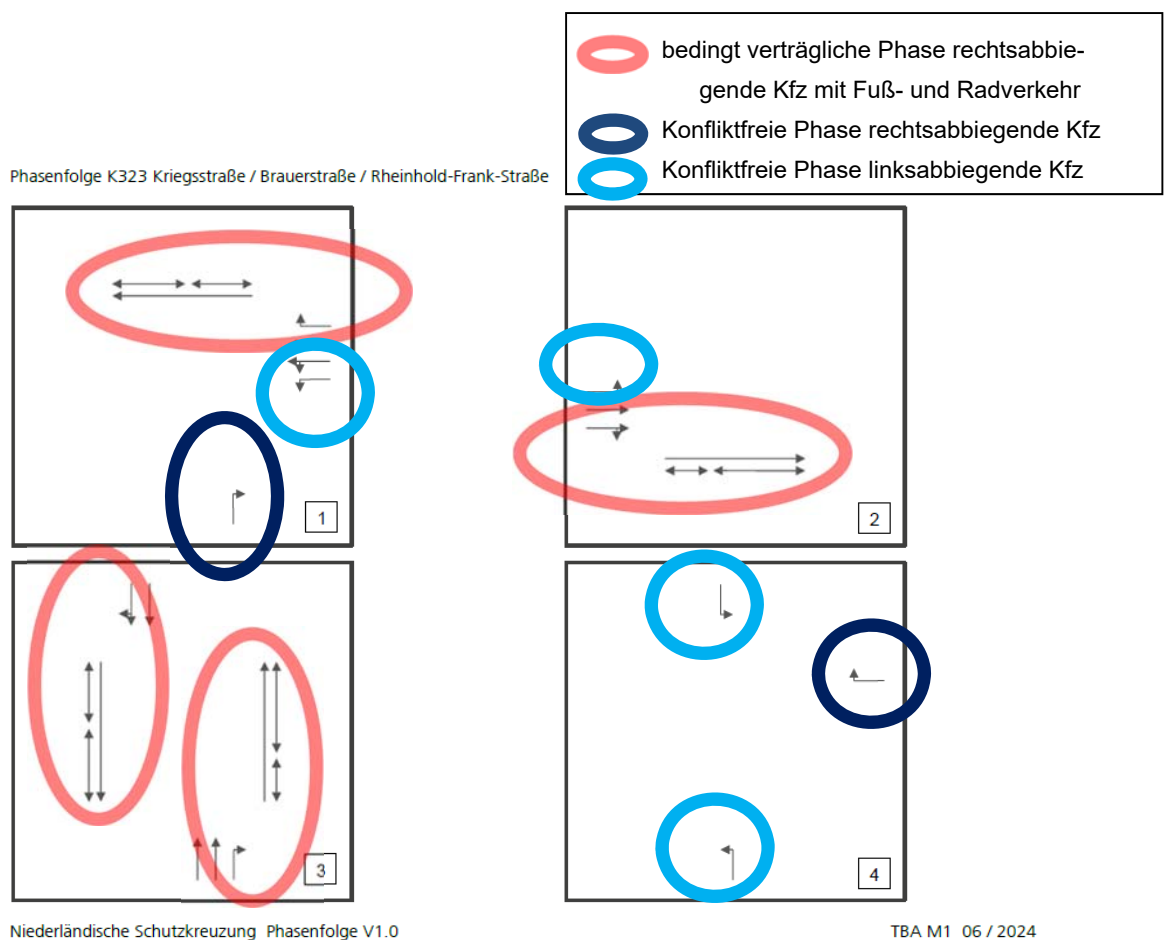


Bild 5: Phasenfolgeplan für die Schutzkreuzung. Bedingt verträgliche geschaltete Phasen für rechtsabbiegenden Kfz-Verkehr und entsprechende konfliktfreie Phasen sind gesondert hervorgehoben (Stadtplanungsamt 06/2024, ergänzt)

Die jeweils konfliktfreien Führungen sind sehr sicher, soweit es nicht zu Rotlichtverstößen oder Abbiegen aus anderen Fahrstreifen kommt. Dies ist allerdings im Unfallgeschehen im Bestand vergleichsweise häufig aufgetreten.

In den bedingt verträglichen Phasen gilt die StVO-Regelung nach § 9 Abbiegen, Wenden und Rückwärtsfahren³. Diese Regelung ist unfall- und konfliktrichtig, nach FGSV 2021 machen derartige Unfälle einen wesentlichen Anteil des Unfallgeschehens⁴ aus. In der Folge „soll grundsätzlich auf bedingt verträgliche Verkehrsströme verzichtet werden“ (FGSV 2021, S. 6).

In der vorliegenden Planung wird anscheinend davon ausgegangen, dass entsprechend den Angaben der Befürworter der Schutzkreuzung (ADFC 2021a) rechtsabbiegende Kfz bei der weit abgesetzten Führung des Radverkehrs und des Fußverkehrs dessen Vorrang besser beachten als dies bei den nach RAST 06 und ERA 2010 empfohlenen gering abgesetzten Furten der Fall ist. Die vom ADFC 2021a angestrebte „senkrechte“ Aufstellung eines rechtsabbiegenden Pkw (die auch in dessen eigener Grafik nicht erreicht wird, vgl. Bild 4) wird aber absehbar bei der geplanten Gestaltung des Abbiegeradius nicht erreicht. Diese senkrechte Aufstellung kann auch nicht erzwungen werden, da jeweils in allen vier Knotenausfahrten in einen zweistreifigen Querschnitt eingebogen wird.

Für die Annahme, dass mit dieser geänderten Knotengeometrie der Vorrang von Fuß- und Radverkehr besser beachtet wird, sind bisher keine empirischen Nachweise erbracht worden. Dies gilt insbesondere nicht für entsprechende Gestaltungen in Deutschland. Die der RAST 06 und ERA 2010 zugrunde liegende Arbeit von SCHNÜLL et al. 1992 kommt zur Empfehlung, auf weit abgesetzte Radverkehrsfurten an LSA-geregelten Knotenpunkten zu verzichten. Hintergrund der Empfehlung ist u.a. die Erkenntnis bei SCHNÜLL et al. 1992 (S.112), dass „die schwereren Unfallfolgen an den Knotenarmen mit weiter Furtabsetzung [im Vergleich zu gering oder mittel abgesetzten Furten] offenbar sowohl das Ergebnis ungünstigerer „Kollisionsbedingungen“ (Kollisionswinkel und -geschwindigkeit) als auch besonders verletzungsträchtiger Unfalltypen“ sind. „Abgesichert ist [...] die größere Verletzungsschwere der Radfahrer auf den weit abgesetzten Furten.“ „Die Schwere der Unfälle zwischen rechtsabbiegenden Kfz und geradeausfahrenden Radfahrern [...] nimmt mit wachsender Absetzung der Furt tendenziell zu und ist am Knotenarm mit weiter Furtabsetzung etwa doppelt so hoch wie bei Unfällen mit fahrbahnnah geführten Radwegen.“ (ebd. S. 114)

„An den Knotenarmen mit Radwegen kam es aber nicht nur bei Kollisionen mit Kraftfahrzeugen, sondern auch bei einzelnen **Rad-Rad- und Alleinunfällen** zu schweren Stürzen der geradeausfahrenden Radfahrer. **Besonders gravierend**

³ § 9 StVO (19, Satz 4: „Vor dem Einordnen und nochmals vor dem Abbiegen ist auf den nachfolgenden Verkehr zu achten [...]“ -dies bezieht sich u.a. auf nachfolgenden, geradeausfahrenden Radverkehr, und § 9 StVO (3), Satz „Auf zu Fuß Gehende ist besondere Rücksicht zu nehmen; wenn nötig, ist zu warten.“

⁴ FGSV 2021, S. 5: „Der überwiegende Anteil der Unfälle an Kreuzungen/Einmündungen/Zufahrten sind **Unfälle beim Abbiegen (25 %)** und Unfälle beim Einbiegen/Kreuzen (42 %). Diese Unfälle machen rund ein Drittel aller Unfälle mit Personenschaden in Deutschland aus und ereignen sich zu 80 % innerorts) [...]. Bei den Abbiegeunfällen dominiert als Ursache ein Fehler beim Abbiegen nach rechts.“ (Hervorhebung durch Auditor)

war dies an den Knotenarmen mit weiter Furtabsetzung, an denen sich allein 5 Radfahrer bei Alleinunfällen schwere Verletzungen zuzogen.“ (ebd. S. 114). An anderer Stelle wird auf „eventuelle fahrdynamische Probleme mit der Gefahr von Alleinunfällen“ bei den weiten Furtabsetzungen verwiesen (ebd. S. 115, **Hervorhebung** durch Auditor).

In der Zusammenfassung zur Unfallanalyse an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen heißt es: „Mit Änderungen in der Knotengeometrie allein ist das Sicherheitsniveau der Radwegführungen an signalisierten Knotenpunkten offenbar nicht entscheidend zu verbessern. Erforderlich sind (ebenso) signaltechnische Verbesserungen, die **die Akzeptanz der Signalschaltungen erhöhen** [um Rotlichtmissachtungen insbesondere beim Radverkehr zu vermeiden] und / oder **eine zeitliche Separation der geradeausfahrenden Radfahrer** von den rechts- und linksabbiegenden Kfz **vorzunehmen**.“ (ebd. S.115)

In der Konsequenz bedeutet dies, dass (schon 1992) getrennte Grünphasen für den rechtsabbiegenden Kfz-Verkehr und den geradeausfahrenden Radverkehr empfohlen werden. Wenn diese geschaltet werden (können), ist aber die Lage der Furt für diesen Konflikt kaum von großer Bedeutung. Verwinkelte Führungen für den Radverkehr, wie sie hier eingeplant werden, können aber zusätzliche Gefährdungen bei Alleinunfällen mit sich bringen.

Mit dem vorgelegten Entwurf für den Phasenfolgeplan werden zwar sämtliche linksabbiegenden Kfz in eigenen Phasen abgewickelt, die (Rotlichtmissachtungen ausgenommen) somit konfliktfrei verlaufen (wie bereits im Bestand). Jedoch sind demnach weiterhin bedingt verträgliche Phasen für Kfz in allen vier rechtsabbiegenden Fahrbeziehungen vorgesehen. Für die beiden stärksten Rechtsabbiegebeziehungen von Ost nach Nord und Süd nach Ost wird jeweils zusätzlich eine konfliktfreie Phase bei 1 und 4 vorgesehen.

Entsprechend der älteren Forschungsergebnisse ist damit zu rechnen, dass es bei den bedingt verträglich geschalteten Rechtsabbiegephasen weiterhin und ggf. auch zu folgenschweren Unfällen kommen kann, außerdem ggf. zu weiteren (auch schweren) Unfällen infolge der verwinkelten Radverkehrsführung. Die Problematik von Rotlichtmissachtungen hängt dabei in starkem Maß von der Länge der Wartezeiten, aber auch der Auslastung der Grünphasen des Kfz-Verkehrs ab.

Entsprechend der gutachterlichen Stellungnahme des Auditors von Juli 2024 wird auch aus diesem Grund von der Weiterplanung als „Niederländische Schutzkreuzung“ abgeraten, wenn nicht eine weitgehend konfliktfreie Schaltung auch des rechtsabbiegenden Kfz-Verkehrs vorgenommen werden kann.

Inwieweit durch Änderungen im Detail, z.B. engere Abbiegeradien durch vorgezogene Borde oder „Lkw-Schürzen“ (vgl. Nummer 2) die grundlegende Problematik verringert oder gar auf Null reduziert werden kann, ist Aufgabe von

entsprechenden Forschungsprojekten oder Verkehrsversuchen. Ein Verkehrsversuch kann an diesem stark belasteten Knotenpunkt nicht empfohlen werden.

2. Der **Kurvenradius für rechtsabbiegende Kfz** beträgt an allen vier Knotenecken etwa (gemessene) 12 m am Rande der sog. Schutzinsel.

Die deutschen Regelwerke setzen in der RAST 2006 (Tabelle 56, S. 123) grundsätzlich einen 12 m-Abbiegeradius an⁵. Nach Argumentation in FGSV 2021 ist damit das (langsame) Rechtsabbiegen auch von Sattelschleppern möglich. Die StVO (§ 9, (6)) verlangt Schrittgeschwindigkeit beim Rechtsabbiegen von Lkw.

Nach kanadischen und US-amerikanischen Vorgaben (OTC o.J. [2023] und MP 2023) sind für diesen Kurvenradius (abhängig von der Straßenkategorie) 4,00 – 15,00 m anzusetzen. Für eine Hauptverkehrsstraße („Urban Arterials“), die hier in allen vier Knotenarmen gegeben ist, werden 6,00 – 10,00 m Radius empfohlen. Ab einem Kurvenradius von 8,0 m werden sog. Truck Aprons, übersetzt etwa „Lkw-Schürzen“ (siehe Bild 6, 7) empfohlen, also von Lkw überfahrbare, von Pkw aber nur unattraktiv zu befahrende Fahrbahnteile, die z.B. durch einen abgesenkten Bord abgegrenzt werden.

Nach OTC o.J. [2023] bieten sog. Lkw-Schürzen (Truck Aprons, s. Bild 6) die Möglichkeit, einen kleineren physischen Radius für PKW zu schaffen, während größere Fahrzeuge die überfahrbare Fläche nutzen müssen, um abbiegen zu können. Lkw-Schürzen sind baulich und von der Funktion her mit von Lkw überfahrbaren Innenringen bei Kreisverkehren bzw. der Kreisinsel bei Minikreisverkehren vergleichbar. Der Innenring „soll baulich mit einem Bord von 4 cm bis 5 cm Höhe von der Kreisfahrbahn abgesetzt werden, so dass ein Befahren durch Pkw verhindert wird. Aus betrieblichen Gründen kann es erforderlich sein, auf den Bord zu verzichten. In diesem Fall ist auf eine besonders raue Ausbildung des Innenrings zu achten.“ (FGSV, Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren 2006, S. 15).

Es wird empfohlen zu prüfen, ob ein geringerer Radius angesetzt werden kann, sodass der Abbiegewinkel der wartepflichtigen Pkw möglichst orthogonal zu dem bevorrechtigten Radverkehrsstrom auf der Furt geführt wird. Dazu ist, wenn die Radien für große Fahrzeuge sonst nicht ausreichen, der Einsatz einer für Pkw nur unattraktiv, für Lkw aber befahrbaren Fläche mit zusätzlichem Bord (sog. „Lkw-Schürze“) in Betracht zu ziehen.

Weitergehend ist zu prüfen, ob der Radius mit einem hohen Bord auf das minimal mögliche Maß reduziert werden kann (Bild 8). Abbiegende Kfz und insbesondere

⁵ RAST 2006, Tabelle 56, Kap. 6.3.9.2, S. 123, bei Richtungsänderungswinkel von 100 gon. „Kleinere Werte als $R_2 = 7,00$ m dürfen nicht verwendet werden“

Lkw werden dann gezwungen, den linken Fahrstreifen in der Knotenausfahrt mit zu nutzen.

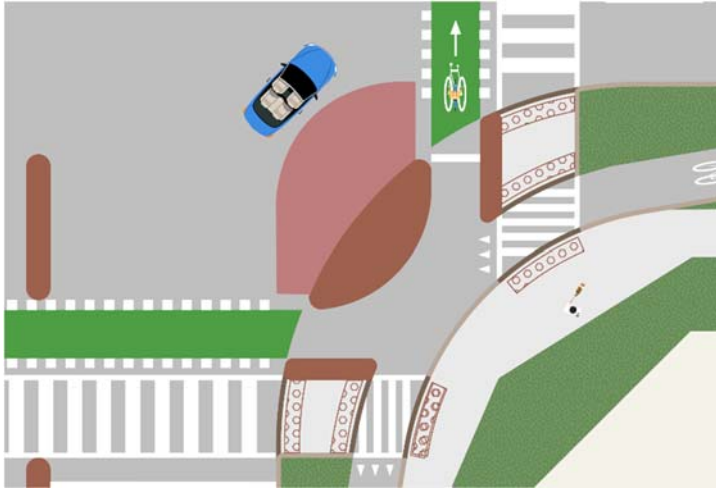


Bild 6: Lkw-„Schürze“: roter Bereich innerhalb der Fahrbahn, der nur für große Fahrzeugen zum Abbiegen erforderlich ist (Quelle: OTC o.J. [2023], dort Figure 34, S. 81).



Bild 7: Mögliche Gestaltung der vor allem für Lkw überfahrbaren Fläche, die durch den zusätzlichen Bord für kleinere Fahrzeuge nur unattraktiv zu befahren ist (FGSV 2024, Bild 38).

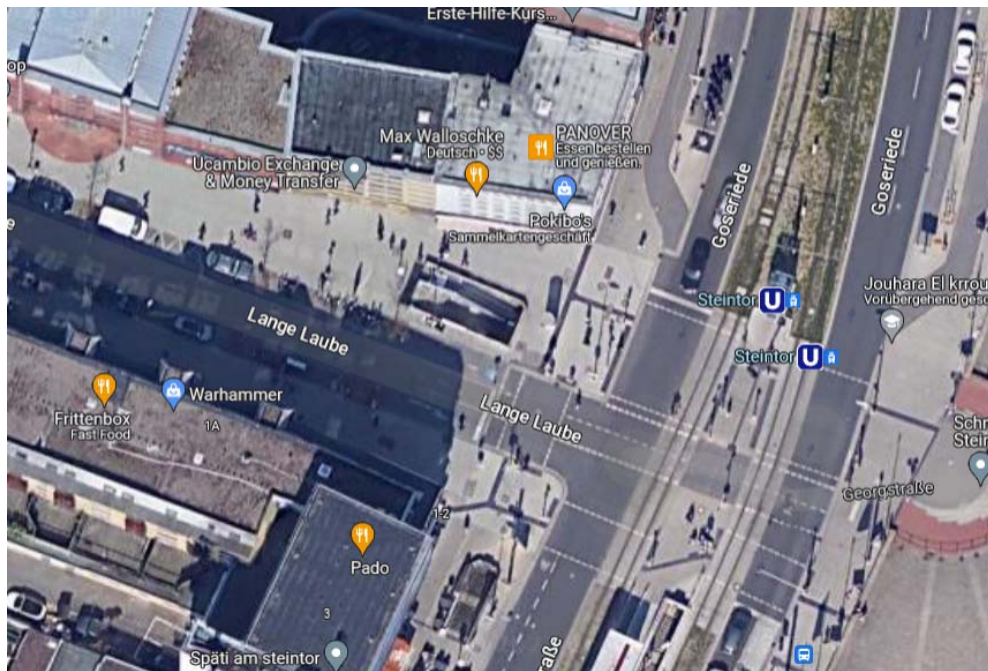


Bild 8: Sehr enger Abbiegeradius an Südwestecke des Knotenpunkts, bei Einfahrt in einen breiten Fahrbahnquerschnitt in der Knotenausfahrt (Hannover, Quelle: GoogleStreetView).

3. Die Aufstellfläche **für geradeausfahrende und indirekt linksabbiegende Radfahrende** wird mit etwa 2,00 m Tiefe und der Breite des Radwegs geplant.

Ohne genauere Berechnungen vorgenommen zu haben, ist davon auszugehen, dass diese Aufstellflächen zu großen Teilen des Tages nicht ausreichen und es insofern nicht selten Rückstaus von Radfahrenden bis auf den jeweils querenden Radweg geben wird. Dies geschieht auch in den Niederlanden bei entsprechender Gestaltung (Bild 9).

Es ist zu prüfen, ob und wie mehr Aufstellflächen gewonnen werden können.



Bild 9 Deutlich großzügigere Aufstellfläche an Kreuzung, vermutlich in den Niederlanden, an der fünf Radfahrende warten und ein weiterer jenseits des querenden Radwegs (Quelle: ADFC 2020a, © Melissa Gomez)

4. Der **querende Fußverkehr** muss jeweils die Radwege überqueren, um die Aufstellfläche zu erreichen oder von der Fußverkehrsfurt auf den weiterführenden Gehweg zu gelangen. Der Fußverkehr ist dabei nach der geplanten Gestaltung wartepflichtig.

Gegenüber dem Bestand, wo der Radverkehr auf Fahrbahnniveau fährt, führt dies zu zusätzlichen Konfliktstellen beim Queren der Fahrbahn, bei linksabbiegender Fußverkehr sogar mehrfach. „Blinde und seheingeschränkte Menschen haben zudem zusätzliche Probleme, wenn sie bevorrechtigte Radwege queren müssen, da sie den nahezu lautlos fahrenden Radverkehr kaum wahrnehmen können.“ (FGSV 2021, Seite 8, vgl. auch die zitierten Ausführungen des GFUV 2023 im Kapitel 2.2).

Nach aktuellem Stand der Diskussion gibt es für diese Problematik noch keine Lösungsansätze, die auch im Konsens mit Sehbehindertenverbänden umgesetzt werden können. Lösungsansätze mit Fußgängerüberwegen über die Radwege, wie sie in Veröffentlichungen von Befürwortern dargestellt werden (vgl. Bild 4), sind bisher fachlich umstritten (FGSV 2021). Die Gestaltung wird von Sehbehindertenverbänden grundsätzlich abgelehnt (GFUV 2023).

5. Die **Aufstellflächen für querenden Fußverkehr** werden jeweils mit etwa 2,00 m Tiefe und der Breite der Furt von 4,00 m geplant, so dass sich maximal 8,00 m² ergeben. Diese Gestaltung beinhaltet noch keine Sicherheitsräume zu Fahrbahn und Radweg.

Ohne genauere Berechnungen vorgenommen zu haben, ist davon auszugehen, dass diese Aufstellflächen zu Teilen des Tages nicht ausreichen, zumal da auch mit Rollstuhlfahrenden, Kinderwagen, Rollatoren etc. gerechnet werden muss. Offen ist, inwieweit es bei Veranstaltungen in der Umgebung oder ggf. neuen Zielen in der Umgebung zeitweise höhere Fußverkehrsaufkommen geben mag, die dann dazu führen, dass Fußverkehr sich auch auf den querenden Radwegen aufstellt, wodurch es dann zu Behinderungen und Gefährdungen kommen kann.

Es ist zu prüfen, ob absehbar, ggf. nur bei bestimmten Fußverkehrsbeziehungen, größere Aufstellflächen erforderlich werden und wie und wo diese gewonnen werden können.

6. Die **Radverkehrsfurten** werden **durchgehend rot eingefärbt**.

Nach aktuellem Stand der Regelwerke wird in der ERA 2010 empfohlen, die flächige Rot-Einfärbung auf konfliktreiche Stellen zu begrenzen. Ob und wann flächige Rot-Markierungen tatsächlich vorteilhafte Wirkungen bringen, ist noch nicht umfassend empirisch untersucht worden. Dazu läuft aktuell unter Beteiligung des Auditors eine Untersuchung im Auftrag der UDV, deren Ergebnisse aber erst 2027 zu erwarten sind.

Es wird empfohlen, die Rot-Einfärbung nur dort vorzunehmen, wo bedingt verträgliche Schaltungen von rechtsabbiegenden Kfz und geradeausfahrendem Radverkehr auftreten. Entsprechend ist nur die jeweilige Furt über die Knotenausfahrt flächig rot zu markieren, nicht aber über die Knotenzufahrt.

7. Die **Radfahrstreifen in den benachbarten Streckenabschnitten** im Osten, Süden und Westen werden jeweils ohne angegebenes Maß geplant. Die benachbarten Fahrstreifen werden jeweils mit 3,25 m geplant, im Osten auf der Südseite mit 3,00 m, im Süden auf der Ostseite ohne Breitenangabe und auf der Westseite mit 3,00 m.

Die Regelbreite eines Radfahrstreifens ist nach E Klima 2022 inzwischen 2,00 m. Das Regelmaß in der nächsten Ausgabe der ERA wird absehbar 2,25 m betragen.

Es wird empfohlen, den Radfahrstreifen mit 2,25 m oder mehr anzulegen. Dies kann zu Lasten eines jeweils weniger stark aufgeweiteten Seitenraums erfolgen.

3.3 Örtliche Defizite

3.3.1 Reinhold-Frank-Straße – Brauerstraße von Nord nach Süd

Keine Anmerkungen.

3.3.2 Kriegsstraße Ost – Kriegsstraße West, von Ost nach West

Keine Anmerkungen.

3.3.3 Brauerstraße - Reinhold-Frank-Straße – von Süd nach Nord

Keine Anmerkungen.

3.3.4 Kriegsstraße Ost – Kriegsstraße West, von West nach Ost

8. Der **Übergang vom Radweg auf den Radfahrstreifen** in der Kriegsstraße Ost erfolgt über eine Rampe. Diese liegt nur wenige Meter vor den ersten Längsparkständen am südlichen Fahrbahnrand. Deren Lage entspricht dem heutigen Bestand der Schrägparkstände.

Soweit Kfz diese erste Parkbucht anfahren wollen, müssen sie den Radfahrstreifen überqueren bzw. auf diesem rangieren. Radfahrende werden dann meist auf die Fahrbahn ausweichen. Wegen der Nähe von Rampe und erstem Parkplatz ist die Strecke, auf der das Ausweichen möglich ist, recht kurz. Es kann zu Konflikten mit nachfolgenden Kfz kommen.

Es ist zu prüfen, ob und wie die Rampe näher zum Knotenpunkt zurückverlegt werden kann oder ob auf den ersten Parkstand verzichtet werden kann.

3.4 Sonstige Defizite

9. Die **barrierefreie Gestaltung** ist noch nicht dargestellt.

Soweit diese Variante weiter beplant wird, ist sie in den weiteren Planungsphasen mit einzuplanen.

4. Fazit

Entsprechend der Stellungnahme vom Juli 2024 wird empfohlen, diese Variante nicht weiter zu verfolgen. Dabei geht es weniger darum, dass in der konkreten Planung Defizite erkannt worden sind, die so grundlegend sind, als dass sie nicht durch entsprechende Maßnahmen behoben werden könnten. Vielmehr sind die von Befürwortern vermuteten sicherheitsfördernden Verhaltensweisen insbesondere von rechtsabbiegenden Kfz gegenüber bevorrechtigtem geradeausfahrendem Radverkehr empirisch bisher nicht nachgewiesen worden.

Die Gestaltung eines größeren Knotenpunkts nach den Prinzipien einer geschützten Kreuzung ist bisher in Deutschland noch nicht erfolgt. Bei einer entsprechenden Planung in Darmstadt war eine umfassende Vorher-Nachher-Untersuchung im Rahmen des vom Bund finanzierten Forschungsprojekts SQUADA geplant, wobei dieser Umbau bisher nicht erfolgt ist, da Verbände von Sehbehinderten diese Planung strikt ablehnen. Ein laufendes umfassenderes Forschungsprojekt der TU Dresden zum Thema Geschützte Kreuzungen ist annähernd abgeschlossen, Ergebnisse sind aber noch nicht veröffentlicht (vgl. Kapitel 5.3).

Soweit die Planung dieser Variante entgegen dieser Empfehlung weiterverfolgt wird, wird empfohlen, entsprechende Vorher-Nachher-Untersuchungen vorzunehmen, ggf. in Kooperation mit dem in Darmstadt laufenden bzw. aktuell pausierenden Forschungsprojekt.

5. Regelwerke und Literatur

5.1 Rechtliche Regelwerke

StVO, Straßenverkehrs-Ordnung, in der Fassung vom 12. Juni 2021

http://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/StVO.pdf

(inzwischen ist eine Fassung vom 2. Oktober 2024 dort verfügbar)

VwV-StVO, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung, in der Fassung vom 8. November 2021

www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwbund_26012001_S3236420014.htm

5.3 Weitere Literatur und Quellen

- ADAC, Allgemeiner Deutscher Automobil-Club, Niedersachsen/Sachsen-Anhalt e.V. 2023: ADAC-Verkehrsstudie zu Rotlichtverstößen. Hannover. Unveröffentlicht. Ergebnisse unter www.adac.de/der-adac/regionalclubs/niedersachsen-sachsen-anhalt/adac-rotlichtstudie/
- ADFC, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club, Bundesgeschäftsstelle 2020a: InnoRAD-Factsheet 1/6. Innovative Radverkehrslösungen auf Deutschland übertragen. Kreuzungen. Berlin
www.adfc.de/fileadmin/user_upload/Expertenbereich/Politik_und_Verwaltung/Download/adfc_innorad_kreuzungen_web.pdf
- ADFC, Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club, Bundesgeschäftsstelle 2020: ADFC-Stellungnahme, 19.10.2020b: Kritik an UDV-Untersuchungen zu geschützten Kreuzungen. Berlin.
www.adfc.de/fileadmin/user_upload/201019_ADFC-Stellungnahme-UDV.pdf
- ALRUTZ et al. 2015: Nutzung von Radwegen in Gegenrichtung – Sicherheitsverbesserungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V 261. Bergisch Gladbach
https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1573/file/V261_barrierefreies_Internet_PDF.pdf
- BAIER, Reinhold et al. 2018: Evaluation des Verkehrssicherheitsprogrammes Münster. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. Forschungsbericht Nr. 51. Berlin
- BONDZIO, L. et al. 2017: Sicherung von bevorrechtigten Radwegen an innerörtlichen Kreisverkehren. UDV-Forschungsbericht Nr. 46. Berlin
<https://m.udv.de/de/publikationen/forschungsberichte/sicherung-bevorrechtigten-umlaufenden-radwegen-inneroertlichen-kreisverkehren>
- FGSV, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen 2021: Ad-Hoc-Arbeitspapier zu sogenannten „geschützten Kreuzungen“. Ein gemeinsames Arbeitspapier der Leitungen von FGSV-Gremien. Ausgabe Juni 2021. Köln. FGSV Nr. 26501 www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/26501.v.pdf
www.fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/26501.v.pdf
- FRANKE, Markus; LAMPERT, Jolasse 2020: Geschützte Kreuzungen nach niederländischem Vorbild, in: Straßenverkehrstechnik 5/2020, S. 313-319.
Kurzfassung: www.argus-hh.de/aktuelles/geschuetzte-kreuzungen-nach-niederlaendischem-vorbild/
- GFUV-Position zu „Geschützten Kreuzungen, Gemeinsamer Fachausschuss für Umwelt und Verkehr (GFUV) beim DBSV (Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband), Stand: 10.05.2023. Berlin.
www.dbsv.org/positionspapier-gfuv/geschuetzte-kreuzungen.html

- HALLER, W./ ALRUTZ, D. et al 2000: Fußgänger- und Radverkehrsführung an Kreisverkehrsplätzen. Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik", Heft 793; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.). Bonn
- LAMPERT, Jolasse; FRANKE, Markus 2023: Radverkehrssicherheit durch getrennte Signalisierung an Knotenpunkten. In: Straßenverkehrstechnik 2/2023, S. 83-90.
www.argus-hh.de/wp-content/uploads/2023/03/SVT_02_23_Radverkehrssicherheit_durch_getrennte_Signalisierung_an_Knotenpunkten_MF_JL.pdf
- MF, Mobilitätsforum Bund 2023: Kontroverse: Geschützte Kreuzungen nach niederländischem Vorbild.
https://www.mobilitaetsforum.bund.de/DE/Themen/News-RADar/texte/Kreuzungen-geschuetzt-Themenmonat-2023-01.html?cms_templateQueryString=Einladende+Radverkehrsnetze
- MP, Montgomery Planning, September 2023, Protected Intersection Review Checklist V 1.2
<https://montgomeryplanning.org/wp-content/uploads/2023/09/Montgomery-Planning-Protected-Intersection-Checklist-Version-1.2.pdf>
- NACTO, National Association of City Transportation Officials 2019: Don't Give Up at the Intersection. Protected intersections. <https://nacto.org/publication/dont-give-up-at-the-intersection/protected-intersections/>
- OTC, Ontario Traffic Council o.J. [2023]: Protected Intersection Guide
<https://ontario-traffic-council.s3.amazonaws.com/uploads/2023/09/OTC-Protected-Intersection-Guide-Final.pdf>
- OTSD und APD, City of Ottawa Transportation Services Department und Alta Planning + Design, Canada Inc. 2021: Protected Intersection Design
https://documents.ottawa.ca/sites/documents/files/protectedintersection_dg_en.pdf
- REGION HANNOVER 2021: Die Ideale Kreuzung. Ein Leitfaden für Planerinnen und Planer. Hannover = Beiträge zur regionalen Entwicklung Nr. 162.
https://www.hannover.de/content/download/875371/file/Ideale-Kreuzung_Leitfaden_Einzelseiten_reduziert_Endfassung_2021-09-08.pdf
- REICHOW, Viola 2021. Kreuzungsdesign: Kreuzungen attraktiv und sicher gestalten.
<https://dutchcycling.nl/knowledge/blogs-by-experts/kreuzungsdesign-kreuzungen-attraktiv-und-sicher-gestalten/>
- SCHNÜLL, Robert et al. 1992. Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen Nr. 262. Bergisch Gladbach

- SenStadtUm, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt 2015: Sicher geradeaus! Leitfaden zur Sicherung des Radverkehrs vor abbiegenden Kfz. Berlin
<https://digital.zlb.de/viewer/resolver?urn=urn:nbn:de:kobv:109-1-7862468>
- STADT KARLSRUHE, Stadtplanungsamt 2005: Radverkehrsnetz, fortgeschrieben, Download 14.8.2024
- STADT MÜNSTER 2013: Signale für den Radverkehr. 2. Auflage. Münster
www.stadt-muenster.de/fileadmin/user_upload/stadt-muenster/61_verkehrsplannung/pdf/signale_radverkehr.pdf
- TSC, Beratende Ingenieure für Verkehrswesen: 30. November 2020: Geschützte Kreuzung in der Diskussion. Essen <https://www.mvup.de/2020/11/30/geschuetzte-kreuzung-in-der-diskussion/>
- UDV, Unfallforschung der Versicherer 2014: Unfallforschung kompakt: Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer, Berlin
www.udv.de/resource/blob/74742/166201e4a12a8f8e8d8dd008dffda2d9/40-sichere-knotenpunkte-fuer-schwaechere-verkehrsteilnehmer-data.pdf
- UDV 2020: UDV-Stellungnahme, 10.11.2020 zur ADFC-Stellungnahme, 19.10.2020 Kritik an UDV-Untersuchungen zu geschützten Kreuzungen
<https://www.udv.de/resource/blob/81510/b7aed5f1bd95b9ec05ef03988bb9778a/kommentierung-data.pdf>
- UDV, o.J.: Simulation Sicht Lkw-Rad beim Rechtsabbiegen (Video)
<https://www.udv.de/resource/blob/81508/998390b827112c1ef5e44c98385f7934/simulation-data.mp4>
- UDV, Unfallforschung der Versicherer 2010: Verkehrstechnische Auswirkungen der Sonderphasen für Linksabbieger an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage. Forschungsbericht VI 01
www.udv.de/resource/blob/79674/3980830ec9ce3b8c4798b105cfbc9835/05-verkehrstechnische-auswirkungen-der-sonderphase-fuer-linksabbieger-an-knotenpunkten-mit-lichtsignalanlage-data.pdf?mobile_redirect=false
- UDV, Unfallforschung der Versicherer 9.10.2020: Kreuzungen nach niederländischem Vorbild verschlechtert Sicht für LKW (sic!) www.udv.de/udv/themen/kreuzungen-nach-niederlaendischem-vorbild-verschlechtert-sicht-fuer-lkw-81518
- VLB, Verkehrslenkung Berlin, Zentrale Straßenverkehrsbehörde 2021: Regelpläne 348, 349 zu RiM von 2019, zu Indirektem Linksabbiegen markiert 352, im Seitenraum 353

5.4 Quellen zu laufenden Forschungsprojekten

Aktuell sind noch keine weiteren oder abschließenden Erkenntnisse verfügbar:

DIEGELMANN, Karin 2021: Pilotversuch geschützte Kreuzung. SQUADA - Separiertes und sicheres Queren für Alle in Darmstadt. Hochschule Darmstadt für die Stadt Darmstadt

http://www.mobilitaetsforum.bund.de/DE/Themen/Wissenspool/Projekte/Projektbeispiele/Projekte/23023_squada_separiertes_und_sicheres_queren_f.html;jsessionid=3B2D68B525A8ED737D2715144CA78FB3.live11293?nn=3890960

GERICKE, Regina; SCHRÖTER, Bettina 2024: Sicherheit und mögliche Einsatzbereiche von „geschützten Kreuzungen“ (Protected Intersections). Universität Dresden für die Bundesanstalt für Straßenwesen

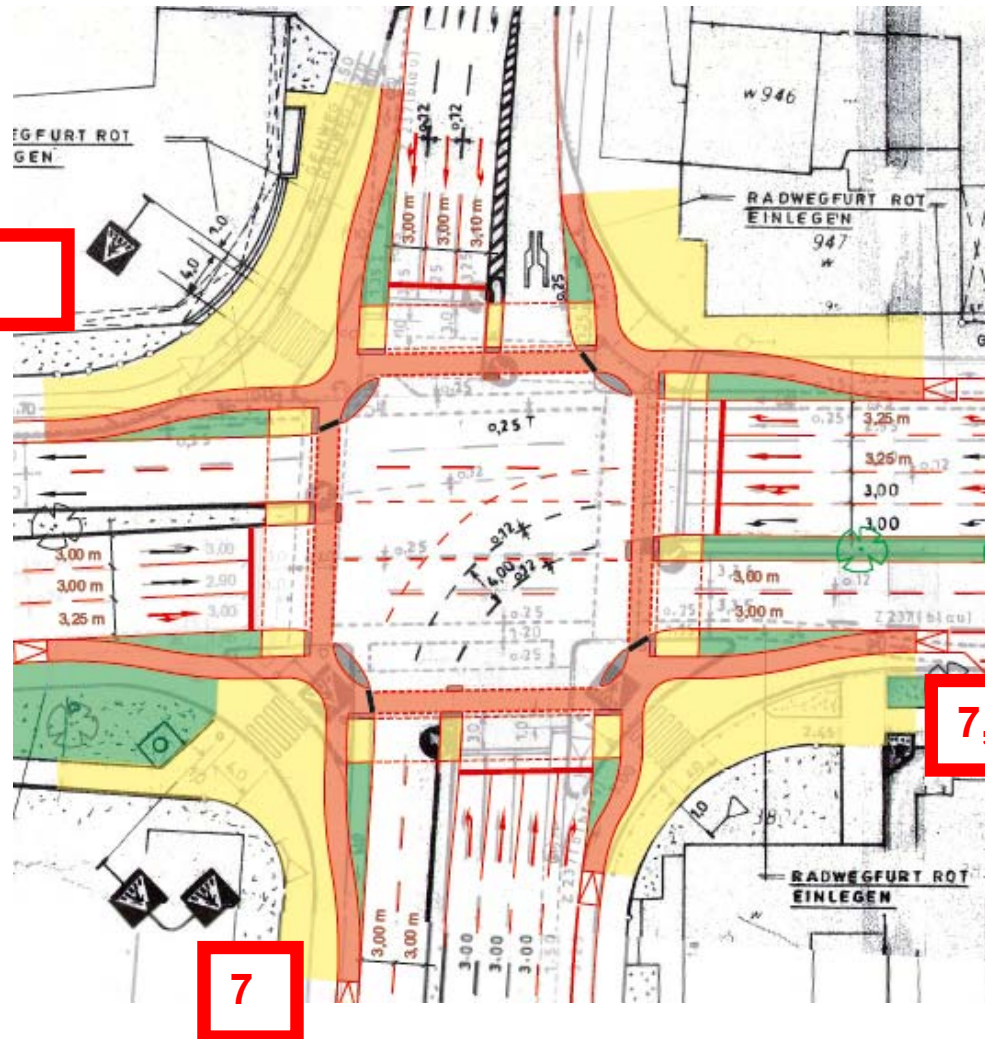
https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/msp/forschung/laufende-projekte/ck_Protected%20Intersections

SCHRÖTER, Bettina 2023: Sicherheit und mögliche Einsatzbereiche von „geschützten Kreuzungen“ (Erkenntnisse aus dem BAST-Projekt). Vortrag im Rahmen der Seminarreihe „Keine Angst vorm Knotenpunkt“ des Mobilitätsforums Bund. Nicht veröffentlicht.

SQUADA 2024. Separiertes und Sicheres Queren für Alle in Darmstadt. Darmstadt www.darmstadt.de/leben-in-darmstadt/mobilitaet-und-verkehr/verkehrsentwicklung-und-projekte/aktuelle-projekte/squada-separiertes-und-sicheres-queren-fuer-alle-in-darmstadt

WOLFERMANN, Axel 17.6.2024: Telefonat zum aktuellen Stand Projekt SQUADA in Darmstadt

Anhang 1: Verortung örtlicher Defizite in Variante Schutzkreuzung



**Allgemeine Defizite:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 9**