



Vorfahrt für den Radverkehr

Untersuchung von Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung
für den Radverkehr in der Stadt Freiburg im Breisgau

Abbildung Titelseite: Eigenes Fotoarchiv



Hochschule **RheinMain**
Architektur und Bauingenieurwesen

Vorfahrt für den Radverkehr

Untersuchung von Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung
für den Radverkehr in der Stadt Freiburg im Breisgau

von

Vincent Keller

Matrikel-Nr.: 1335756

Masterthesis

Erstbetreuerin:

Prof. Dr.-Ing. Martina Lohmeier

Zweitbetreuer:

Dipl.-Ing. Bernd Schlegel

Abgabe: 27.05.2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Glossar.....	VI
1 Einleitung	1
1.1 Begriffsdefinitionen	2
1.2 Nationale Regelwerke für die Gestaltung von Knotenpunkten.....	3
1.3 Bevorrechtigung für Radverkehr an Knotenpunkten	4
1.4 Bevorrechtigte Radverkehrsführung in Freiburg	8
1.5 Forschungsfrage	10
2 Methodik	11
2.1 Verkehrszählung.....	11
2.2 Verkehrssituationsanalyse	14
2.3 Unfallanalyse.....	16
3 Bestandsaufnahme.....	18
3.1 FR1/Sandfangweg	19
3.2 FR1/Lochmattenstraße	20
3.3 FR2/Lehener Straße.....	20
3.4 Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	20
3.5 Bismarckallee/Rosastraße	21
3.6 FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	21
4 Vorgehen bei den Erhebungen	22
4.1 Verkehrszählung.....	22
4.2 Verkehrssituationsanalyse	26
4.3 Unfallanalyse.....	26
5 Analyse.....	27

5.1	Verkehrszählung.....	27
5.1.1	FR1/Sandfangweg	28
5.1.2	FR1/Lochmattenstraße	30
5.1.3	FR2/Lehener Straße.....	31
5.1.4	Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	32
5.1.5	Bismarckallee/Rosastraße	33
5.1.6	FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	35
5.2	Verkehrssituationsanalyse	36
5.2.1	FR1/Sandfangweg	38
5.2.2	FR1/Lochmattenstraße	39
5.2.3	FR2/Lehener Straße.....	41
5.2.4	Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	42
5.2.5	Bismarckallee/Rosastraße	43
5.2.6	FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	45
5.3	Unfallanalyse.....	48
5.3.1	FR1/Sandfangweg	50
5.3.2	FR1/Lochmattenstraße	50
5.3.3	FR2/Lehener Straße.....	50
5.3.4	Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	50
5.3.5	Bismarckallee/Rosastraße	51
5.3.6	FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	51
5.4	Ergebnis der Analyse	51
6	Konzeption	54
6.1	Planungsempfehlungen	54
6.2	Umgestaltung eines Knotenpunkts in Freiburg.....	55
7	Diskussion	58
8	Fazit.....	60

9	Ausblick	61
10	Literaturverzeichnis.....	63
	Anhänge	68

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer Musterlösung für eine bevorrechtigte Radverkehrsquerung	5
Abbildung 2: Verortung der sechs untersuchten Knotenpunkte	9
Abbildung 3: Einzeichnung der Polygone in My Trafficdata	14
Abbildung 4: Informationsblatt über Datenerhebung und Hinweis auf Konformität mit Datenschutz	23
Abbildung 5: Maßnahmen zur Arbeits- und Verkehrssicherheit während der Montage	23
Abbildung 6: Fertiggestellte Montage des ARGOS mobil Geräts	24
Abbildung 7: Knotenstromplan FR1/Sandfangweg	29
Abbildung 8: Knotenstromplan FR1/Lochmattenstraße	30
Abbildung 9: Knotenstromplan FR2/Lehener Straße	32
Abbildung 10: Knotenstromplan Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	33
Abbildung 11: Knotenstromplan Bismarckallee/Rosastraße	34
Abbildung 12: FR2/Elsässer Straße/Hartmannstraße	36
Abbildung 13: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP FR1/Sandfangweg ..	38
Abbildung 14: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP FR1/Lochmattenstraße	40
Abbildung 15: Vorfahrtsregelung missachtet von Kfz am KP FR2/Lehener Straße	41
Abbildung 16: Vorfahrtsregelung missachtet von Kfz an KP Engelbergerstraße/Fehrenbachallee	42
Abbildung 17: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP Bismarckallee/Rosastraße	44
Abbildung 18: Beinahe-Unfall zwischen Kfz-Rad am KP FR2/Lochmattenstraße/Elsässer Straße	46

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arten der Radverkehrsführung an Knotenpunkten nach ERA.....	3
Tabelle 2: Auswahl von Musterlösungen für Knotenpunkte mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr	7
Tabelle 3: Übersicht der Einsatzkriterien für bevorrechtigte Querungen von RVR/RSV	8
Tabelle 4: Objektklassen Videodetektionssystem ARGOS mobil.....	11
Tabelle 5: Übersicht der untersuchten Knotenpunkte	18
Tabelle 6: Erhebungsplan Verkehrszählung Knotenstromerhebung.....	25
Tabelle 7: Verwendete Verhaltensmerkmale für die Verkehrssituationsanalyse.....	26
Tabelle 8: Vergleich Zählzeiten FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	28
Tabelle 9: Verwendete Kriterien für die Verhaltensbeobachtung.....	37
Tabelle 10: Verhaltensbeobachtung FR1/Sandfangweg	39
Tabelle 11: Verhaltensbeobachtung FR1/Lochmattenstraße	40
Tabelle 12: Verhaltensbeobachtung FR2/Lehener Straße.....	42
Tabelle 13: Verhaltensbeobachtung Engelbergerstraße/Fehrenbachallee.....	43
Tabelle 14: Verhaltensbeobachtung Bismarckallee/Rosastraße	44
Tabelle 15: Verhaltensbeobachtung FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße	47
Tabelle 16: Vergleich Unfallhäufigkeit Knotenpunkte 2015-2024.....	49
Tabelle 17: Ergebnisse der Verkehrssituationsanalyse	52
Tabelle 18: Ergebnisse der Knotenstromzählung und des Unfallgeschehens.....	53

Glossar

Abb.	Abbildung
AGFS NRW	Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein Westfalen e.V.
Bast	Bundesanstalt für Straßenwesen
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
EVE	Empfehlungen für Verkehrserhebungen
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FGÜ	Fußgängerüberweg
FR	Radvorrangroute (Bezeichnung der Stadt Freiburg mit Nummerierung)
H RSV	Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten
Kfz	Kraftfahrzeug
KI	Künstliche Intelligenz
KP	Knotenpunkt
Lkw	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlage
MTD	My Trafficdata
o. D.	ohne Datum
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
Rad	Fahrrad
RAL	Richtlinie für die Anlage von Landstraßen
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
RS	Radschnellverbindung (Bezeichnung des Landes Baden-Württemberg mit Nummerierung)
RSV	Radschnellverbindung
RVR	Radvorrangroute
Tab.	Tabelle
u. a.	unter anderem
UDV	Unfallforschung der Versicherer
vgl.	vergleiche
VZ	Verkehrszeichen

1 Einleitung

Um Radverkehr als integrierten Teil städtischer Mobilität zu begreifen, ist eine gesamtheitliche Betrachtung geeigneter Infrastrukturen sowie Führungsformen nötig. Im Zusammenspiel mit anderen Verkehrsmodi des urbanen Umfelds sind dabei insbesondere alle sich kreuzenden Wege der Verkehrsteilnehmenden von besonderer Bedeutung. Denn aus Sicht der Verkehrssicherheit stellen Unfälle beim Kreuzen oder Einbiegen die häufigste Unfallart für Radfahrende im Straßenverkehr dar (vgl. Schreiber/Ortlepp/Butterwegge, 2013, S. 2). Daher wird in dieser Thesis ein besonderer Fokus auf Knotenpunkte (KP) für Radfahrende im Stadtgebiet gelegt. Im Besonderen werden solche KP genauer untersucht, welche den Radverkehr gegenüber dem Kfz-Verkehr bevorzugen. Diese KP sind für die Förderung des Radverkehrs von besonderer Bedeutung, da sie einen erheblichen Einfluss auf die Durchgängigkeit sowie fahrbare Geschwindigkeit auf einer Radroute haben. Mithilfe von Bevorrechtigung des Radverkehrs an Knotenpunkten kann die Reisezeit für Radfahrende deutlich verkürzt werden. Somit kann das Fahrrad durch strategische Fahrzeitenverkürzung an netzrelevanten Knotenpunkten eine entscheidende Aufwertung bei der Verkehrsmittelwahl erfahren (vgl. Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2022, S. 10).

Neben dem Fokus auf Verkehrssicherheit an bevorrechtigten Knotenpunkten für den Radverkehr untersucht diese Thesis auch die Verständlichkeit der gewählten Gestaltungselemente sowie Sinnhaftigkeit der Verkehrsführung im Knotenpunktbereich. In diesem Zusammenhang werden sechs für den Radverkehr bevorrechtigte Knotenpunkte in der Stadt Freiburg anhand empirischer Methoden untersucht (vgl. Bundeszentrale für politische Bildung, 2020). Die Anwendung der verschiedenen Methoden wird in Kapitel 2 näher beschrieben.

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Analyse der in Freiburg bestehenden Knotenpunkte mit Bevorrechtigung für den Radverkehr wird im Rahmen dieser Arbeit ein derzeit nicht bevorrechtigter Knotenpunkt umgestaltet. Dieser soll gemäß des aktuellen Radverkehrskonzepts der Stadt Freiburg zukünftig Vorfahrt für den Radverkehr bieten (vgl. Stadt Freiburg, o. D.b). Darüber hinaus werden allgemeine Empfehlungen für zukünftige Planungen von Bevorrechtigungen für den Radverkehr gegeben.

1.1 Begriffsdefinitionen

Knotenpunkt (KP):	Ein Ort, an dem sich mehrere Verkehrswege kreuzen oder ein Verkehrsweg in einen anderen Verkehrsweg einmündet (vgl. Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr, 2020).
Knotenpunktarm:	An einem Knotenpunkt anschließender Straßenabschnitt (FGSV, 2020, S. 93).
Knotenpunktbereich:	Aus baulicher Perspektive ein Straßenabschnitt, auf dem die gebaute Infrastruktur durch die Verkehrsabwicklung am Knotenpunkt bestimmt wird (vgl. FGSV, 2020, S. 94).
Konfliktfläche:	Teilfläche einer Straßenverkehrsanlage, auf der sich die Bewegungsflächen nicht verträglicher Verkehrsströme überlagern (vgl. FGSV, 2012a, S. 94).
Kreuzung:	Ein plangleicher Knotenpunkt mit vier Knotenpunktarmen (vgl. FGSV, 2020, S. 94).
Radverkehrsfurt:	Eine gekennzeichnete Querungsstelle für Radfahrende, die auf der Fahrbahn an einem Knotenpunkt mit Lichtsignalsteuerung oder Bevorrechtigung für den Radverkehr markiert ist (vgl. FGSV, 2020, S. 131).
Verkehrsmittel	Fahrzeuge für die Ortsveränderung von Personen und/oder Gütern (FGSV, 2020, S. 32).
Verkehrsmodus:	Einordnung des Verkehrs nach Gruppen je Verkehrsmittel inklusive des Fußverkehrs (vgl. FGSV, 2020, S. 32).
Verkehrsstrom:	Auf einem Verkehrsweg in der gleichen Richtung sich bewegende Verkehrselemente (FGSV, 2020, S. 63).

1.2 Nationale Regelwerke für die Gestaltung von Knotenpunkten

Im Folgenden werden die in Deutschland in der Praxis üblicherweise angewandten Knotenpunkte für den Radverkehr auf Grundlage der vorhandenen Empfehlungen, Richtlinien, Qualitätsstandards und Musterlösungen vorgestellt.

In der derzeitig aktuellen Ausgabe der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) aus dem Jahr 2010 widmet sich Kapitel 4 der Radverkehrsführung an Knotenpunkten. In der ERA wird grundsätzlich unterschieden in vier verschiedene Arten von plangleichen Knotenpunkten für die Radverkehrsführung (vgl. FGSV, 2010, S. 4). Darüber hinaus sind im darauffolgenden Kapitel 5 nähere Bestimmungen zu nicht plangleichen Knotenpunkten zu finden, die in der ERA Überquerungsanlagen genannt werden (vgl. FGSV, 2010, S. 5).

Tabelle 1: Arten der Radverkehrsführung an Knotenpunkten nach ERA
(eigene Darstellung)

Knotenpunkte mit Rechts-vor-links-Regelung
Knotenpunkte mit Vorfahrtregelung durch Verkehrszeichen
Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage (LSA)
Kreisverkehre

Grundsätzlich wird empfohlen, bei der Wahl der Art eines Knotenpunkts die verkehrlichen Voraussetzungen vor Ort zu berücksichtigen. Die Einsatzkriterien für die Eignung jeweiliger Knotenpunktarten sind in der RAS 06 näher beschrieben (vgl. FGSV, 2012d, S. 64). Der Einsatz von Rechts-vor-links-Regelungen beschränkt sich in der Regel auf Tempo-30-Zonen. Hier sind benutzungspflichtige Radverkehrsanlagen nicht zulässig, daher soll der Radverkehr gemäß ERA im Mischverkehr geführt werden (vgl. FGSV, 2010, S. 37). Sowohl für Knotenpunkte mit vorfahrtsregelnden Verkehrszeichen als auch für Knotenpunkte mit LSA konzentriert sich die ERA vorrangig auf Entwurfselemente für das Geradeausfahren sowie das Linksabbiegen des Radverkehrs. Für rechtsabbiegenden Radverkehr sind bei Vorfahrtsregelung durch Verkehrszeichen keine besonderen Vorkehrungen nötig (vgl. FGSV, 2010, S. 38). Auch bei mit LSA gesteuerten Knotenpunkten gibt es für das Rechtsabbiegen des Radverkehrs nur wenige Vorgaben (vgl. FGSV, 2010, S. 45). Der Fokus auf Geradeausfahren und Linksabbiegen in der ERA lässt sich damit begründen, dass bei diesen Abbiegevorgängen die häufigsten Konflikte mit dem Kfz-Verkehr auftreten (vgl. Gerstenberger, 2015, S. 92).

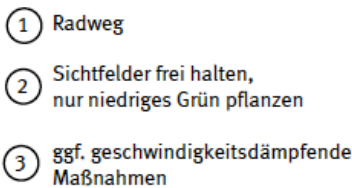
Über die ERA hinaus sind Vorgaben für die Führung des Radverkehrs an Knotenpunkten auch in der Richtlinie für Anlage von Stadtstraßen (RASt), in der Richtlinie für die Anlage von Landstraßen (RAL) sowie in den Hinweisen für Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten enthalten (H RSV). In der RASt wird die Führung des Radverkehrs bei jeder Knotenpunktart, ähnlich der in der ERA definierten Arten, einbezogen und in kleinen Skizzen dargestellt. Zusätzlich wird in einem eigenen Unterkapitel auf Querungsanlagen für den Radverkehr eingegangen (vgl. FGSV, 2012d, S. 93ff.). In der RAL wird in einem eigenen Unterkapitel kurz die Führung des Rad- und Fußgängerverkehrs im Zuge von Querungen mit Straßen im außerörtlichen Bereich thematisiert (vgl. FGSV, 2013, S. 79f.).

Deutlich detailliertere Empfehlungen für die Gestaltung von Knotenpunkten lassen sich in der H RSV finden. Das Hinweispapier umfasst zwölf Seiten zu geeigneten Knotenpunkten und Querungsanlagen im Zuge von Radvorrangrouten (RVR) und Radschnellverbindungen (RSV). Die H RSV beinhalten neben konkreten Musterlösungen auch eine Übersicht der möglichen Knotenpunktarten für RVR und RSV mit deren dazugehörigen Einsatzgrenzen (vgl. FGSV, 2021, S. 43ff.).

1.3 Bevorrechtigung für Radverkehr an Knotenpunkten

Die in der ERA beschriebenen Knotenpunkte in Kapitel 4 beziehen sich auf Querungsstellen innerorts. Die Art der Radwege betreffend, werden vorrangig straßenbegleitende Ein- und Zweirichtungsradswege für die Gestaltung der Knotenpunkte in diesem Kapitel betrachtet (vgl. FGSV, 2010, S. 37ff.). Die bevorrechtigte Querung von Radverkehr an Knotenpunkten wird in der ERA lediglich in einem Satz erwähnt. In Kapitel 5.2, plangleiche Überquerungsanlagen innerorts, heißt es: *„Überquerungsanlagen mit Bevorrechtigung des Radverkehrs kommen zum Einsatz, wenn eine Radhauptverbindung eine Straße mit untergeordneter Bedeutung für den Kraftfahrzeugverkehr kreuzt“* (FGSV, 2010, S. 57). Somit sind in der aktuell gültigen Fassung der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen kaum Vorgaben zur bevorrechtigten Querung des Radverkehrs an Knotenpunkten enthalten.

Die Fortschreibung der ERA sieht nach aktuellem Bearbeitungsstand vor, dass Knotenpunkte mit Bevorrechtigung für den Radverkehr an Überquerungsanlagen innerorts in die Empfehlungen mit aufgenommen werden. Diese sollen insbesondere im Zusammenhang mit Radvorrangrouten sowie Radschnellverbindungen eingesetzt werden, nähere Einsatzkriterien dazu sollen in der Fortschreibung beschrieben werden (vgl. Gwiasda, 2023, S. 19).



(AGFS NRW, 2021, S. 57)

Baden-Württemberg Vorgaben zur Gestaltung von Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung

(vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2022, S. 25). Diese unterscheiden sich in einigen Details maßgeblich von den Gestaltungsvorgaben der hessischen Qualitätsstandards. So wird in Hessen immer eine roteingefärbte Flächenmarkierung auf der Konfliktfläche empfohlen, wohingegen in Baden-Württemberg im Zuge von Radschnellverbindungen explizit davon abgeraten wird, insofern die für Radschnellverbindungen vorgesehen grüne Begleitlinie oder Haifischzähne markiert werden (vgl. Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2022, S. 25).

Neben den aufgezeigten Qualitätsstandards für Radschnellverbindungen sind Knotenpunkte mit Bevorrechtigung für Radfahrende auch Teil der Musterlösungen anderer Bundesländer oder Landkreise. So werden diese auch in den Musterlösungen für Radverkehrsanlagen in Schleswig-Holstein dargestellt, jedoch beruht das Arbeits- und Diskussionspapier auf den Musterlösungen Hessens (vgl. Kommunale Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Fuß- und Radverkehrs in Schleswig-Holstein, 2021, S. 13). Ähnlich verhält es sich mit den Musterlösungen für Radverkehrsanlagen im Landkreis Lüneburg, diese beruhen ebenfalls auf den hessischen Musterlösungen (vgl. Landkreis Lüneburg, 2024, S. 58). Im Gegensatz dazu wurden die Musterblätter Radverkehr Bayern eigenständig von einem Verkehrsplanungsbüro erstellt. Jedoch unterscheiden sie sich inhaltlich nicht von den Musterlösungen des Radnetzes Hessen (vgl. Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundliche Kommunen in Bayern e. V., 2024, S. 21). Ergänzend dazu gibt es zwei Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinde und Kreise aus Nordrhein-Westfalen (AGFS NRW), die inhaltliche Unterschiede bei der Gestaltung der Knotenpunkte aufweisen. Der Leitfaden Fahrradstraßen beinhaltet Musterlösungen für verschiedene Anwendungsbereiche der Bevorrechtigung des Radverkehrs an Knotenpunkten und beschreibt diese detailliert. Der Fokus liegt auf der unterschiedlichen Anzahl von möglichen Knotenpunktarmen in Kombination mit unterschiedlich hohem Fußverkehrsaufkommen. Zusätzlich gibt es auch eine Musterlösung für Bevorrechtigung inklusive eines Modal Filters (vgl. AGFS NRW, 2023, S. 74, 2023, S. 74ff.). Darüber hinaus werden in den Hinweisen für Querungsstellen des Rad- und Fußverkehrs der AGFS NRW weitere Musterlösungen dargestellt, die ebenfalls kleine Unterschiede aufweisen. So wird für die zu querende nicht bevorrechtigte Straße eine Einengung der Fahrbahn unmittelbar vor der Querungsstelle vorgesehen, die für eine Freihaltung der Sichtfelder sorgen soll (siehe Abb. 1). Außerdem sind in dem Hinweispapier Musterlösungen für die Anwendung in verkehrsberuhigten Bereichen enthalten (vgl. AGFS NRW, 2021, S. 50ff.).

Tabelle 2: Auswahl von Musterlösungen für Knotenpunkte mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr
(eigene Darstellung)

Knotenpunktelement	Radnetz Hessen	Radschnellverbindungen Baden-Württemberg	Querungsstellen AGFS NRW
Vorfahrtsgewährende Markierung	Wartelinie	Haifischzähne	Je nach Anwendungsfall
Randmarkierung der Radverkehrsfurt	Gestrichelte Randmarkierung	Grüne durchgezogene Begleitlinie	Gestrichelte Randmarkierung
Flächenmarkierung	Roteingefärbte Furt	Keine Furteinfärbung	Roteingefärbte Furt
Fahrbahneinengung	Nicht vorgesehen	Nicht vorgesehen	Unmittelbar vor dem KP auf wartepflichtiger Straße

Die bislang einzigen Musterlösungen für Knotenpunkte mit bevorrechtigter Querung für Radfahrende auf nationaler Ebene sind in den H RSV enthalten. Diese enthalten auf drei Seiten die Gestaltung von Knotenpunkten mit Vorrang für Radvorrangrouten oder Radschnellverbindungen (vgl. FGSV, 2021, S. 44ff.). Inhaltlich unterscheiden sie sich insofern, als dass in den H RSV für alle bevorrechtigten Knotenpunkte entweder eine Fahrbahnanhebung auf Rad- und Gehwegniveau und/oder eine Roteinfärbung des Konfliktbereichs empfohlen wird. Des Weiteren gibt es für die Querung von selbstständig geführten Radvorrangrouten oder Radschnellverbindungen die Empfehlung, die untergeordneten Knotenpunktarme durch Vorziehen der Seitenräume zu verengen, sodass auf der Konfliktfläche kein Begegnungsverkehr der kreuzenden Kfz möglich ist (vgl. FGSV, 2021, S. 47).

Darüber hinaus bietet die H RSV eine Übersicht der Einsatzkriterien für bevorrechtigte Querungen an Knotenpunkte im Zuge von RVR oder RSV. Dabei wird die maximal empfohlene Verkehrsbelastung der querenden Straße definiert sowie deren zulässige Höchstgeschwindigkeit. Diese Parameter sind jeweils unterteilt in Knotenpunkte sowohl innerorts als auch außerorts (vgl. FGSV, 2021, S. 44).

Tabelle 3: Übersicht der Einsatzkriterien für bevorrechtigte Querungen von RVR/RSV
(vgl. FGSV, 2021, S. 44)

Knotenpunktart	Verkehrsbedeutung	
	innerorts	außerorts
Bevorrechtigung im Zuge einer Fahrradstraße	≤ 2.500 Kfz/Tag (Vzul 30 km/h)	≤ 1.500 Kfz/Tag (Vzul 50 km/h)
Bevorrechtigung im Zuge einer selbstständig geführten RVR/RSV	≤ 2.000 Kfz/Tag (Vzul 30 km/h)	≤ 1.000 Kfz/Tag (Vzul 50 km/h)
	2.000 bis 3.500 Kfz/Tag (Vzul 30 km/h)	1.000 bis 1.500 Kfz/Tag (Vzul 50 km/h)
Bevorrechtigung im Zuge einer fahrbahnbegleitenden RVR/RSV entlang einer Vorfahrtstraße	≤ 8.000 Kfz/Tag (Vzul ≤ 50 km/h)	≤ 3.000 Kfz/Tag
		≤ 5.000 Kfz/Tag

(blau = Regellösung; pink = in Ausnahmefällen)

1.4 Bevorrechtigte Radverkehrsführung in Freiburg

Die Stadt Freiburg hat in den vergangenen Jahren zunehmend Knotenpunkte mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr umgestaltet. Diese existieren sowohl entlang von Radvorrangrouten in Form eines selbstständig geführten Radwegs als auch im Verlauf von Fahrradstraßen. In der Fortschreibung des Radkonzepts 2020 wurde im Frühjahr 2023 das RadNETZ plus vom Gemeinderat Freiburgs beschlossen. Dieses sieht acht Radvorrangrouten im Stadtgebiet sowie vier Radschnellverbindungen zur Anbindung umliegender Gemeinden vor. Davon größtenteils umgesetzt und durchgängig befahrbar sind nach aktuellem Stand drei RVR. Viele Teilstücke der anderen RVR oder RSV existieren bereits, sind jedoch noch nicht einheitlich gestaltet und durchgängig ausgebaut (vgl. Stadt Freiburg, o. D.b).

Im Zuge der Radvorrang- sowie Radschnellverbindungen soll der Radverkehr, wenn möglich, stets Vorrang an Knotenpunkten gegenüber querendem Verkehr erhalten. Dadurch soll eine besonders hohe Qualität der Radinfrastruktur mit geringen Wartezeiten ermöglicht werden. Die Bevorrechtigung soll mittels kreuzungsfreier Führung (Ober- oder Unterführung), anhand von speziell für

den Radverkehr abgestimmten Lichtsignalanlagen oder durch die bevorrechtigte Querung von Nebenstraßen gestaltet werden (vgl. Stadt Freiburg, o. D.b).

Derzeit gibt es im Stadtgebiet Freiburgs neun Knotenpunkte, die eine bevorrechtigte Querung der Radverkehrsanlage gegenüber einer kreuzenden Nebenstraße bieten. Davon befinden sich sieben im Verlauf von RVR, zwei sind Teil von Fahrradstraßen. Als Teil dieser Arbeit werden sechs der neun bevorrechtigten Querungen untersucht. Darunter befinden sich vier auf RVR. Die Verortung der Knotenpunkte im Stadtgebiet sind auf Abb. 2 abgebildet. Weitere Details zu den Erhebungsstandorte sind in Kapitel 3.1 dargestellt.

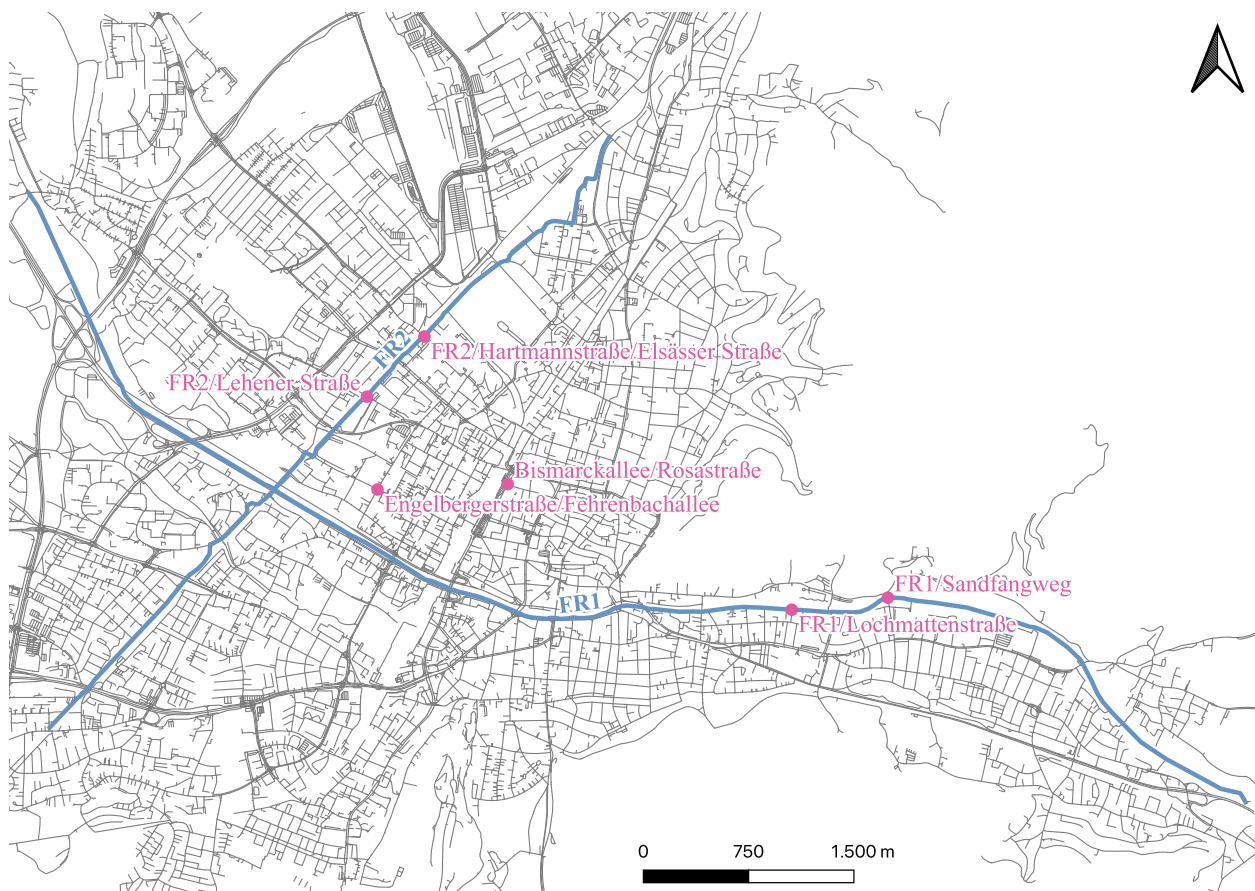


Abbildung 2: Verortung der sechs untersuchten Knotenpunkte
(eigene Darstellung)

1.5 Forschungsfrage

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Aspekt der Verkehrssicherheit sowie der Gestaltung von Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr. Den bisherigen Richtlinien und Musterlösungen für Bevorrechtigung des Radverkehrs an Knotenpunkten liegen bislang kaum empirische Untersuchungen von entsprechend bestehenden Knotenpunkten in Deutschland zu Grunde. Daher stellt sich die Frage, inwiefern sich die existierenden Entwurfsempfehlungen in der Praxis bewähren. Dies führt zur zentralen Forschungsfrage:

Inwiefern stellen Knotenpunkte mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr in Freiburg eine verkehrssichere sowie intuitiv verständliche Querungssituation dar?

Daraus ergeben sich weitere untergeordnete Fragen, die im Zusammenhang mit der verwendeten Methodik stehen:

- *Auf welche Weise werden die Knotenpunkte von unterschiedlichen Verkehrsmodi genutzt?*
- *Welche Rückschlüsse auf die Gestaltung lassen sich aus den Knotenströmen ableiten?*
- *Zu welchen Konflikten führt die gegenwärtige Gestaltung der jeweiligen Knotenpunkte?*
- *Bietet die Umgestaltung zur Bevorrechtigung einen Zugewinn an Verkehrssicherheit?*

2 Methodik

Zur Analyse der Bestandssituation der sechs bevorrechtigten Querungen werden verschiedene Methoden angewandt, um die Sinnhaftigkeit der Knotenpunktgestaltung empirisch zu untersuchen. Die gewählten Methoden ergänzen sich und geben einen differenzierten Einblick in die derzeitige Verkehrssituation vor Ort.

2.1 Verkehrszählung

Die Basis der in dieser Arbeit verwendeten empirischen Methoden bildet die Verkehrszählung. Diese dient dazu, von den zu untersuchenden Knotenpunkten multimodale Knotenstrompläne zu erstellen. Die Knotenströme werden mit dem Ziel erfasst, die tatsächliche Nutzung der bevorrechtigten Querung gegenüber den anderen Abbiegebeziehungen zu überprüfen.

Für die Knotenstromerhebung wird ein mobiles Messgerät der Firma DataCollect Traffic Systems GmbH verwendet. Das Gerät mit dem Namen ARGOS mobil ist ein auf künstlicher Intelligenz (KI) basiertes Videodetektionssystem. Es wurde speziell dafür entwickelt, Verkehrsströme an komplexen Knotenpunkten zu erfassen. Dabei kann das Gerät zwischen elf verschiedenen Objektklassen unterscheiden, wie in Tabelle 4 dargestellt (vgl. DataCollect, o. D.a). Diese sind angelehnt an die Einteilung von Fahrzeugen in Grundklassen aus den Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE), abgebildet in Tabelle 8 der EVE (vgl. FGSV, 2012b, S. 33). Ergänzt werden die neun Grundklassen der EVE um zwei weitere Objektklassen, Zufußgehende sowie Transporter mit Fenstern (vgl. DataCollect, o. D.a).

Tabelle 4: Objektklassen Videodetektionssystem ARGOS mobil
(eigene Darstellung)

Objektklasse	Piktogramm
Zufußgehende	
Fahrrad	
Motorrad	
Pkw	
Pkw mit Anhänger	
Transporter mit Fenster	

Transporter ohne Fenster	
Bus	
Lkw	
Lkw mit Anhänger	
Sattelzug	

Die in der EVE empfohlene Methode zur Zählung und Erfassung von Fahrzeugen an einem Knotenpunkt sieht vor, die Verkehrsströme per manueller Querschnittszählung mithilfe von Formularen, Handzählgeräten, Tonband/MP3-Player oder Handheld-Computern zu erfassen (vgl. FGSV, 2012b, S. 37). Dementsprechend ist zur Erfassung von Knotenströmen mittels dieser Methode insbesondere bei komplexen Knotenpunkten ein großer Einsatz von Zählpersonal nötig. Hinzu kommen mögliche Fehlerquellen durch menschliches Verhalten (vgl. FGSV, 2012b, S. 38). Zusätzlich dazu wird in der EVE die automatische Querschnittszählung als Methode empfohlen, um Knotenströme zu erfassen. Dafür in Frage kommt die Erfassung durch Induktionsschleifen, mithilfe von Infrarot und mittels Videokamera. Die Erfassung durch Videokamera wird unterschieden in Objektverfolgung und Kennzeichenerkennung. Über die Erwähnung der Erfassung durch videogestützte Objektverfolgung in Tabelle 11 der EVE hinaus, finden sich keine weiteren Informationen diesbezüglich in den Empfehlungen für Verkehrserhebungen (vgl. FGSV, 2012b, S. 36ff.).

Für die Erfassung multimodaler Knotenströme, unter Einbeziehung des Fuß- und Radverkehrs, stellt ein Videodetektionssystem mit Objektverfolgung ein sehr geeignetes Instrument dar. Dieses ermöglicht die Erfassung von mehreren Fahrstreifen und bietet umfangreiche Daten zur Position und Klassifikation der Objekte (vgl. Fu u. a., 2017, S. 1). Somit bietet es deutliche Vorteile gegenüber manuellen Zählmethoden oder automatischen Querschnittszählungen. Jedoch zeigt die Erfassung durch Videodetektion auch ihre Grenzen auf, insbesondere durch sich ändernde Umweltfaktoren. Die Objektverfolgung kann durch wechselnde Licht- oder Wetterverhältnisse beeinflusst werden. Vor allem bei Dämmerung und Dunkelheit kann die Funktionsweise stark eingeschränkt sein (vgl. Fu u. a., 2017, S. 1f.). Dies gilt auch für das Videodetektionssystem ARGOS mobil von DataCollect, welches für die korrekte Erfassung bei Dunkelheit auf passive Lichtquellen angewiesen ist (vgl. Karsch, 2025-02-20).

Bezüglich der Erhebungsdauer sind Empfehlungen in der EVE enthalten, die sich abhängig vom zu erhebenden Verkehrsmodus unterscheiden. Generell wird empfohlen, Zählungen im Sommerhalbjahr von März bis Oktober sowie außerhalb der Ferien durchzuführen. Als repräsentative Zähl-tage kommen Montag bis Donnerstag in Wochen ohne Feiertage und Schulferien in Frage. In der Empfehlung der Zählstunden gibt es einen Unterschied zwischen den Verkehrsmodi. So wird für den Fuß- und Radverkehr für die Bestimmung des täglichen Verkehrsaufkommens eine Zählung von 6-19 Uhr empfohlen, wohingegen beim Kfz-Verkehr eine Zählung von 6-22 Uhr vorgeschla-gen wird. Sofern eine Verkehrserhebung des Fuß- und Radverkehrs gemeinsamen mit dem Kfz-Verkehr geschieht, wird empfohlen sich nach den Zählzeiten des Kfz-Verkehrs zu richten (vgl. FGSV, 2012b, S. 27ff.). Über die Anzahl der empfohlenen Zähl-tage gibt die EVE keinerlei Aus-kunft. Bei einer Erhebung mittels Videodetektion ist ein Zeitraum von einer Woche sinnvoll, um repräsentative Werte zu erhalten. Von einer längeren Zählung wird aufgrund der großen Daten-menge und des damit verbundenen Rechenaufwands bei temporären Zählungen in der Regel ab-gesehen (vgl. Meyer, 2018, S. 97). Die Zählung für eine komplette Woche bietet den Vorteil, dass vor allem für den Fuß- und Radverkehr Unterschiede im Alltags- und Freizeitverkehrs zwischen Werktagen, Samstagen sowie Sonn- und Feiertagen sichtbar werden (vgl. Schiller/Zimmer-mann/Bohle, 2011, S. 7).

Die Objektverfolgung mit ARGOS mobil im Knotenpunkt erfolgt anhand von vorab definierten Polygonen (siehe Abb. 3). Für die Erfassung der Knotenströme des Kfz- sowie Radverkehrs wird ein blaues Polygon mit mindestens drei Seiten eingezeichnet. Die Flächen zwischen den von den Ecken dieses Polygons ausgehenden blauen Linien markieren die Knotenpunktarme. Zur erfolg-reichen Erfassung eines Abbiegevorgangs muss ein Kfz oder Fahrrad zuerst in einem Bereich au-ßerhalb des blauen Polygons registriert werden und anschließend den KP in einem anderen Bereich außerhalb des Polygons verlassen. Um die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Erfassung so hoch wie möglich zu gestalten, sollte das blaue Polygon so klein wie möglich und die umgebenden Bereiche so groß wie möglich sein (vgl. DataCollect, 2024, S. 15ff.). Für die Erfassung der Fuß-verkehrsströme sind grüne Polygone in MTD einzuzeichnen. Diese stellen jeweils einen Knoten-punktarm für Zufußgehende da. Für die erfolgreiche Erfassung des Querungsvorgangs eines Zu-fußgehenden muss dieser zuerst in einem der grünen Polygone registriert werden und anschließend in einem anderem grünen Polygon den KP verlassen (vgl. DataCollect, 2024, S. 20).

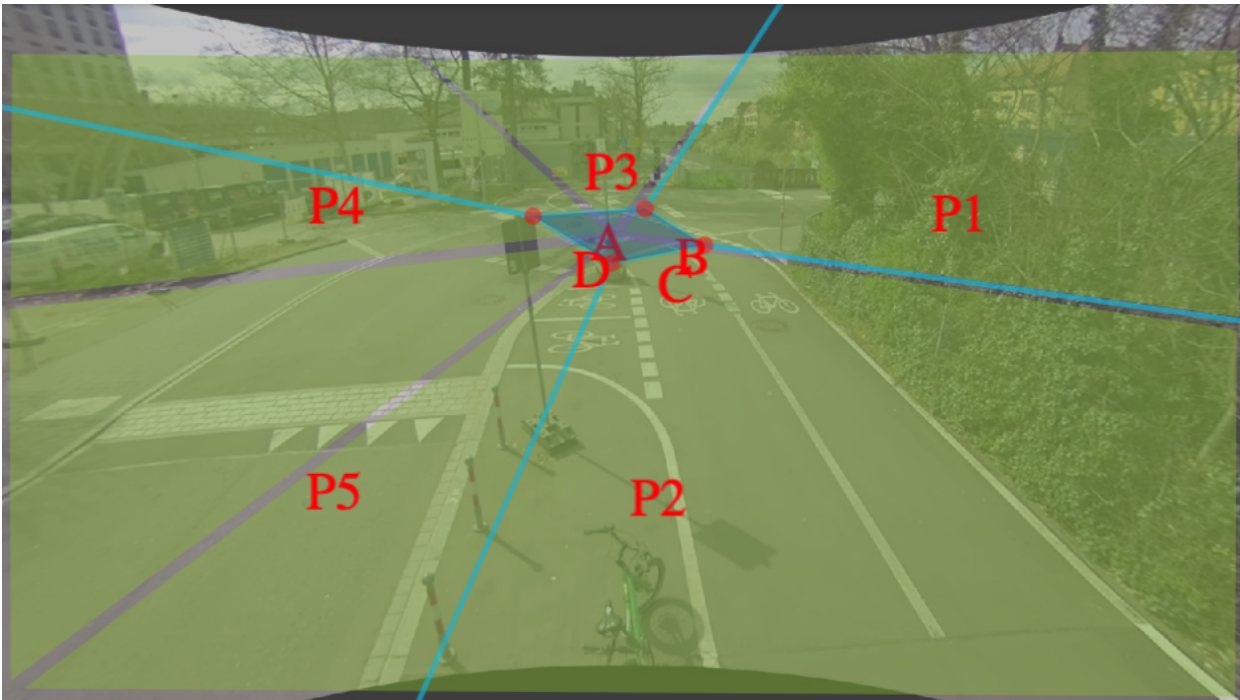


Abbildung 3: Einzeichnung der Polygone in My Trafficdata
(vgl. DataCollect, o. D.c)

2.2 Verkehrssituationsanalyse

Ergänzend zur videogestützten Verkehrszählung sollen weitere Methoden die Analyse der Bestandssituation an den bevorrechtigten Querungen für Radverkehr in Freiburg ergänzen. Dazu zählt die Verkehrssituationsanalyse, welche als eigenständige Methode Teil der EVE ist. Für die Analyse werden spezifische Situationen des Verkehrsablaufs ausgewählt, die Auffälligkeiten hinsichtlich der Verkehrssicherheit oder des Entwurfs der baulichen Infrastruktur aufzeigen (vgl. FGSV, 2012b, S. 57). Grundlage der Methode sind Videoaufzeichnungen des Verkehrsaufbaus. Im Fall von gleichzeitig durchgeführter videogestützter Verkehrszählung können diese Aufnahmen idealerweise auch für die Analyse der Verkehrssituation genutzt werden.

Die Verkehrssituationsanalyse stellt eine Art der Verhaltensbeobachtung im Verkehr dar. Diese Methode zeichnet sich durch den nichtkommunikativen Prozess des Beobachtens von Verhaltensweisen im Verkehr aus. Besonders geeignet sind Verhaltensbeobachtungen, um Defizite der Verkehrssicherheit zu erforschen. Die Auswirkungen menschlicher Interaktion in spezifischen Situationen sowie die Wechselwirkungen mit der Infrastruktur können auf diese Weise sichtbar gemacht werden. Jedoch beschränken sich Beobachtungen in der Regel auf die visuelle Wahrnehmung, ohne in Interaktion mit den Verkehrsteilnehmenden zu gehen (vgl. Bäumer u. a., 2010, S. 63).

Zur Quantifizierung von Verhaltensbeobachtungen sind verschiedene Auswahlverfahren möglich. Eine Möglichkeit besteht darin, alle Interaktionen in den ausgewählten Untersuchungsgebieten für ein definiertes Zeitintervall als Stichprobe zu beobachten. Diese Art der Erhebung wird einstufige Klumpenauswahl genannt. Falls die Beobachtung ohne Videoaufzeichnung vor Ort durchgeführt wird und wenn aufgrund der Komplexität des zu untersuchenden Verhaltensmerkmals nicht jede Interaktion erfasst werden kann, so kommt die zweistufige Zufallsauswahl zum Tragen. Dabei wird eine Sekundärauswahl von allen beobachteten Interaktionen getroffen, indem mit einer festgelegten Schrittweite (z. B. jede fünfte Interaktion) die Beobachtungen erfasst werden (vgl. Bäumer u. a., 2010, S. 65). Für den Fall, dass die Beobachtungen sich nicht auf ein räumlich beschränktes Phänomen einschränken, sondern ein kategorielles Verhaltensmerkmal untersuchen, kommt ein Verfahren zur Hochrechnung der stichprobenartigen Beobachtungen auf die Gesamtheit zum Tragen (vgl. Bäumer u. a., 2010, S. 66).

Die Verhaltensbeobachtung im Verkehr kann in verschiedene Kategorien von Verhaltensmerkmalen eingeteilt werden. Zunächst kann unterschieden werden zwischen nominal skalierbaren Merkmalen wie etwa „Helm tragen (ja/nein)“, ordinalen Merkmalen wie z. B. „Anpassung der Geschwindigkeit an den Knotenpunkt (vorbildlich, ausreichend, kritisch und unzureichend)“ und metrisch skalierbaren Verhaltensmerkmalen wie etwa „Überholabstand Kfz-Fahrrad“. (vgl. Hautzinger, 2012, S. 15f.). Darüber hinaus kann unterschieden werden in ortsbezogene gegenüber ortsunabhängige Verhaltensmerkmale. Ortsbezogen wird eine Erhebung dann durchgeführt, wenn die Verhaltensmerkmale nur an bestimmten Orten der Infrastruktur durchgeführt werden. Diese Orte sind durch ihre definierte Charakteristik in der Regel endlich. Dagegen wird eine ortsunabhängige Beobachtung dann durchgeführt, wenn das gesuchte Verhalten unabhängig von der Infrastruktur überall im Straßennetz auftreten kann. Des Weiteren kann eine Klassifikation in Ereignisse im Gegensatz zu Zuständen hinsichtlich der Verhaltensmerkmale vorgenommen werden. Sofern das beobachtete Merkmal in Folge einer Aktion im Straßenverkehr geschieht, beispielsweise beim Abbiegen mit dem Fahrrad den Arm zu heben, so kann es als ereignisbezogenes Verhaltensmerkmal bezeichnet werden. Wenn das Merkmal jedoch während der gesamten Dauer der Bewegung im Straßenverkehr auftritt, wie z. B. das Tragen eines Fahrradhelmes, so kann dies als zustandsbezogenes Verhaltensmerkmal gesehen werden (vgl. Hautzinger, 2012, S. 16f.). Über die beschriebenen Einteilungen von Verhaltensbeobachtungen hinaus werden im Heft M 227 der Bast noch weitere Kategorien genannt, die für die vorliegende Arbeit jedoch keine Relevanz haben.

Als Untersuchungseinheit für Verhaltensbeobachtungen im fließenden Verkehr stellt die Vorbeifahrt eines Fahrzeugs oder das Vorbeigehen eines Zufußgehenden über einen definierten Straßenquerschnitt eine sinnvolle Kennzahl dar. Jedoch wird lediglich der Moment des Passierens an einem ausgewählten Querschnitt für die Beobachtung herangezogen, nicht die gesamte Fahrzeugfahrt oder der Fußweg als solches (vgl. Hautzinger, 2012, S. 19). Neben der Untersuchungseinheit ist die Definition der Grundgesamtheit für eine Verhaltensbeobachtung relevant. Die Grundgesamtheit wird anhand von ortsbezogenen oder ortsunabhängigen Verhaltensmerkmalen festgelegt. Wird eine Beobachtung anhand eines ortsgezogenen Merkmals durchgeführt, so stellt die Grundgesamtheit alle Vorbeifahrten bzw. Vorbeigänge im Untersuchungsgebiet während eines festgelegten Zeitraums dar. Im Falle eines ortsunabhängigen Merkmals wird die Grundgesamtheit hingegen durch die Vorbeifahrt bzw. den Vorbeigang an einem stichprobenartig ausgewählten Streckenabschnitt des Untersuchungsgebiets im Untersuchungszeitraum dargestellt (vgl. Hautzinger, 2012, S. 20)

2.3 Unfallanalyse

Die Analyse von Unfällen im Straßenverkehr wird nicht als eigenständige Methode in der EVE aufgeführt. Die FGSV verfügt über ein Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen, in dem die Methode der Unfallanalyse näher betrachtet wird. Demnach werden dabei durch die Untersuchung von unfallbegünstigten Faktoren der Verkehrsinfrastruktur die Voraussetzungen für die korrekte Maßnahmenwahl zur Erhöhung der Verkehrssicherheit geschaffen (vgl. FGSV, 2012c, S. 21)

Nähere Bestimmungen zum methodischen Vorgehen bei der Unfallanalyse liefert auch die Unfallforschung der Versicherer (UDV). In verschiedenen Forschungsberichten der UDV wird die Unfallanalyse aufgeteilt in makroskopisch und mikroskopisch (vgl. Schreiber/Ortlepp/Butterwegge, 2013, S. 5). Bei der makroskopischen Unfallanalyse wird die Anzahl und Verteilung der Verkehrsmittel an Unfällen in einem festgelegten Untersuchungsgebiet analysiert. Im Gegensatz dazu wird bei einer mikroskopischen Unfallanalyse die Unfallart, der Unfalltyp sowie weitere unfallspezifische Daten zur Analyse herangezogen (vgl. Bakaba, 2024, S. 7ff.). Grundbestandteil der Unfallanalyse sind die polizeilichen Unfalldaten sowie die Daten der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Während letztere vor allem Auskunft über makroskopische Unfalldaten geben, sind die detaillierten Daten der Polizeibehörden für mikroskopische Analysen geeignet (vgl. Statistisches Bundesamt, o. D.).

Für die Betrachtung des Unfallgeschehens ist ein möglichst langer Zeitraum zu wählen, um die Aussagekraft der Unfalldaten zu erhöhen. Gleichzeitig sollten die Daten möglichst aktuell sein, damit auch jüngste infrastrukturelle Änderungen berücksichtigt werden können (vgl. FGSV, 2003, S. 6). Wünschenswert ist zudem, dass bei einem erheblichen infrastrukturellen Umbau in den vergangenen Jahren Unfalldaten vor und nach dem Umbau verglichen werden. Damit können Rückschlüsse auf einen möglichen Effekt des Umbaus auf die Entwicklung des Unfallgeschehens vollzogen werden.

3 Bestandsaufnahme

Die Grundlage des empirischen Teils dieser Arbeit bilden die Erhebungen an sechs ausgewählten Knotenpunkten mit bevorrechtigten Querungen für den Radverkehr. Die Standorte sind im Stadtgebiet Freiburgs verteilt (siehe Abb. 2). Fotos der Standorte sind in Anhang A zu sehen. Vier Standorte befinden sich im Verlauf von Radvorrangrouten, zwei im Verlauf von Fahrradstraßen. Die Umbauten zur jeweiligen Bevorrechtigung an den folgenden Standorten haben sich über die vergangenen 22 Jahre ereignet (vgl. Schneider, 2025-03-31). In Tabelle 5 werden die Charakteristika der sechs Standorte näher beleuchtet.

Tabelle 5: Übersicht der untersuchten Knotenpunkte
(eigene Darstellung)

Standort	Realisierung	Führungsform	Tiefbau	Markierung	Höchstgeschwindigkeit*	Beschilderung der Vorfahrt
FR1/Sandfangweg	2003		Fahrbahnanhebung, graue Pflasterfläche beidseitig vor der Furt	Randmarkierung Radverkehrsfurt, Wartelinie, FGÜ	30 km/h	 VZ 306
FR1/Lochmattenstraße	2009		Keine Veränderungen	Wartelinie	30 km/h	 VZ 306
FR2/Lehener Straße	2019		Fahrbahnanhebung, rote Pflasterfläche beidseitig vor der Furt, Blindenleitsystem	Randmarkierung Radverkehrsfurt, Wartelinie, Haifischzähne	30 km/h	 VZ 306

Engelber- ger- straße/Feh- renbachal- lee	2022	 	Fahrbahnanhe- bung, rote Pflas- terfläche beidsei- tig vor der Furt, graue Pflasterlinie an der Furt, Blin- denleitsystem	Randmarkierung Radverkehrsfurt, Wartelinie, Hai- fischzähne, FGÜ	30 km/h	 VZ 306
Bismarck- allee/Ro- sastraße	2023	 	Fahrbahnanhe- bung, rote Pflas- terfläche beidsei- tig vor der Furt, graue Pflasterlinie an der Furt, Blin- denleitsystem	Roteingefärbte Radverkehrsfurt, Randmarkierung Radverkehrsfurt, Wartelinie, FGÜ	30 km/h	 VZ 301
FR2/Hart- mann- straße/El- sässer Straße	2023	  	Fahrbahnanhe- bung, graue Pflas- terlinie an der Furt, Blindenleit- system	Roteingefärbte Radverkehrsfurt, Randmarkierung Radverkehrsfurt, Wartelinie, Hai- fischzähne	50 km/h	 VZ 306

* Höchstgeschwindigkeit der querenden Straße für den Kfz-Verkehr

3.1 FR1/Sandfangweg

Die für den Radverkehr bevorrechtigte Querung an der Kreuzung von FR1 und Sandfangweg wurde bereits im Juni 2003 umgestaltet und ist somit die älteste Bevorrechtigung in Freiburg (vgl. Schneider, 2025-03-31). Die heutige Verkehrsregelung bewirkt, dass Radfahrende, die auf dem FR1 unterwegs sind, gegenüber dem kreuzenden Verkehr auf dem Sandfangweg Vorfahrt haben. Der FR1 ist westlich der Kreuzung als getrennter Geh- und Radweg ausgewiesen, östlich der Kreuzung zunächst als gemeinsamer Geh- und Radweg für ca. 20 Meter, anschließend ebenfalls als getrennter Geh- und Radweg. In dem Übergang auf östlicher Seite von gemeinsamem zu getrenntem Geh- und Radweg ist ein Queren der Zufußgehenden über den Radweg notwendig, da der Gehweg von der südlichen uferabgewandten zur nördlichen uferzugewandten Seite wechselt. Der

kreuzende Sandfangweg ist im Bereich der Kreuzung leicht angehoben und mit einer Pflasterfläche vor der Querung des FR1 gestaltet. Unmittelbar vor dem FR1 ist neben VZ 205 (Vorfahrt gewähren) eine Wartelinie für den Kfz-Verkehr markiert. Für den auf dem FR1 befindlichen Radverkehr wird die Bevorrechtigung durch VZ 306 (Vorfahrtstraße) kenntlich gemacht.

3.2 FR1/Lochmattenstraße

Die Bevorrechtigung im Bereich des Knotenpunkts am FR1 mit der Lochmattenstraße wurde im Jahr 2009 zur heutigen Vorfahrtsregelung umgebaut (vgl. Schneider, 2025-03-31). Diese bewirkt, dass Radfahrende aus dem Fritz-Horch-Weg kommend bzw. hineinfahrend Vorrang gegenüber dem einbiegenden Verkehr aus der Lochmattenstraße haben. Die Otto-Wels-Straße ist als Fahrradstraße für Kfz freigegeben. Dahingegen ist der Fritz-Horch-Weg als gemeinsamer Geh- und Radweg ausschließlich zur Nutzung durch den Rad- und Fußverkehr bestimmt. Im Bereich der Einmündung des Fritz-Horch-Wegs auf die Fahrradstraße ist der Geh- und Radweg auf Nullniveau abgesenkt. Die Wartepflicht für den einbiegenden Verkehr der Lochmattenstraße ist lediglich durch VZ 205 und eine Wartelinie ersichtlich. Die Bevorrechtigung für den Radverkehr ist durch VZ 306 erkenntlich.

3.3 FR2/Lehener Straße

Die Bevorrechtigung am FR2 bei der Kreuzung der Lehener Straße besteht seit sechs Jahren, der Umbau wurde im Frühjahr 2019 abgeschlossen (vgl. Radio Dreyeckland, 2018). Der FR2 verläuft sowohl südlich als auch nördlich der Lehener Straße als gemeinsamer Geh- und Radweg entlang der Güterbahntrasse. Die Lehener Straße ist Teil einer Tempo-30-Zone. Der Knotenpunktbereich wird sichtbar durch eine beidseitige Anhebung der Fahrbahn sowie anschließender roteingefärbter Pflasterung. Anschließend wird per VZ 205 und Wartelinie das Gebot zum Gewähren der Vorfahrt deutlich. Der Radverkehr auf dem FR2 wird mittels VZ 306 bevorrechtigt.

3.4 Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

Die bevorrechtigte Querung für den Radverkehr an der Kreuzung von Engelbergerstraße und Fehrenbachallee wurde im Frühjahr 2022 eingerichtet (vgl. Regiotrends, 2021). Die Engelbergerstraße führt von Osten kommend seitdem für den Radverkehr bevorrechtigt auf den getrennten Geh- und Radweg durch den Eschholzpark. Im Zuge des Umbaus der Kreuzung wurde ebenfalls die Engelbergerstraße als Fahrradstraße ausgewiesen und umgebaut. Der Knotenpunktbereich ist durch roteingefärbte Pflaster beidseitig der bevorrechtigten Fahrbahn sowie eine leichte Anhebung der kreuzenden Fehrenbachallee durch Aufpflasterung auf Gehwegniveau baulich gestaltet. Zudem

zeigen Wartelinien und das VZ 205 die Wartepflicht gegenüber dem Radverkehr. Die Bevorrechtigung auf der Engelbergerstraße sowie dem Radweg aus dem Eschholzpark kommend ist durch VZ 306 ersichtlich.

3.5 Bismarckallee/Rosastraße

Die bevorrechtigte Querung für den Radverkehr im Verlauf der Bismarckallee wurde im Frühling 2023 eingerichtet (vgl. Regiotrends, 2023). Seitdem sind Radfahrende, die von dem als Fahrradstraße umgebauten Nebenarm der Bismarckallee kommen, gegenüber dem kreuzenden Verkehr der Rosastraße bevorrechtigt. Die Fahrradstraße geht nördlich der Querung über in einen getrennten Geh- und Radweg, der zusätzlich für Lieferverkehr freigegeben ist. Die Fahrradstraße selbst ist für Anlieger freigegeben. Die Querungsstelle ist mit einer flächig rot eingefärbten Radverkehrsfurt sowie parallel verlaufenden Zebrastreifen für den Fußverkehr ausgestattet. Außerdem ist die querende Fahrbahn im Bereich der Querungsstelle leicht angehoben auf das Niveau der Fahrradstraße. Eine mit roten Pflastersteinen gekennzeichnete Fläche vor und nach der Querung symbolisiert zusätzlich zur Wartelinie und dem VZ 205 die Vorfahrtssituation im Knotenpunktbereich. Die Bevorrechtigung für den Radverkehr wird durch VZ 301 (Vorfahrt) ersichtlich.

3.6 FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

Die bevorrechtigte Querung für den Radverkehr am FR2 auf Höhe des Universitätsklinikums wurde im Sommer 2023 fertiggestellt und ist somit die neueste umgebaute Bevorrechtigung im Stadtgebiet Freiburgs (vgl. Lutz, 2023). Der FR2 verläuft in südlicher Richtung als eigenständiger gemeinsamer Geh- und Radweg, in nördlicher Richtung ist er als straßenbegleitender Sonderweg mit Verbot für Fußverkehr und Fahrrad frei ausgeschildert. Die querende Straße wird von beiden Richtungen ca. 20-30 Meter vor dem Knotenpunkt mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h beschildert, zuvor gilt beidseitig eine Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h. Der Knotenpunktbereich ist auf das Niveau des Gehwegs sowie des FR2 angehoben, die vorgelagerte Aufpflasterung dient der deutlichen Geschwindigkeitsreduktion. Die Radverkehrsfurt des FR2 ist rot eingefärbt und wird zusätzlich zur Randmarkierung der Furt von einem hellen Pflasterstreifen beidseitig begrenzt. Für den kreuzenden Kfz-Verkehr sorgt eine Wartelinie und VZ 205 für Wartepflicht, während VZ 306 auf dem FR2 die Vorfahrt zu erkennen gibt.

4 Vorgehen bei den Erhebungen

4.1 Verkehrszählung

Die Erfassung der Knotenströme an den sechs Untersuchungsstandorten erfolgte mithilfe des mobilen Videodetektionssystems ARGOS mobil der Firma DataCollect. Für die Datenerhebung in Freiburg konnte ein System der Hochschule RheinMain sowie ein weiteres der Hochschule Darmstadt verwendet werden. Beide verwendeten Systeme sind baugleich, sie unterscheiden sich lediglich in der Art der verwendeten Akkutechnologie. Das System der Hochschule RheinMain wird mit Blei-Gel Akkus betrieben, die Hochschule Darmstadt verwendet für ihr System Lithium-Ionen-Akkus. Der Unterschied der beiden Akkutechnologie zeigt sich vor allem im Gewicht der einzelnen Akkus sowie in deren Kapazität, welche einen erheblichen Einfluss auf die maximale Betriebsdauer hat. So bieten vier Blei-Gel-Akkus lediglich Energie für 30 Stunden Betrieb, während vier Lithium-Ionen-Akkus ausreichend Energie für 70 Stunden Betriebszeit liefern (vgl. DataCollect, 2024, S. 3). Die Systeme sind nicht selbststehend, sondern werden an einem bestehenden Mast im Straßenraum befestigt. Der Mast sollte nicht verdreht werden können und eine ausreichende Steifigkeit aufweisen. Daher eignen sich Beleuchtungsmasten besonders gut.

Im Vorfeld zum Aufbau der Systeme wurde zunächst ein Erhebungsplan erstellt, siehe Tabelle 6. Bei der Wahl des Erhebungszeitraums wurde sich an den Vorgaben der EVE orientiert. Diese sehen für eine Zählung des Radverkehr vor, an Tagen von Montag bis Donnerstag außerhalb von Ferien und Feiertagen, in den Monaten von März bis Oktober und zwischen 6 bis 19 Uhr zu zählen (vgl. FGSV, 2012b, S. 27). Um einen aussagekräftigen Tagesdurchschnitt bilden zu können und witterungsbedingte Abweichungen ins Verhältnis setzen zu können, wurde je Standort eine Erhebung an drei aufeinanderfolgenden Tagen von Dienstag bis Donnerstag durchgeführt. Die Zählstunden erstreckten sich von 6-19 Uhr, welches die ungefähre Zeitspanne des Tageslichts im März abdeckt. Diese betrug am letzten Erhebungstag, dem 27. März, zwischen Sonnenaufgang um 6:15 Uhr und Sonnenuntergang um 18:52 Uhr eine Dauer von 12,61 Stunden (vgl. mindshape GmbH, o. D.). Somit konnte für die Erhebung nahezu die komplette Zeitspanne des Tageslichts sowie der Dämmerung genutzt werden.

Zusätzlich zu beachten waren die Wochen der Erhebung, um nicht an Feier- oder Ferientage zu messen. So konnte in der ersten Märzwoche aufgrund von regionalspezifisch beweglichen Ferientagen in der Stadt Freiburg noch nicht gemessen werden (vgl. Staatliches Schulamt Freiburg, 2024). Der Erhebungsbeginn mit den ersten Messungen wurde daher um eine Woche nach hinten

verschoben. Die erste Märzwoche wurde für Testmessungen genutzt, um die Funktionsweise des Geräts sowie die korrekte Montage vorab zu testen.

Das Aufstellen der Videodetektionssysteme im öffentlichen Straßenraum benötigt zudem eine verkehrsrechtliche Anordnung der zuständigen Straßenverkehrsbehörde, die das Aufstellen des Systems sowie die Datenerhebung behördlich genehmigt. Für eine entsprechende Genehmigung wurde zunächst ein Datenschutzkonzept verlangt, welches sicherstellt, dass keine personenbezogenen Daten erfasst werden. Dieses wurde mithilfe eines Dokuments zur Datenverarbeitung der Firma DataCollect erstellt und der Stadt Freiburg zugesandt (vgl. DataCollect, o. D.b). Teil dessen war u. a. ein Informationsblatt, welches während der Erhebungen gut sichtbar an dem Gerät für Passantinnen und Passanten angebracht sein sollte (siehe Abb. 4 und Anhang B). Im Anschluss erteilte das Garten- und Tiefbauamt der Stadt Freiburg in Absprache mit dem örtlichen Netzbetreiber badenovaNETZE eine Genehmigung für die geplanten Messungen an den sechs Untersuchungsstandorten, wie im Erhebungsplan dargestellt (vgl. Faber, 2025-02-18). Im Erhebungs-



Abbildung 4: Informationsblatt über Datenerhebung und Hinweis auf Konformität mit Datenschutz
(eigenes Fotoarchiv)



Abbildung 5: Maßnahmen zur Arbeits- und Verkehrssicherheit während der Montage
(eigenes Fotoarchiv)

plan enthalten sind die genauen Standorte der Beleuchtungsmasten für die Befestigung der Systeme sowie die gesamte Zeitdauer der Erhebung von Montage bis Abbau.

Für den Transport der Videodetektionssysteme zum jeweiligen Untersuchungsstandort wurden Lastenräder genutzt. Bevor die Montage der Systeme beginnen konnte, wurde der Beleuchtungsmast mit Pylonen im Umkreis von 1-2 Metern zur Sicherstellung der Arbeit- und Verkehrssicherheit umstellt (siehe Abb. 5). Die Montage umfasst den Aufbau des Mastes inkl. Installation von Kamera und Akkus. Hinzu kommt die Einrichtung der Messung mittels Wifi-Zugriff auf die Kamera. Nach dem erfolgreichen Starten bzw. Planen von neuen

Messungen muss das System noch anhand der vorhandenen Schlösser gegen Diebstahl gesichert werden (siehe Abb. 4).

Während der gesamten Aufnahme ist für ausreichende Energiebereitstellung durch die Akkus zu sorgen. Für die durchgeführten dreitägigen Messungen bieten die Lithium-Ionen-Akkus ausreichend Energie, die Blei-Gel-Akkus mussten jedoch aufgrund der geringeren Kapazität nach zwei Tagen ausgetauscht werden.

Zuletzt sind auch aktive Baustellen bei der Erstellung des Erhebungsplans und der zeitlichen Einplanung für die Messung an den jeweiligen Standorten zu berücksichtigen. Daher wurde die Messung am Standort FR2/Lehener Straße soweit wie möglich nach hinten verschoben, um nach der Leitungsverlegung am südöstlichen Gehweg die Erhebung durchzuführen. Ebenfalls war kurz vor Messbeginn noch im Knotenpunktbereich der Fehrenbachallee/Engelbergerstraße eine Baustelle, bei der die Zufahrt aus nördlicher Richtung gesperrt war.

Die Auswertung der Messdaten erfolgt mithilfe der Programms My Trafficdata (MTD) der Firma DataCollect. Das Programm erzeugt automatisiert, unterstützt durch künstliche Intelligenz, Knotenstrompläne sowie einen Modal Split im 15-Minuten-Intervall. Die Genauigkeit der Auswertung kann durch Anpassung der Polygone im Testbild in MTD optimiert werden. Auf der Benutzeroberfläche werden die Daten interaktiv angezeigt, zusätzlich ist es möglich einen Bericht mit weiteren Grafiken herunterzuladen. Außerdem bietet das Programm die Möglichkeit, die Rohdaten der Messungen herunterzuladen und für eigene Darstellungen zu verwenden (vgl. DataCollect, o. D.c).



Abbildung 6: Fertiggestellte Montage des ARGOS mobil Geräts

(eigenes Fotoarchiv)

Tabelle 6: Erhebungsplan Verkehrszählung Knotenstromerhebung
(eigene Darstellung)

Aktion	Test Aufbau	Test Erhe- bung/Abbau	Auf- bau	Erhebung	Abbau	Aufbau	Erhebung	Abbau	Aufbau	Erhebung	Abbau
Zeitraum (Erhebung: Di-Do, 6-19 Uhr)	03.03.	04.03.	10.03.	11.03.- 13.03.	14.03.	17.03.	18.03.- 20.03.	21.03.	24.03.	25.03.- 27.03.	28.03.
FR1/Sandfangweg											
FR1/Lochmattenstraße				12.03.							
FR2/Lehener Straße											
Engelbergerstraße/ Fehrenbachallee											
Rosastraße/Bismarckallee							19.03.				
FR2/Hartmannstraße/Elsässer Str.										26.03.	

ARGOS Hochschule RheinMain (Datum: Akkutausch)

ARGOS Hochschule Darmstadt

4.2 Verkehrssituationsanalyse

Mithilfe der Videoaufnahmen, die während der Messungen von den Videodetektionssysteme aufgezeichnet wurden, wird im Anschluss an die Erhebungen je Standort eine Verkehrssituationsanalyse durchgeführt. Diese ermöglicht Rückschlüsse auf die Verkehrssicherheit sowie Selbstverständnis der Gestaltungssprache durch strukturierte Beobachtung des Verhaltens von Verkehrsteilnehmenden.

Die Beobachtung der Videoaufnahmen erfolgt mittels einstufiger Klumpenauswahl. So wird je Standort in der jeweiligen Spitzenstunde des Radverkehrs am Morgen sowie am Abend für alle drei Tage der Aufnahmen eine Verhaltensbeobachtung durchgeführt. Vorab festgelegte Kriterien definieren den Inhalt der Analyse, siehe Kapitel 5.2. Die Analyse zeichnet sich durch die Verwendung der in Tabelle 7 dargestellten Verhaltensmerkmale aus, die in Kapitel 2.2 näher beschrieben sind.

Tabelle 7: Verwendete Verhaltensmerkmale für die Verkehrssituationsanalyse
(eigene Darstellung)

Skalierbarkeit	Skalierbare Merkmale
	Ordinale Merkmale
Ortsbezogenheit	Ortsbezogene Merkmale
Zeitpunkt	Ereignisbezogene Merkmale

4.3 Unfallanalyse

Für die Unfallanalyse der sechs Untersuchungsstandorte wird die polizeiliche Unfallstatistik verwendet. Um genaue Informationen über Unfallhergang zu erhalten, werden die polizeilichen Unfallberichte verwendet. Diese sind nicht öffentlich einsehbar, sondern können nur auf Anfrage von der zuständigen Dienststelle bereitgestellt werden. Das Polizeipräsidium Freiburg hat auf Anfrage die relevanten Daten zu Forschungszwecken für diese Arbeit zur Verfügung gestellt.

Für die Betrachtung der Unfälle an den Untersuchungsstandorten wurden alle Unfälle der vergangenen zehn Jahre unter Beteiligung von Zufußgehenden oder Radfahrenden verwendet. Um eine Zugehörigkeit zum jeweiligen Knotenpunkt sicherzustellen, wurden die Unfälle manuell räumlich durch das Polizeipräsidium Freiburg eingegrenzt. Auf diese Weise werden nur Unfalldaten ausgewertet, die im Bezug zu den betrachteten Knotenpunkten stehen.

5 Analyse

5.1 Verkehrszählung

Die Verkehrszählung von Knotenströmen an den ausgewählten Knotenpunkten im Stadtgebiet Freiburg mithilfe der Videodetektionsgeräte von DataCollect bildet den Grundbestandteil dieser Verkehrsanalyse. Durch die Analyse der Verteilung von den Knotenströmen des Rad-, Kfz- und Fußverkehrs können in Kombination mit den anderen Methoden wertvolle Erkenntnisse zur Verkehrssicherheit und Gestaltung der Knotenpunkte gewonnen werden.

Zur einheitlichen und aussagekräftigen Veranschaulichung der Knotenströme wurde je untersuchtem Knotenpunkt ein multimodaler Knotenstromplan für den Rad- sowie Kfz-Verkehr erstellt. Die Fußverkehrsströme sind in getrennten Knotenstromplänen in Anhang D einsehbar, da sie aufgrund abweichender Anzahl der Knotenpunktarme nicht in die multimodalen Knotenstrompläne integriert werden können. Die abgebildeten Verkehrsaufkommen der Knotenströme stellen jeweils einen Durchschnitt der drei Erhebungstage, Dienstag, Mittwoch und Donnerstag von 6 - 19 Uhr, dar. Die Darstellung der Knotenströme erfolgt anhand gerader oder gebogener Striche, deren Strichstärke proportional zum jeweiligen Verkehrsaufkommen steht. Zusätzlich ist das jeweilige Verkehrsaufkommen eines Verkehrsstroms anhand einer Zahl am Ende eines Striches ersichtlich. Für die Analyse des querenden Kfz-Verkehrs werden alle Objektklassen aus Tabelle 4 betrachtet, ausgenommen den Rad- und Fußverkehr. Der Radverkehr ist als eigene Objektklasse in den nachfolgenden Knotenstromplänen ausgewiesen.

In der ersten Erhebungswoche vom 11.03. – 13.03.2025 kam es innerhalb der drei Erhebungstage witterungsbedingt zu erheblichen Schwankungen, insbesondere beim Radverkehrsaufkommen (siehe Anhang C). In den folgenden zwei Erhebungswochen sind aufgrund des sonnigen und zunehmend wärmeren Wetters deutlich kleinere tägliche Schwankungen beim Verkehrsaufkommen des Radverkehrs festzustellen.

Die Genauigkeit der Kategorisierung der ARGOS mobil Videodetektionsgeräte wurde an den Spitzenstunden mithilfe der aufgenommenen Videodateien durch manuelles Zählen überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass insbesondere die automatisierte Kategorisierung für Motorräder (zugehörig zum Kfz-Verkehr) unter bestimmten Bedingungen falsch zugeordnet wird. Gründe für die nicht korrekte Zuordnung als Motorrad sind schlechte Lichtverhältnisse wie Dämmerung, Dunkelheit oder starker Niederschlag. In diesen Fällen werden insbesondere Fahrräder mit hellem Vorderlicht fälschlicherweise als Motorrad kategorisiert. Außerdem werden Fahrräder mit Anhängern sowie

Lastenräder teilweise als Motorrad in den Erhebungsdaten gelistet. Diese fehlerhafte automatisierte Kategorisierung von Fahrrädern als Motorräder führt dazu, dass in den Knotenstromplänen ein teilweise nicht unerhebliches Kfz-Verkehrsaufkommen auf Radwegen oder gemeinsamen Geh- und Radwegen dargestellt wird. In seltenen Fällen ist tatsächlich Kfz-Verkehr auf den Geh- und Radwegen festzustellen, dabei handelt es sich um berechnete Fahrzeuge von städtischen Ämtern und Betrieben sowie von Baufirmen.

Zusätzlich wurden die erhobenen Daten zum Radverkehrsaufkommen mit den Daten der verfügbaren Dauerzählstellen der Stadt Freiburg abgeglichen. Hierfür kommen nur Dauerzählstellen in Frage, die sich in nächster Umgebung zu den untersuchten Knotenpunkten befinden. Unter Betrachtung der Dauerzählstellen kann somit nur der Standort am FR2/Elsässer Straße/Hartmannstraße überprüft werden. Die dortige Dauerzählstelle wurde im Juni 2024 errichtet, die Daten sind neben einem digitalen Display vor Ort auch online öffentlich einsehbar (vgl. Eco-Counter, o. D.). Beim Vergleichen der Daten von den Erhebungstagen vom 25.03. – 27.03.2025 zeigt sich, dass die Zählung des Radverkehrsaufkommens vom Videodetektionsgerät ARGOS mobil um 6 - 9% mehr Radfahrende erfasst hat als die Dauerzählstelle der Stadt Freiburg (siehe Tab. 8).

Tabelle 8: Vergleich Zählraten FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße
(eigene Darstellung)

Datum der Erfassung	ARGOS mobil (Radfahrende/Tag)	Dauerzählstelle (Radfahrende/Tag)	Abweichung
25.03.	4573	4234	8%
26.03.	4321	3952	9%
27.03.	4341	4102	6%

5.1.1 FR1/Sandfangweg

Der Knotenstromplan der bevorrechtigten Querung für Radverkehr am Sandfangweg zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Nutzung des Knotenpunkts sowie dessen Vorfahrtsregelung. Das Verkehrsaufkommen des Radverkehrs entlang des bevorrechtigten FR1 ist im Drei-Tages-Durchschnitt knapp dreimal höher als das Verkehrsaufkommen des kreuzenden Kfz-Verkehrs. Die Abbiegebeziehungen des Radverkehrs sind relativ ausgeglichen verteilt, es ist keine außerordentliche Häufung von einer oder in eine Richtung ausgehend vom FR1 zu sehen. In dem betrachteten Untersuchungszeitraum sind täglich im Durchschnitt 300 Radfahrende mehr flussabwärts in Richtung Freiburg-Zentrum gefahren (West) als flussaufwärts Richtung Kirchzarten (Ost). Dies könnte damit zusammenhängen, dass nach Ende der täglichen Messzeit um 19 Uhr noch mehr

Radfahrende stadtauswärts Richtung Kirchzarten als stadteinwärts Richtung Freiburg fahren. Zudem könnte das Gefälle flussabwärts einen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl haben, sodass flussaufwärts teilweise alternative Wege genommen oder Fahrräder im ÖPNV transportiert werden.

Im Knotenstromplan des Fußverkehrs (siehe Anhang D) sind keine auffälligen Häufungen einer Abbiegebeziehung zu erkennen. Es ist jedoch festzustellen, dass eine Minderheit auf dem Radweg des FR1 Richtung Freiburg-Zentrum geht, während Richtung Kirchzarten ca. doppelt so viele Zu- fußgehende den Radweg nutzen. Jedoch ist das Verkehrsaufkommen des Fußverkehrs um ein Vielfaches geringer als das Verkehrsaufkommen des Radverkehrs.

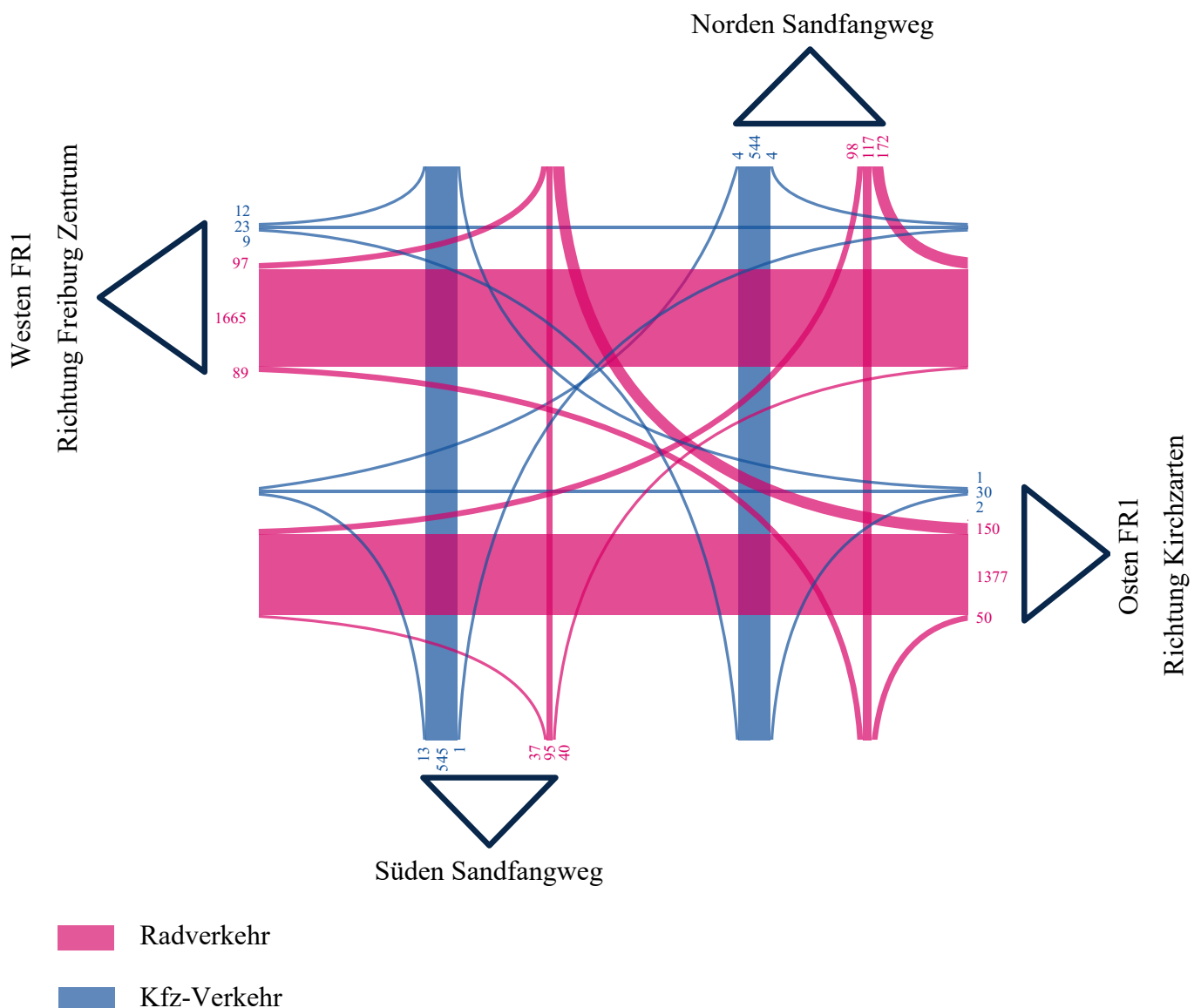


Abbildung 7: Knotenstromplan FR1/Sandfangweg
(eigene Darstellung)

5.1.2 FR1/Lochmattenstraße

Der dreiarmlige Knotenpunkt des FR1 mit der einbiegenden Lochmattenstraße wird stark vom Radverkehr dominiert. Das Verkehrsaufkommen des Radverkehrs ist ca. 25-mal höher im Vergleich zum Kfz-Verkehr. Bei den Abbiegeströmen zeigen sich keine auffälligen Häufungen, der Radverkehr ist zum Großteil entlang des FR1 unterwegs. Besonders auffällig ist der Unterschied bei der Richtungsverteilung des Radverkehrs. So sind im Drei-Tages-Durchschnitt beinahe doppelt so viele Radfahrende in Richtung Freiburg-Zentrum (West) flussabwärts unterwegs, als flussaufwärts Richtung Kirchzarten (Ost). Diese Verteilung könnte mit denselben Faktoren zusammenhängen wie beim 700 Meter flussaufwärts entfernten KP FR1/Sandfangweg (siehe Kapitel 5.1.1).

Im Gegensatz zum Untersuchungsstandort am Sandfangweg zeigt der KP an der Lochmattenstraße eine auffällige Häufung der Fußverkehrsströme (siehe Anhang D). Der mit Abstand überwiegende Teil von Zufußgehenden geht entlang des Flusses Dreisam flussaufwärts. Nur ein kleiner Bruchteil von weniger als 10 % der zu Zufußgehenden quert den FR1 von oder nach Süden.

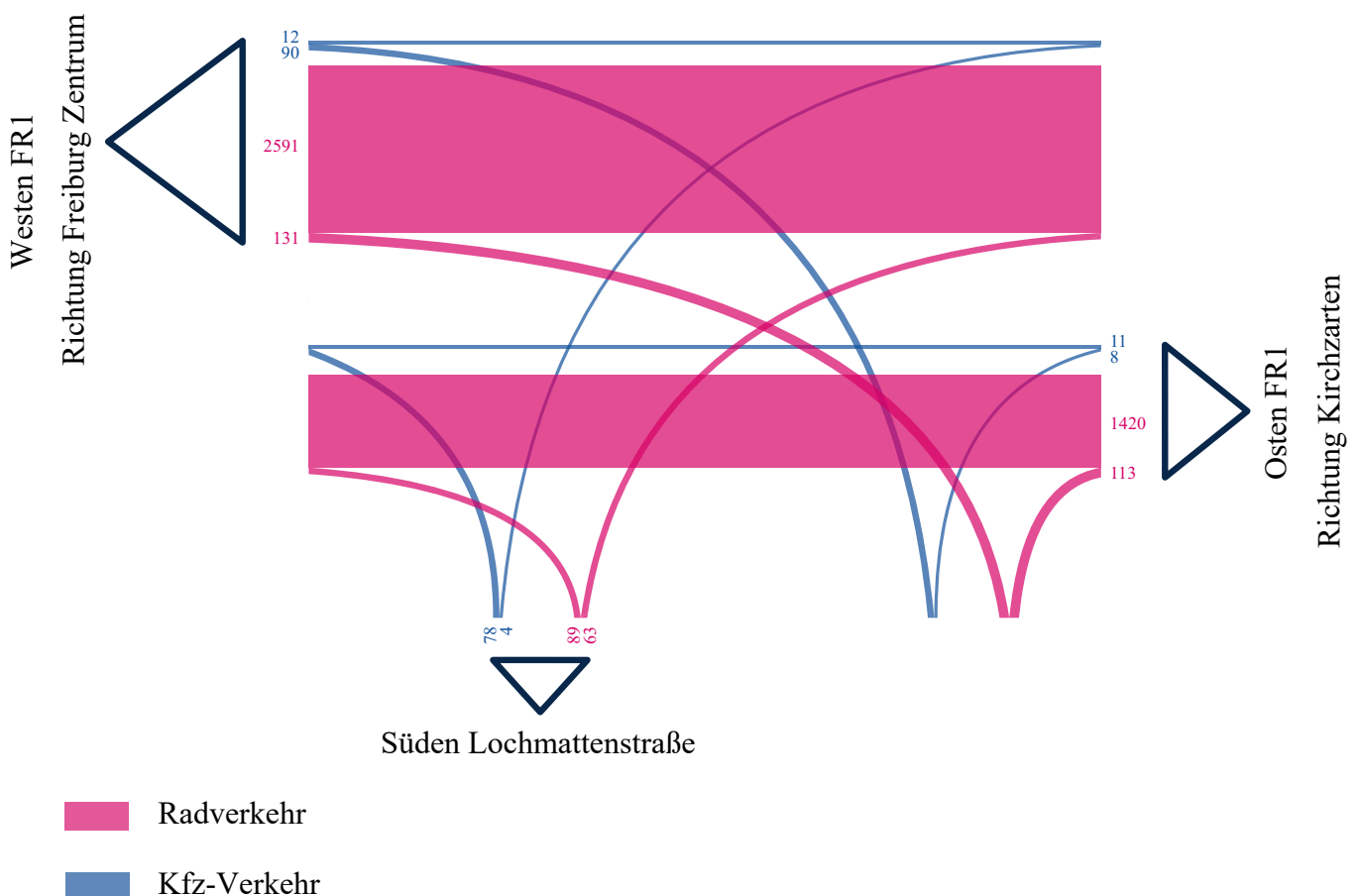
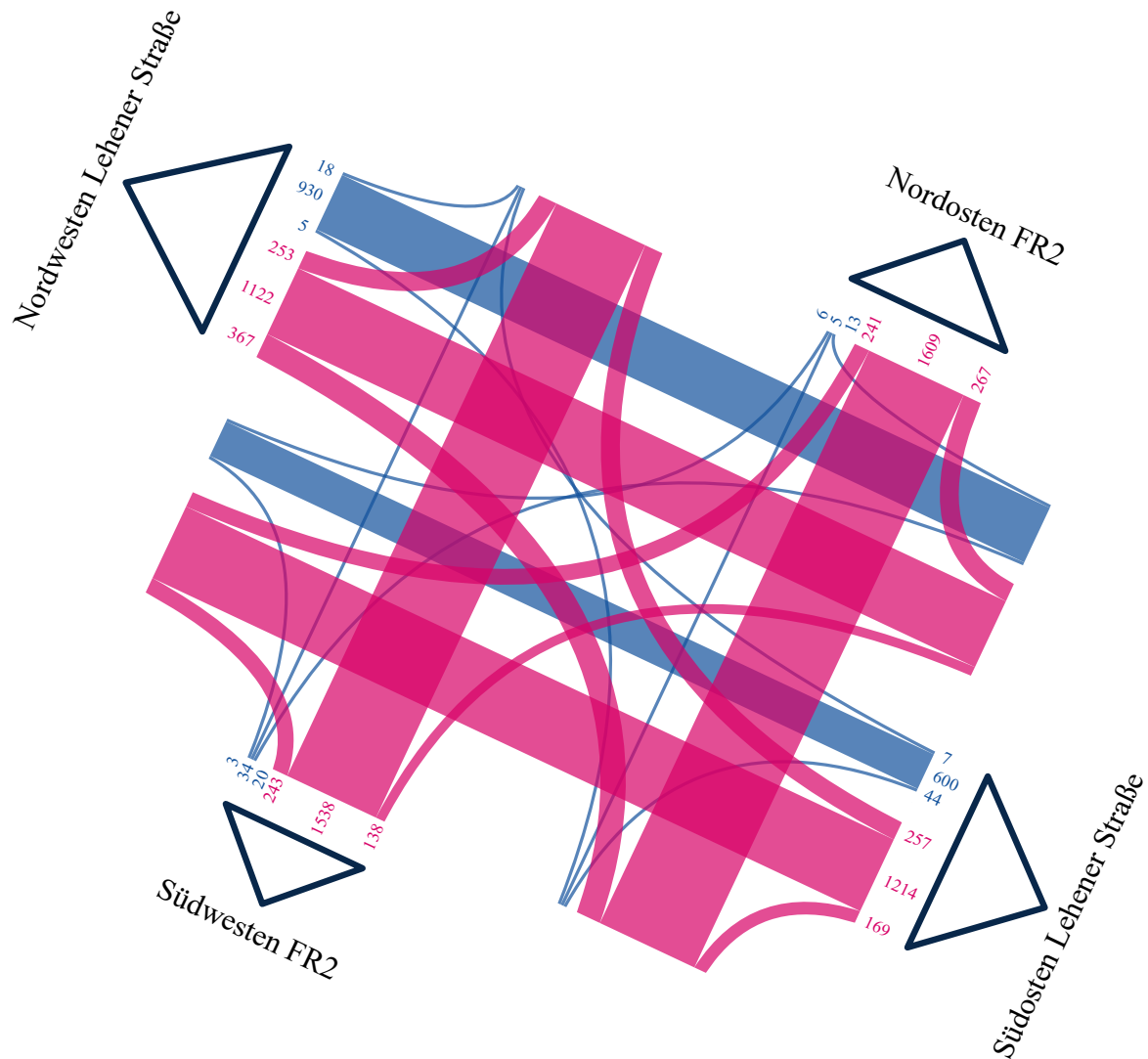


Abbildung 8: Knotenstromplan FR1/Lochmattenstraße
(eigene Darstellung)

5.1.3 FR2/Lehener Straße

Der Knotenstromplan der Kreuzung des FR2 mit der Lehener Straße zeigt diverse relevante Knotenströme. Das Radverkehrsaufkommen entlang der Achse des FR2 ist lediglich 20-30% höher als entlang der kreuzenden Lehener Straße. Im Vergleich zum Kfz-Verkehr ist das Verkehrsaufkommen des Radverkehrs auf der Lehener Straße ca. 50% höher. Die Verteilung der Richtungsverkehre entlang der beiden Achsen sind für den Radverkehr sehr ausgeglichen, der Kfz-Verkehr hat ein um 1/3 höheres Verkehrsaufkommen Richtung Nordwest auf der Lehener Straße. Die Abbiegeströme des Radverkehrs sind in alle Richtungen relativ ausgeglichen. Rund ein Viertel aller Radfahrenden biegt am Knotenpunkt ab, somit zeigt sich im Vergleich zu den anderen untersuchten Bevorrechtigungen ein relativ hohes Abbiegeaufkommen durch Radfahrende.

Bei Betrachtung der Knotenströme des Fußverkehrs fällt auf, dass sich ein Großteil der Zufußgehenden auf nördlicher Seite entlang der Lehener Straße bewegt (siehe Anhang D). Somit wird die nordöstliche Aus- und Einfahrt des FR2 besonders häufig von Zufußgehenden gequert. In Kombination mit der Verkehrssituationsanalyse stellt sich die Frage, ob das erhöhte Fußverkehrsaufkommen zu Konflikten bei der Querung des FR2 führt.



- Radverkehr
- Kfz-Verkehr

Abbildung 9: Knotenstromplan FR2/Lehener Straße
(eigene Darstellung)

5.1.4 Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

Die Knotenströme am Knotenpunkt östlich des Eschholzparkes zeigen eine deutliche Dominanz des Radverkehrsaufkommens gegenüber dem Kfz-Verkehrsaufkommen. Der Radverkehrsstrom aus dem Eschholzpark (Westen) kommend Richtung Osten sowie der entgegengesetzte Strom weist ein über dreimal so hohes Verkehrsaufkommen gegenüber den kreuzenden Kfz-Verkehrsströmen auf. Entlang der Ost-West-Radverkehrsachse verläuft eine Fahrradstraße aus dem Zentrum Freiburgs kommend in den Eschholzpark hinein auf einen getrennten eigenständigen Geh- und Radweg. Die Abbiegeströme sowie Nord-Süd-Ströme des Radverkehrs sind ausgeglichen und zeigen keine auffälligen Häufungen. Der Kfz-Verkehr ist ebenfalls einigermaßen ausgeglichen

verteilt, lediglich von Norden in Richtung Süden sind knapp doppelt so viele Kfz unterwegs wie auf den restlichen Abbiegeströmen.

Bei Betrachtung der Fußverkehrsströme sind keine auffälligen Häufungen zu erkennen. Die Verteilung der Knotenströme ist ausgeglichen zwischen allen Knotenpunktarmen sowie Seiten der jeweiligen Gehwege an den Knotenpunktarmen (siehe Anhang D).

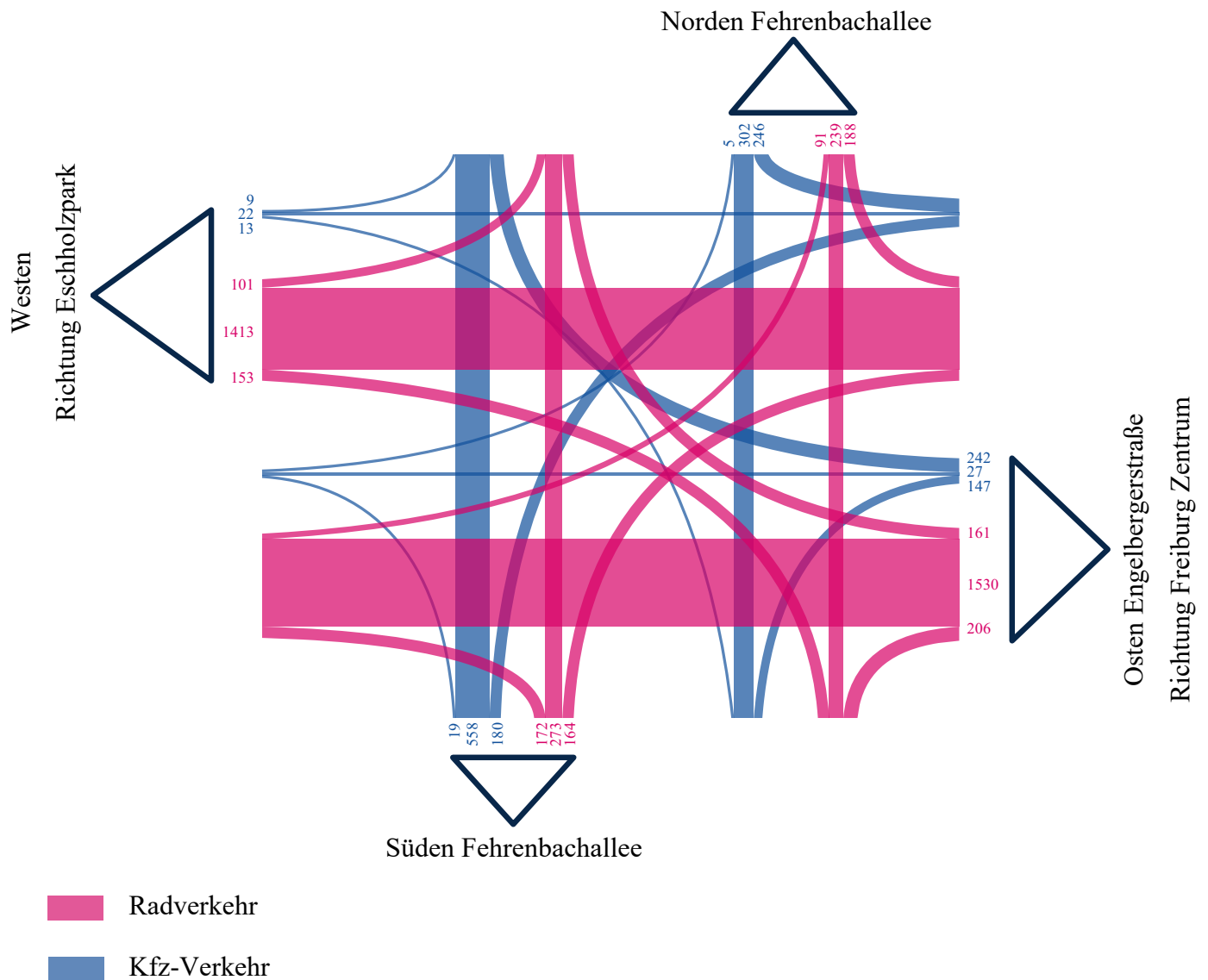


Abbildung 10: Knotenstromplan Engelbergerstraße/Fehrenbachallee
(eigene Darstellung)

5.1.5 Bismarckallee/Rosastraße

Der Knotenpunkt des Nebenarms der Bismarckallee mit der Rosastraße wird maßgeblich von zwei Verkehrsströmen geprägt. Zum einen führt ein Radverkehrsstrom von Süden auf den getrennten Geh- und Radweg Richtung Norden. Zum anderen führt ein Kfz-Verkehrsstrom von Osten nach

Westen auf den Hauptarm der Bismarckallee einbiegend. Der dominante Kfz-Verkehrsstrom beträgt knapp die Hälfte des dominanten Radverkehrsstroms. Obwohl der getrennte Geh- und Radweg im Norden sowie die Fahrradstraße im Süden als Zweirichtungsradweg ausgewiesen sind, beträgt der entgegengesetzte Radverkehrsstrom weniger als ein Fünftel. Auch der in die entgegengesetzte Richtung von Westen nach Osten fahrende Kfz-Verkehr beträgt lediglich ca. ein Viertel des dominanten Kfz-Verkehrsstroms.

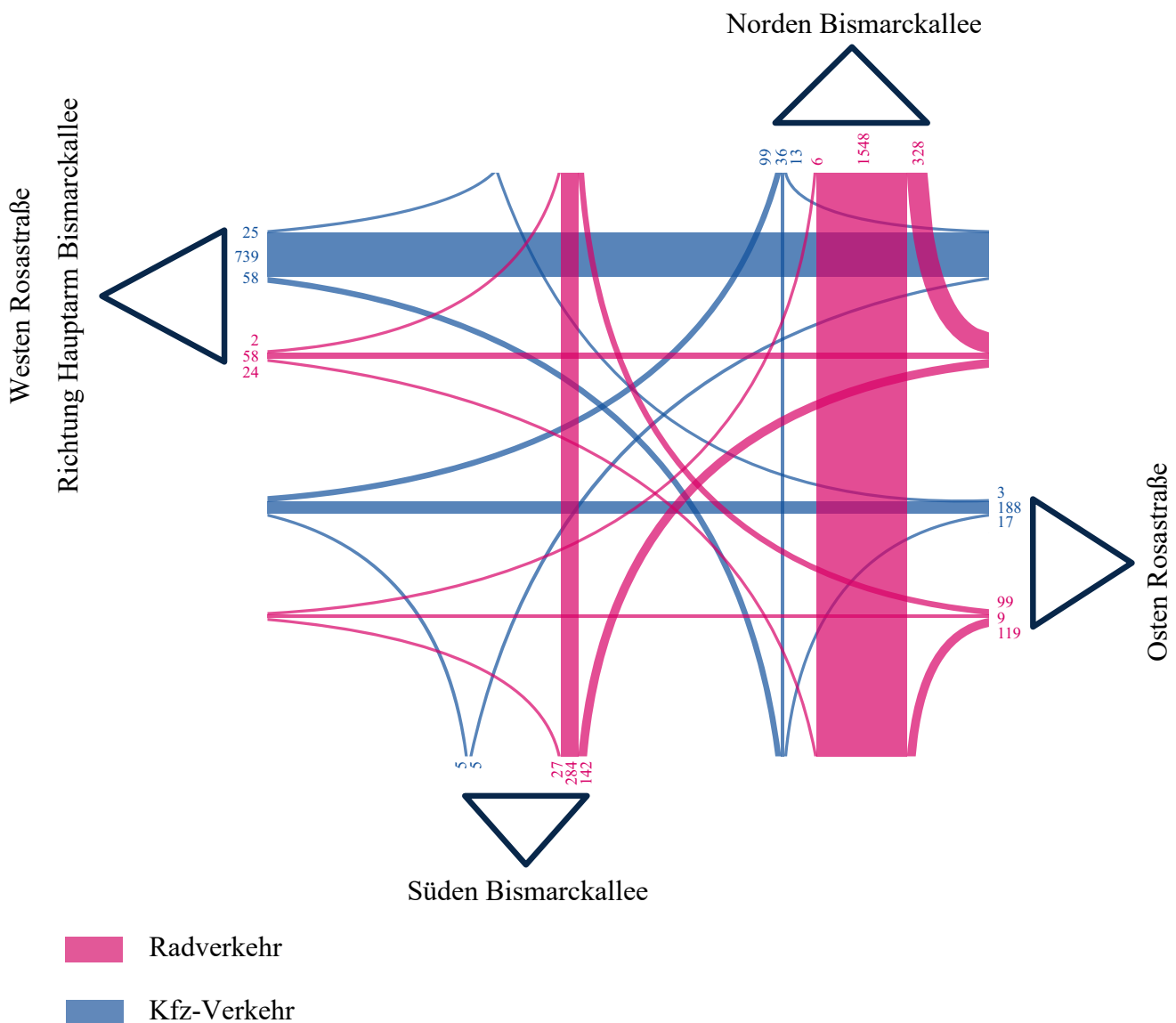


Abbildung 11: Knotenstromplan Bismarckallee/Rosastraße
(eigene Darstellung)

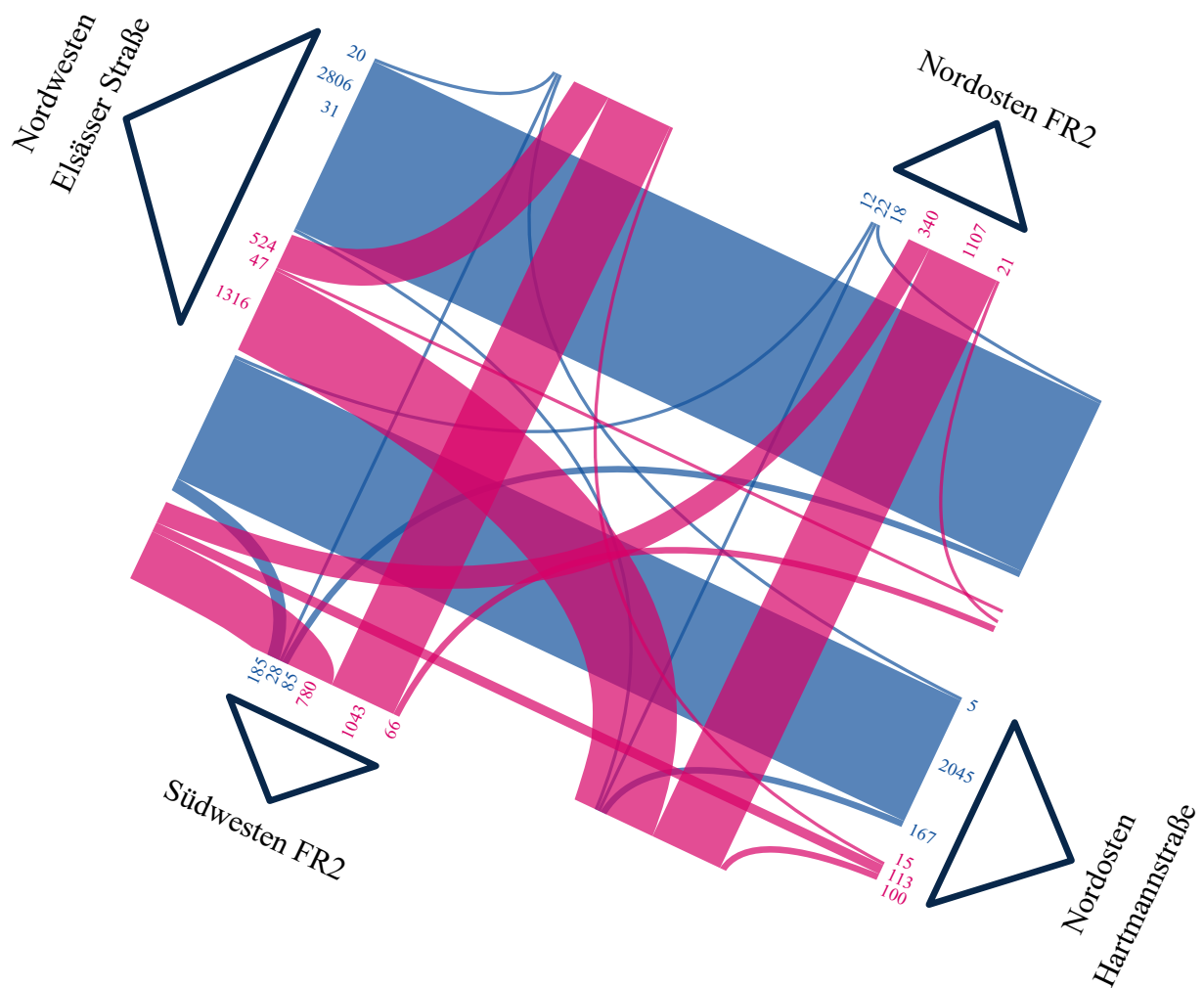
Das Fußverkehrsaufkommen konzentriert sich auf der Nord-Süd Achse entlang des Nebenarms der Bismarckallee sowie auf das Ein- und Ausbiegen von der Rosastraße nach sowie von Osten (siehe

Anhang D). Somit gibt es nur einen geringen Fußverkehrsanteil, der die Hauptachse des Radverkehrs kreuzt, da der Gehweg ausschließlich auf östlicher Seite der Bismarckallee verläuft.

5.1.6 FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

Die Knotenströme am Knotenpunkt westlich des Universitätsklinikums unterscheiden sich grundlegend von den anderen untersuchten Knotenpunkten. Die Summe des Verkehrsaufkommens aller Radverkehrsströme ist mit 5472 Radfahrenden pro Tag nur minimal höher als die der Kfz-Verkehrsströme mit 5425 Kfz pro Tag. Somit ist das Radverkehrsaufkommen im Gegensatz zu den anderen untersuchten Knotenpunkten nicht dominant gegenüber dem Kfz-Verkehrsaufkommen. Die Radverkehrsströme konzentrieren sich neben dem Strom entlang des FR2 Nordost-Südwest vor allem auf den Abbiegestrom von Südwesten auf die Elsässer Straße. Auch die anderen Abbiegeströme sind von relevanter Größe, ausgenommen die Radverkehrsströme auf und von der Hartmannstraße. Das Kfz-Verkehrsaufkommen ist mit über 2.000 Kfz/Tag je Richtung vergleichsweise hoch. In Richtung der Elsässer Straße ist das Verkehrsaufkommen gut ein Drittel höher als in Richtung Hartmannstraße.

Die Verteilung der Fußverkehrsströme ist hauptsächlich konzentriert auf den östlichen Gehweg entlang der Hartmannstraße von und zum Gelände des Universitätsklinikums (siehe Anhang D). Außerdem gibt es einen nicht vernachlässigbaren Fußverkehrsanteil zur Elsässer Straße sowie entgegengesetzt. Die beiden Knotenpunktarme des FR2 hingegen weisen einen geringes Fußverkehrsaufkommen auf. Der Fußverkehrsanteil auf dem FR2 in Richtung Nordosten (gemeinsamer Geh- und Radweg) ist noch deutlich geringer als in Richtung Südenwesten (Sonderweg mit Rad frei und Fußverkehr verboten).



- Radverkehr
- Kfz-Verkehr

Abbildung 12: FR2/Elsässer Straße/Hartmannstraße
(eigene Darstellung)

5.2 Verkehrssituationsanalyse

Zur Analyse des Verkehrsgeschehens mittels videogestützter Verhaltensbeobachtung wurde ein Kriterienkatalog entworfen, der die relevanten Kriterien für die Beobachtung definiert (siehe Tabelle 9). Auf Grundlage dessen wurde je Untersuchungsstandort eine Tabelle angelegt, die als Protokoll der Verhaltensbeobachtung dient.

Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, wurde jeweils die Spitzenstunde morgens und abends je Standort untersucht. Dafür wurde anhand der Zählzeiten die individuelle Spitzenstunde des Standorts ermittelt, um möglichst viele Interaktionen beobachten zu können. Die Spitzenstunden weichen je

Standort leicht ab, überlappen sich jedoch alle. Zum Zweck der Übersichtlichkeit werden in den nachfolgenden Tabellen je Standort lediglich solche Beobachtungen aufgeführt, die mindestens dreimal im entsprechenden Untersuchungszeitraum aufgetreten sind. Ausnahme dabei ist die Kategorie Beinahe-Unfall, diese wird aufgrund der Relevanz ohne Mindestzahl dargestellt.

Tabelle 9: Verwendete Kriterien für die Verhaltensbeobachtung
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art
Vorfahrtsregelung missachtet	Kfz	Kfz		
	Rad	Rad		
	Fuß	Fuß		
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Gehweg	
	Rad		Radweg	
	Fuß		Geh- und Radweg	
			Fahrbahn	
Unangemessene Kfz-Geschwindigkeit	Kfz			Leicht
	Rad			Deutlich
	Fuß			Kritisch
Beinahe-Unfall	Kfz	Kfz	Gehweg	
	Rad	Rad	Radweg	
	Fuß	Fuß	Geh- und Radweg	
			Fahrbahn	
Aktionen im Knotenpunktbereich	Kfz		Gehweg	Telefonieren
	Rad		Radweg	Gespräch
	Fuß		Geh- und Radweg	Orientierung
			Fahrbahn	Beobachtung
				Halten
				Parken
				Warten
Anderweitige Auffälligkeiten				

Die Bedeutung der Kriterien ist größtenteils selbsterklärend. Allerdings geht aus der Beschreibung der Kriterien nicht der Unterschied zwischen einem Beinahe-Unfall und einer Missachtung der Vorfahrtsregelung hervor. Daher wird die für die Verhaltensbeobachtung verwendete Definition der beiden Kriterien hier näher aufgeführt. Eine Missachtung der Vorfahrtsregelung liegt dann vor, wenn eine Verkehrsteilnehmende trotz Sichtkontakt zum vorfahrtberechtigten Verkehrsteilnehmenden die Vorfahrt nicht gewährt. In Folge der Missachtung kommt es zu keiner gefährlichen Verkehrssituation. Im Gegensatz dazu steht der Beinahe-Unfall, der eine Verkehrssituation zwischen zwei Verkehrsteilnehmenden beschreibt, bei denen es ohne das abrupte Bremsen in weniger als einer Sekunde zum Zusammenstoß gekommen wäre. Diese Situation kann durch die Missachtung der Vorfahrtsregelung entstehen, es sind aber auch andere Gründe dafür möglich.

5.2.1 FR1/Sandfangweg



Abbildung 13: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP FR1/Sandfangweg
(eigenes Fotoarchiv)

Die videogestützte Verhaltensbeobachtung an der bevorrechtigten Querung des FR1 über den Sandfangweg zeigt vor allem einen großen Anteil an Fremdnutzung von Verkehrsflächen durch andere Verkehrsmodi. Am häufigsten zu beobachten ist die Nutzung des östlichen Gehwegs unmittelbar von der Fahrbahn des Sandfangwegs ausgehend durch Radfahrende, die von Westen, Süden oder Norden kommen. Da der getrennte Geh- und Radweg in diesem Bereich lediglich durch eine Schmalstrichmarkierung visuell abgetrennt ist und der Gehweg den Radweg 20 Meter

weiter östlich kreuzt, ist eine Fremdnutzung naheliegend. Demzufolge ist ebenfalls häufig zu beobachten, dass Zufußgehende über den Radweg im östlichen Bereich des Knotenpunkts abkürzen, um auf den 20 Meter östlich beginnenden Uferweg an der Dreisam zu gelangen oder umgekehrt. Sonstige Häufungen in den definierten Kriterien sind nicht zu beobachten.

Tabelle 10: Verhaltensbeobachtung FR1/Sandfangweg
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Rad		Gehweg		Rad fährt nach FR1 Osten und nutzt dabei den Gehweg	66
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Fuß quert Radweg FR1 Osten und geht auf Radweg weiter	16
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Fuß kommt von FR1 Osten auf Radweg und geht weiter Richtung Westen	7
Aktionen im Knotenpunktbereich	Rad		Radweg	Telefonieren		3

5.2.2 FR1/Lochmattenstraße

Bei dem dreiarmigen Knotenpunkt am FR1 ist ebenfalls am häufigsten eine Fremdnutzung von Verkehrsflächen durch andere Verkehrsmodi zu beobachten. Die häufigste Fremdnutzung wird durch Radfahrende verursacht, die von der Lochmattenstraße kommen und nach Osten in den Fritz-Horch-Weg abbiegen. Bei diesem Abbiegestrom wird sehr häufig über den Gehweg abgekürzt. Auch in die entgegengesetzte Richtung vom Fritz-Horch-Weg in die Lochmattenstraße ist das Phänomen zu beobachten. Dabei sind in dem betrachteten Zeitraum keine Beinahe-Unfälle oder ähnliche Konflikte mit dem Fußverkehr festzustellen. Dieses Abbiegeverhalten ist aufgrund der Gestaltung des Knotenpunkts nachvollziehbar, da die Lochmattenstraße nicht rechtwinklig auf den FR1 trifft, sondern als Kurve hin zur Otto-Wels-Straße ausgebaut ist. So entsteht eine sehr ungünstige Fahrdynamik für den von der Lochmattenstraße kommenden Radverkehr, der in den Fitz-Horch-Weg einbiegen will.



Abbildung 14: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP FR1/Lochmattenstraße
(eigenes Fotoarchiv)

Des Weiteren ist zu beobachten, dass einige Zufußgehende auf dem Radweg nach Osten gehen, anstatt den parallel verlaufenden Uferweg entlang der Dreisam zu nutzen. Vor allem bei sportlichen Läufer:innen ist dieses Verhalten auffällig. Ein Grund für dieses Verhalten könnte die geringere Breite sowie nicht direkte Führung des Gehwegs sein.

Tabelle 11: Verhaltensbeobachtung FR1/Lochmattenstraße
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Rad		Gehweg		Rad kürzt beim Abbiegen von Lochmattenstraße auf Fritz-Horch-Weg über Gehweg ab	34
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Rad		Gehweg		Rad kürzt beim Abbiegen von Fritz-Horch-Weg auf Lochmattenstraße über Gehweg ab	7
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Fuß kommt von Otto-Wels-Straße und läuft weiter auf Fritz-Horch-Weg auf Radweg	7

Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Divers	5
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Rad		Gehweg		Rad kommt von Gehweg entlang der Dreisam von Osten und fährt auf Otto-Wels-Straße	4

5.2.3 FR2/Lehener Straße

An der Kreuzung des FR2 mit der Lehener Straße sind vor allem Missachtungen der geltenden Vorfahrtsregelung zu beobachten. Kraftfahrzeuge von beiden Richtungen kommend missachten die Vorfahrt des Radverkehrs sowohl von Nordosten als auch von Südwesten kommend. Die Gründe dafür sind, soweit dies aus der videogestützten Verhaltensbeobachtung heraus beurteilbar ist, vielfältig und nicht in bestimmte Fälle zu kategorisieren. Außerdem konnten im betrachteten Zeitraum zwei Beinahe-Unfälle beobachtet werden, bei dem jeweils ein Kfz ein querenden Radfahrenden übersieht und erst auf der Radverkehrsfurt unmittelbar vor einem Zusammenstoß stehen bleibt.



Abbildung 15: Vorfahrtsregelung missachtet von Kfz am KP FR2/Lehener Straße
(eigenes Fotoarchiv)

Tabelle 12: Verhaltensbeobachtung FR2/Lehener Straße
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Vorfahrtsregelung missachtet	Kfz	Rad			Divers	9
Beinahe-Unfall	Kfz	Rad			Kfz übersieht querenden Radverkehr und bremst erst in letzter Sekunde auf der Furt	2

5.2.4 Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

Beim Übergang der Fahrradstraße Engelbergerstraße in den Eschholzpark kommt es vereinzelt zur Missachtung der Vorfahrt des Radverkehrs durch den querenden Kfz-Verkehr auf der Fehrenbachallee. Dahingegen wird im Beobachtungszeitraum keine Missachtung der Vorfahrt gegenüber Radfahrenden von der Engelbergerstraße kommend beobachtet, lediglich aus dem Eschholzpark vom eigenständigen Radweg auf die Fahrradstraße. Darüber hinaus gibt es aufgrund einer Baustelle im Eschholzpark Verkehr von Baustellenfahrzeugen auf dem Radweg, da kein anderer Zugang zur Baustelle möglich ist.



Abbildung 16: Vorfahrtsregelung missachtet von Kfz an KP Engelbergerstraße/Fehrenbachallee
(eigenes Fotoarchiv)

Tabelle 13: Verhaltensbeobachtung Engelbergerstraße/Fehrenbachallee
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Radweg		Baustellenfahrzeug fährt in/kommt aus den Eschholzpark	4
Vorfahrtsregelung missachtet	Kfz	Rad			Rad aus Eschholzpark kommend wird Vorfahrt genommen	3

5.2.5 Bismarckallee/Rosastraße

Auf der Fahrradstraße des Nebenarms der Bismarckallee mit der Kreuzung der Rosastraße sind ausschließlich Auffälligkeiten bei der Fremdnutzung von Verkehrsfläche durch andere Verkehrsmodi zu beobachten. Am häufigsten sind Zufußgehende zu beobachten, die den Hauptarm der Bismarckallee queren, um zur Rosastraße zu gelangen oder von dort kommen. Die Bismarckallee hat in diesem Bereich keinen Fußgängerüberweg, somit müssen alle dort querenden Zufußgehenden die vierstreifige Fahrbahn ohne dafür vorgesehene Infrastruktur überqueren. Darüber hinaus immer wieder zu beobachten sind Zufußgehende, die die Fahrbahn der südlich des Knotenpunkts gelegene Fahrradstraße als auch den getrennten Radweg nördlich des Knotenpunkts nutzen. Teilweise aufgrund zu hohem Fußverkehrsaufkommen auf dem südlich des Knotenpunkts liegenden Gehweg, teilweise ohne ersichtlichen Grund. Ein weiteres auffälliges Verhalten zeigt sich beim Abbiegen von Radfahrenden aus der Rosastraße kommend, die beim Linksabbiegen in die Fahrradstraße nach Süden über den Gehweg abkürzen. Die abgesenkten Borde des Gehwegs im Knotenpunktbereich erleichtern das Abkürzen von Radfahrenden, allerdings stellt der Zaun am Gehweg ein deutliches Sichthindernis dar. Zudem auffällig ist der Kfz-Verkehr, der von der Rosastraße auf den Hauptarm der Bismarckallee einbiegen will. Sofern zwei Kfz hintereinanderkommen und das vordere Kfz warten muss, um einbiegen zu können, bleibt das zweite Kfz auf der Radverkehrsfurt stehen und hindert somit Radfahrende an der bevorrechtigten Überfahrt der Rosastraße. Ein örtlich vorangellagertes Verhalten des Kfz-Verkehrs ist vereinzelt zu beobachten, wenn Kraftfahrzeuge erst oder nochmals auf dem FGÜ stehend anhalten, da erst dort ausreichend Sicht auf den südlichen Nebenarm der Bismarckallee gewährleistet ist.



Abbildung 17: Fremdnutzung des Gehwegs durch Radfahrende am KP Bismarckallee/Rosastraße
(eigenes Fotoarchiv)

Tabelle 14: Verhaltensbeobachtung Bismarckallee/Rosastraße
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Fahrbahn		Fuß quert Bismarckallee und läuft in Rosastraße hinein	23
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Fahrbahn		Fuß geht von Rosastraße zur Bismarckallee und quert diese	18
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Fuß geht auf Radweg über Furt auf Fahrradstraße	8
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Radweg		Kfz hält auf Furt, da Kfz vor ihm wartet, um auf Bismarckallee einbiegen zu können	5
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Rad		Gehweg		Rad kommen von Rosastraße Ost und biegen in Fahrradstraße ein, dabei kürzen sie	5

					über den Gehweg beim Abbiegen ab	
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Radweg		Divers	4
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Fuß geht auf Fahrradstraße über Furt auf Radweg	3
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Fahrbahn		Kfz bleibt auf Zebrastreifen stehen, um Fahrradstraße einsehen zu können	3
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Radweg		Kfz fährt von Radweg auf Rosastraße zur Bismarckallee	3
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Kfz		Radweg		Kfz biegt auf Radweg ein und fährt einige Meter, bevor er auf Gehweg abbiegt	3
Fremdnutzung Verkehrsfläche anderer Verkehrsmodi	Fuß		Radweg		Divers	3

5.2.6 FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

Der Knotenpunkt am westlichen Rand des Geländes der Universitätsklinik zeigt sich am auffälligsten in Bezug auf Defizite der Verkehrssicherheit und Verständlichkeit der Gestaltung. Besonders häufig wird die Vorfahrtsregelung vom Kfz-Verkehr gegenüber dem Radverkehr missachtet oder es kommt zu einem Beinahe-Unfall, verursacht durch den Kfz-Verkehr. Am häufigsten wird bei einem Beinahe-Unfall der Radverkehr von Nordosten kommend übersehen, weniger häufig der Radverkehr von Südwesten.

Außerdem kommt es viermal im Beobachtungszeitraum zu einem Beinahe-Unfall zwischen zwei Radfahrenden. Bei allen Fällen ist dies ein Konflikt zwischen Radfahrenden auf der Achse des FR2 sowie Radfahrenden, die von der Elsässer Straße kommen und auf den FR2 einbiegen. Entweder kommen diese Radfahrenden vom Schutzstreifen auf der Fahrbahn der Elsässer Straße oder sie kommen vom nördlichen Gehweg der Elsässer Straße. Im Falle der verbotswidrigen Gehwegnutzung kürzen Radfahrende von Nordwesten kommend ab, um auf den FR2 noch Nordosten zu

fahren. Die Sichtbeziehung bei diesem Abbiegevorgang sind stark eingeschränkt durch Bewuchs im Seitenraum, welches zu gefährlichen Verkehrssituationen führt.



Abbildung 18: Beinahe-Unfall zwischen Kfz-Rad am KP FR2/Lochmattenstraße/Elsässer Straße
(eigenes Fotoarchiv)

Ebenfalls sehr auffällig an dem Knotenpunkt ist der Kfz-Verkehr von der Hartmannstraße im Nordosten kommend, dieser hält häufig nicht an der Haltelinie vor der Radverkehrsfurt an, sondern erst an der Randmarkierung der Furt. Vermutlich deshalb, um eine bessere Sicht auf den FR2 nach Norden zu haben, da der spitze Winkel zum Radweg nur eine eingeschränkte Sicht ermöglicht. Darüber hinaus ist das Verhalten von Radfahrenden von der Elsässer Straße kommend auffällig, die in das Gelände der Universitätsklinik wollen. Diese kürzen sehr häufig über den südlichen Gehweg der Elsässer Straße ab, um dann den FR2 zu kreuzen und auf einen Gehweg zu fahren, der zum Universitätsklinikumgelände führt.

Tabelle 15: Verhaltensbeobachtung FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße
(eigene Darstellung)

Kriterium	Verursachende	Betroffene	Ort	Art	Anmerkung	Häufigkeit
Anderweitige Auffälligkeit	Kfz		Fahrbahn		Kfz von Norden kommend halten sehr selten an der Wartelinie, sondern fahren größtenteils bis zu Randmarkierung der Furt.	> 50
Anderweitige Auffälligkeit	Rad		Gehweg		Ein Großteil der Radfahrenden von der Elsässer Straße kommen, die zur Uniklinik wollen, kürzen über Gehweg ab.	> 50
Vorfahrtsregelung missachtet	Kfz	Rad			Divers	10
Beinahe-Unfall	Kfz	Rad	Fahrbahn		Kfz übersieht Rad von FR2 Norden kommend und bremst auf der Furt nochmals ab	5
Beinahe-Unfall	Rad	Rad			Divers	4
Anderweitige Auffälligkeit	Rad		Fahrbahn		Divers	4
Beinahe-Unfall	Kfz	Rad	Fahrbahn		Kfz übersieht Rad von FR2 Süden kommend und bremst auf der Furt nochmals ab	3
Beinahe-Unfall	Kfz	Rad	Fahrbahn		Divers	2

5.3 Unfallanalyse

Für die Auswertung der Unfalldaten aus der polizeilichen Unfallstatistik wurde je Knotenpunkt eine Tabelle mit den relevanten Kenngrößen erstellt (siehe Anhang H). Die jeweilige Tabelle fasst je Standort die Informationen der Unfallberichte übersichtlich zusammen und gibt eine kompakte Übersicht des Unfallgeschehens der Jahre 2015-2024.

In Tabelle 15 werden die Knotenpunkte untereinander anhand der Häufigkeit markanter Eigenschaften verglichen. Ein Vergleich der absoluten Zahlen ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da der jeweilige Umbau zum für Radverkehr bevorrechtigten KP in unterschiedlichen Jahren stattgefunden hat. Das ist besonders relevant, weil der Umbau einen maßgeblichen Einfluss auf das Unfallgeschehen aufweist. Hinzu kommt, dass die Knotenpunkte einen teils großen Unterschied beim Verkehrsaufkommen aufzeigen. Somit ist die absolute Zahl der Unfälle weniger aussagekräftig als in Relation zum jeweiligen Verkehrsaufkommen sowie zu einem vergleichbaren Zeitraum (Unfälle pro Jahr).

Der KP FR1/Lochmattenstraße hat im untersuchten Zeitenraum keine Unfälle vorzuweisen, daher wird in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Tabelle 16: Vergleich Unfallhäufigkeit Knotenpunkte 2015-2024

(eigene Darstellung)

	Um- bau	Unfälle gesamt		Unfälle/Jahr		Unfalltyp		Unfallkategorie			Unfallart		Verursachende			Betroffene			Ursache	
Knotenpunkt	Jahr	Vor Um- bau	Nach Um- bau	Vor Um- bau	Nach Um- bau	Einbie- gen/Kr- euzen- Unfall	Son- stig e	Unfall mit Leicht- ver- letzten	Unfall mit Schwe- rver- letzten	Son- stig e	Zusam- menstoß mit ein- biegen- dem/kreu- zendem Fahrzeug	Son- stig e	Pkw	Fahr- rad	Son- stig e	Pkw	Fahr- rad	Son- stig e	Nichtbe- achten der die Vor- fahrt re- gelnden Verkehrs- zeichen	Son- stig e
FR1/Sand- fangweg	2003		5		0,5	4	1	4	0	1	4	1	4	1	0	0	5	0	4	1
FR2/Lehener Straße	2019	0	8	0	1,6	8	0	7	0	1	8	0	8	0	0	0	8	0	8	0
Engelberger- straße/ Fehrenbachal- lee	2022	9	5	1,3	2	12	2	8	5	1	12	2	8	5	1	3	9	2	5	9
Bismarckal- lee/ Rosastraße	2023	7	1	0,9	1	3	5	5	2	1	6	2	1	6	1	3	3	2	3	5
FR2/Hart- mannstraße/ Elsässer Straße	2023	4	3	0,5	3	4	3	5	2	0	4	3	4	3	0	1	5	1	2	5

5.3.1 FR1/Sandfangweg

Am Sandfangweg ereigneten sich in den vergangenen zehn Jahren vier Unfälle mit Leichtverletzten sowie ein Unfall ohne Verletzte. Vier Unfälle sind Zusammenstöße mit einem einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeug aufgrund der Nichtbeachtung von der geltenden Vorfahrtsregelung. Bei diesen vier Unfällen missachtete jeweils ein Pkw die Vorfahrt des querenden Radverkehrs auf dem FR1. In allen vier Fällen kam der/die Radfahrende von links aus Sicht des heranfahrenden Pkws. Unfallzahlen vor dem Umbau des Knotenpunkts sind nicht Teil der Auswertung aufgrund des Umbaus vor dem Untersuchungszeitraum.

5.3.2 FR1/Lochmattenstraße

Der Knotenpunkt von FR1 und der Lochmattenstraße weist in den Jahren 2015-2024 keinerlei Unfälle unter Beteiligung des Rad- oder Fußverkehrs auf.

5.3.3 FR2/Lehener Straße

An der Kreuzung des FR2 mit der Lehener Straße ereigneten sich seit dem Umbau des Knotenpunkts acht Unfälle unter Beteiligung des Radverkehrs. In dem vergleichbar langen Zeitraum vor dem Umbau von 2015-2019 ereignete sich kein Unfall unter Fuß- oder Radverkehrsbeteiligung. Bei allen acht Unfällen seit dem Umbau des Knotenpunkts handelte es sich um Zusammenstöße mit einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeugen. In allen Fällen hat jeweils ein Pkw die Vorfahrt des querenden Radverkehrs missachtet, wodurch es zur Kollision kam. Die Fahrtrichtungen der Pkw sowie der Radfahrenden sind unterschiedlich, es lässt sich kein Muster eines besonders betroffenen Verkehrsstroms ableiten.

5.3.4 Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

An der im Jahr 2022 umgebauten Kreuzung hat sich die Unfallhäufigkeit seit dem Umbau von 1,3 auf 2 Unfälle pro Jahr unter Beteiligung des Fuß- und Radverkehrs gesteigert. Die prägende Unfallart ist ebenfalls der Zusammenstoß mit einem einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeug. Allerdings sind bei nur 2/3 der Unfälle die Pkw für den Zusammenstoß verantwortlich, bei 1/3 der Unfälle verursacht der Radverkehr die Kollision. Wenn man unterscheidet im Zeitraum vor und nach dem Umbau wird jedoch deutlich, dass die Unfälle unter Verursachung des Radverkehrs allesamt vor dem Umbau geschehen sind. Seitdem der Knotenpunkt für den Radverkehr bevorrechtigt umgebaut ist, wurden alle Zusammenstöße durch Pkw verursacht. In vier von fünf Fällen wurde dabei die Vorfahrt des Radverkehrs von Westen aus dem Eschholzpark kommend missachtet.

5.3.5 Bismarckallee/Rosastraße

Der Knotenpunkt parallel zum Hauptarm der Bismarckallee ist unter den untersuchten Knotenpunkten der Einzige, bei dem das Unfallgeschehen nach dem Umbau nicht messbar zugenommen hat. Die registrierten Unfälle vor dem Umbau wurden in keinem Fall von Pkw verursacht, fast ausschließlich durch Radfahrende. Die Ursachen der Unfälle vor dem Umbau sind divers, es ist kein Muster erkennbar. Der erste und bisher einzige Unfall seit dem Umbau reiht sich ein in die Unfälle der anderen für den Radverkehr umgebauten bevorrechtigten Querungen. Ein Pkw missachtete die Vorfahrt einer/eines Radfahrenden, wodurch es zu einer Kollision kam.

5.3.6 FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

Am Knotenpunkt westlich der Universitätsklinik kam es seit dem Umbau im Sommer 2023 zu einer deutlichen Steigerung des Unfallgeschehens mit Fuß- und Radverkehrsbeteiligung. In den acht Jahren zuvor wurden an dem KP mit 0,5 Unfällen pro Jahr vergleichsweise wenig Unfälle registriert. Dahingegen wurden im Jahr 2024 drei Unfälle registriert. Davon wurden zwei Unfälle durch Pkw verursacht, die die Vorfahrt der Radfahrenden missachteten. In beiden Fällen kam der Pkw von Nordosten und übersah den Radverkehr von Südwesten kommend. Ein weiterer Unfall wurde von einer/einem Radfahrenden verursacht, die/der verbotswidrig von dem nördlichen Gehweg der Elsässer Straße auf den FR2 Richtung Nordosten abbiegen wollte. Dabei kam es zur Kollision mit einer/einem Richtung Südwesten fahrenden Radfahrenden.

5.4 Ergebnis der Analyse

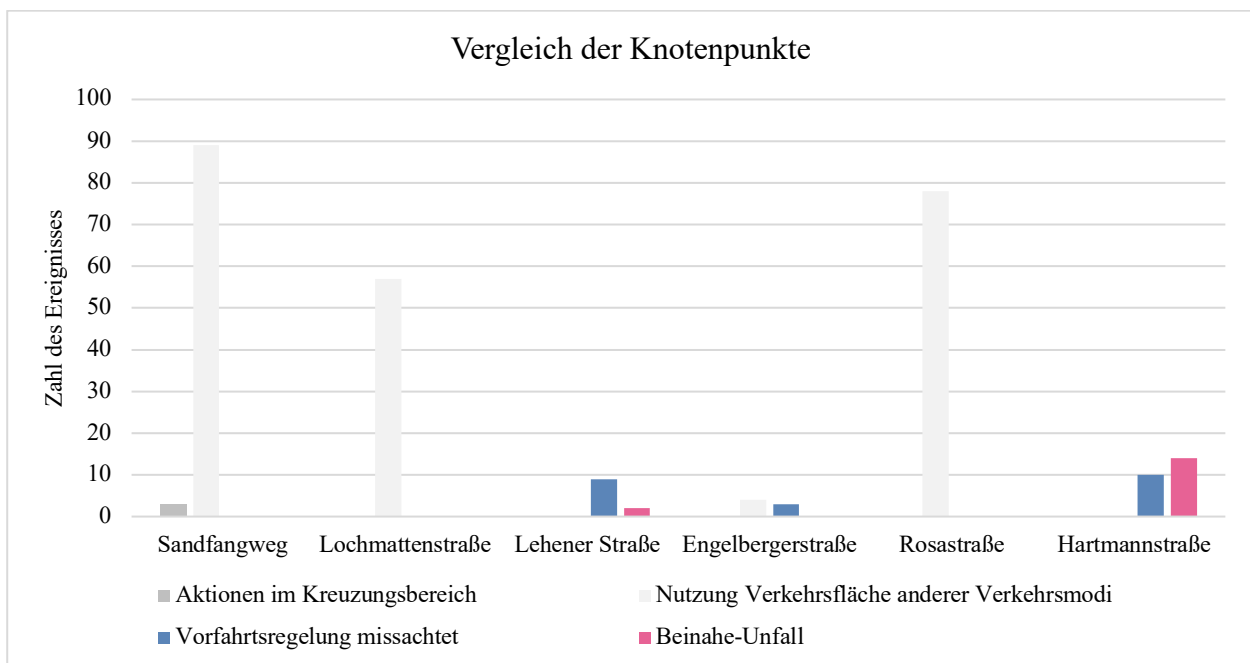
Die Analyse zeigt, dass die untersuchten Knotenpunkte in einigen Aspekten große Ähnlichkeiten aufweisen, wohingegen es in anderen Punkten große Unterschiede gibt.

Bei allen untersuchten Knotenpunkten ist der Radverkehr der dominierende Verkehrsmodus. Mit Ausnahme des Knotenpunkts FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße ist die Dominanz des Radverkehrs deutlich mess- und sichtbar. Ebenfalls mit Ausnahme dieses KP ist bei allen anderen Knotenpunkten der dominante Radverkehrsstrom entlang der Bevorrechtigung festzustellen. Die Fußverkehrsströme sind größtenteils sehr ausgeglichen zwischen den Knotenpunktarmen. Es gibt nur wenige Ströme des Fußverkehrs, die sich auf eine Abbiegebeziehung konzentrieren. Beim Vergleich der Unfälle seit dem jeweiligen Umbau der Knotenpunkte zur bevorrechtigten Querung fällt auf, dass der überwiegende Teil der Unfälle dieselbe Ursache hat. Die Pkw missachten die (neue) Vorfahrtsregelung und kollidieren mit dem vorfahrtsberechtigten Radverkehr. Im Vorher-Nachher-Vergleich hat das Unfallgeschehen nach dem Umbau zur Bevorrechtigung am Großteil der Knotenpunkte zugenommen, mit Ausnahme des Knotenpunkts Bismarckallee/Rosastraße sowie der Kreuzung FR1/Sandfangweg, zu dem keine Daten vor dem Umbau vorliegen. Somit ist die

objektiv messbare Verkehrssicherheit im betrachteten Zeitraum für den Radverkehr nach dem Umbau zur bevorrechtigten Querung des Knotenpunkts gesunken.

Die Verhaltensbeobachtung zeigt große Unterschiede zwischen den betrachteten Knotenpunkten im Rahmen der definierten Kriterien. Bei jedem Knotenpunkt kommt es aufgrund der unterschiedlichen Gestaltung sowie gebauten Umgebung zu anderen Auffälligkeiten. Eine besondere Häufung von verkehrssicherheitsrelevanten Situationen können bei beiden Knotenpunkten am FR2 (Lehener Straße und Hartmannstraße) festgestellt werden. Dort wurden besonders häufig die Missachtung der Vorfahrtsregelung durch den Kfz-Verkehr sowie Beinahe-Unfälle beobachtet. Bei den anderen Knotenpunkten wurde vor allem die Fremdnutzung von Verkehrsflächen durch andere Verkehrsmodi festgestellt.

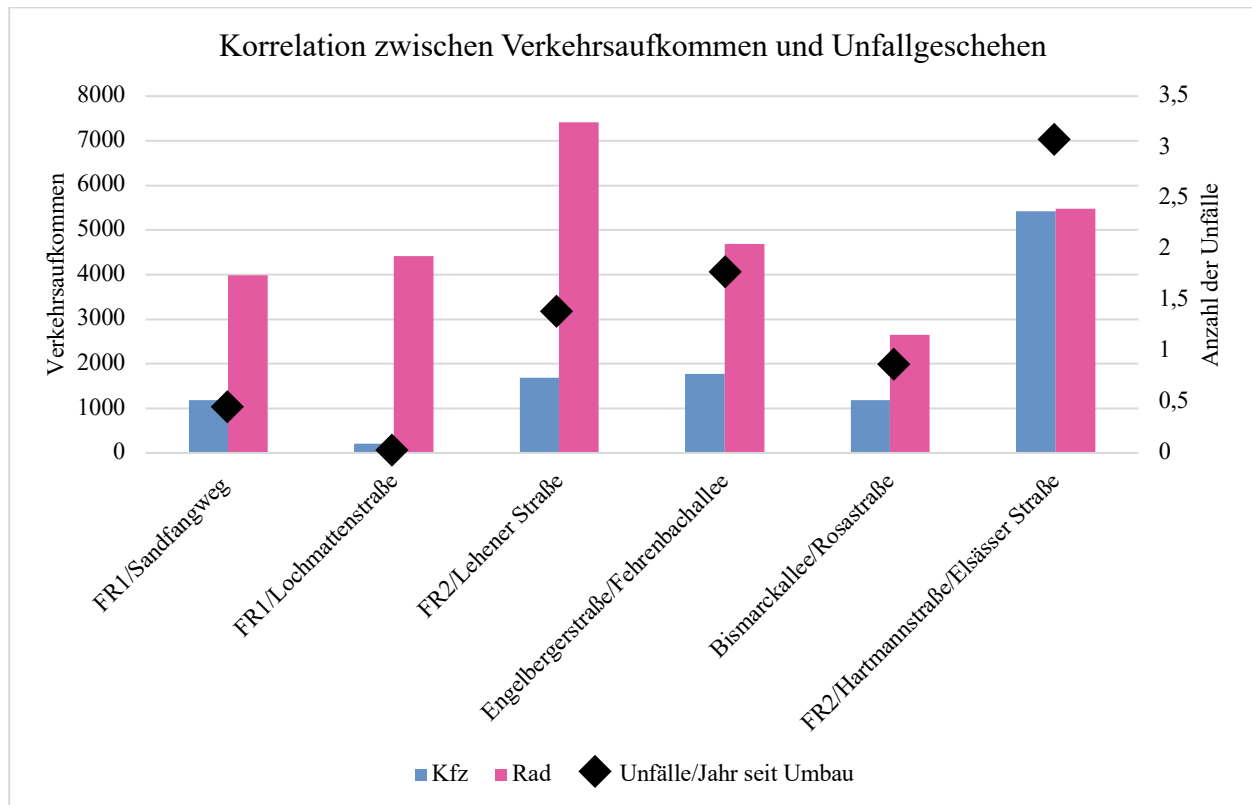
Tabelle 17: Ergebnisse der Verkehrssituationsanalyse
(eigene Darstellung)



Der Knotenpunkt FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße spielt in vielerlei Hinsicht eine Sonderrolle unter den untersuchten Knotenpunkten. Als einziger KP mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit der querenden Straße von 50 km/h ist das Kfz-Verkehrsaufkommen im Vergleich zu den anderen Untersuchungsstandorten mit Abstand am höchsten und nahezu gleichauf mit dem Radverkehrsaufkommen. Der KP erfüllt somit als einziger nicht die Einsatzkriterien für eine bevorrechtigte Querung nach H RSV, wie in Tabelle 3 definiert ist. Die Verhaltensbeobachtung sowie die Unfallanalyse zeigen deutliche Mängel bei der Verkehrssicherheit für Radfahrende, insbesondere verursacht durch den querenden Kfz-Verkehr. Außerdem bündelt die Bevorrechtigung als Einzige nicht den dominanten Radverkehrsstrom, da der größte Knotenstrom vom FR2 auf die Elsässer

Straße Richtung Nordwesten abbiegt. Auch bei der Gestaltung der Radverkehrsführung vor und hinter der Querung ist der KP einzigartig. Die Radverkehrsführung geht von einem straßenbegleitenden Radweg in einen selbstständig geführten Radweg über, die querende Straße biegt als Einzige in einer Kurve über die Furt des Radverkehrs.

Tabelle 18: Ergebnisse der Knotenstromzählung und des Unfallgeschehens
(eigene Darstellung)



Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein Zusammenhang zwischen dem gemessenen Kfz-Verkehrsaufkommen an den Knotenpunkten und dem Unfallgeschehen mit Beteiligung des Radverkehrs besteht. Je höher das Verkehrsaufkommen von Kfz am KP, desto mehr Unfälle pro Jahr passieren mit Radverkehrsbeteiligung. Ein Zusammenhang des Unfallgeschehens mit dem Radverkehrsaufkommen lässt sich dahingegen nicht feststellen. Im Vergleich zu den Ergebnissen der Verkehrssituationsanalyse ist ebenfalls ein Zusammenhang zwischen verkehrssicherheitsrelevanten Kriterien (Vorfahrtsregelung missachtet, Beinahe-Unfall) und mit Kfz-Verkehrsaufkommen zu sehen. Die drei Knotenpunkte mit dem höchsten Verkehrsaufkommen von Kfz sind ebenfalls diejenigen, bei welchen im Rahmen der Verkehrssituationsanalyse verkehrssicherheitsrelevanten Situation beobachtet wurden.

6 Konzeption

6.1 Planungsempfehlungen

Aus den Erkenntnissen der Analyse heraus ergeben sich wichtige Aspekte, die bei der Planung von bevorrechtigten Querungen des Radverkehrs an Knotenpunkten beachtet werden sollten. Im Folgenden werden Empfehlungen für die Planung zusammengefasst, die von der Analyse dieser Arbeit abgeleitet werden:

- Vor der Planung sollten die Verkehrsströme des Knotenpunkts je Verkehrsmodus erfasst werden. Neben dem Kfz- und Radverkehr sollten dabei auch insbesondere die Fußverkehrsströme erfasst werden, um den Bedarf eines FGÜ zu ermitteln.
Sollten die Verkehrsströme des Radverkehrs nicht auf einer dominanten Verkehrsachse gebündelt sein, sollte die Möglichkeit eines Kreisverkehrs anstelle einer bevorrechtigten Querung in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten in Erwägung gezogen werden. Wenn ein übergeordneter Netzplan jedoch den Vorrang einer Radverkehrsrouten entlang der Bevorrechtigung vorsieht, kann eine bevorrechtigte Querung trotz nicht vorhandener dominanter Radverkehrsströme im Bestand Sinn ergeben.
- Die Sichtdreiecke für Rad- und Kfz-Verkehr sollten bei der Gestaltung des Knotenpunkts unbedingt beachtet werden. Vor allem die Sichtdreiecke des kreuzenden Kfz-Verkehrs sollten nicht durch Bauwerke, Grünbewuchs, parkende Kfz oder Sonstiges eingeschränkt werden.
- Die Gestaltung von bevorrechtigten Querungen sollte innerhalb einer Stadt an allen Knotenpunkten die gleichen Elemente aufweisen, um eine leichte Verständlichkeit sowie einen Wiedererkennungswert für die Verkehrsteilnehmenden zu bieten.
- Die Fahrbahnanhebung vor der bevorrechtigten Querung auf der kreuzenden Straße sollte in einem solchen Winkel sowie Höhenunterschied sein, dass der wartepflichtige Kfz-Verkehr auf Schrittgeschwindigkeit abbremsen muss.
- Bei beengten Platzverhältnissen und eingeschränkten Sichtbeziehungen sollten Spiegel verwendet werden, die es dem Kfz-Verkehr ermöglichen, herannahenden Radverkehr frühzeitig zu sehen.
- Nach Fertigstellung des Umbaus vom Knotenpunkt sollten für einen Übergangszeitraum von einem Jahr zusätzliche Schilder aufgestellt werden, die auf die geänderte Vorfahrtsregelung hinweisen.
- Die Wartelinie sollte ein bis maximal zwei Meter von der Radverkehrsfurt entfernt liegen, damit ausreichende Sichtbeziehungen sichergestellt werden können. Die Entfernung ist in

Abhängigkeit zu den örtlichen Gegebenheiten zu wählen. Eine zu große Entfernung in Kombination mit eingeschränkter Sicht kann dazu führen, dass die Wartelinie missachtet und erst an der Randmarkierung der Radverkehrsfurt gehalten wird. Die Wartelinie sollte sich jedoch nur so dicht an der Randmarkierung befinden, dass die notwendigen Schleppkurven sichergestellt werden können.

- Zur zusätzlichen Geschwindigkeitsminderung des querenden Kfz-Verkehrs, kann es hilfreich sein, die Wirkung einer Wartelinie durch taktile Elemente zu verstärken.
- Die Einsatzkriterien der H RSV für bevorrechtigte Querungsstellen des Radverkehrs an Knotenpunkten stellen eine hilfreiche Orientierung dar, um eine erste Beurteilung zur Umsetzbarkeit treffen zu können. Jedoch sollte die Einhaltung der empfohlenen Grenzwerte für das Verkehrsaufkommen vom querenden Kfz-Verkehr nicht der alleinige und ausschlaggebende Grund für oder gegen den Umbau zu einer Bevorrechtigung für den Radverkehr darstellen.

6.2 Umgestaltung eines Knotenpunkts in Freiburg

Zur praxisnahen Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse zur Gestaltung eines Knotenpunkts mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr wurde ein KP in Freiburg ausgewählt, der im Zuge des geplanten städtischen Radvorrangrouten-Netzes umgebaut werden soll. Die Entwurfsplanung des Knotenpunkts ist im Anhang anhand eines Lageplans sowie eines Beschilderungs- und Markierungsplans dargestellt (siehe Anhang I). Der KP Sautierstraße/Rennweg liegt auf der geplanten Radvorrangroute FR6, die auf dem Abschnitt der Sautierstraße als Fahrradstraße umgebaut werden soll (vgl. Stadt Freiburg, o. D.b)

Die Sautierstraße weist derzeit bereits ein deutlich höheres Radverkehrs- als Kfz-Verkehrsaufkommen auf. In den Sommermonaten fahren im Durchschnitt mehr als doppelt so viele Radfahrende als Kfz-Verkehr durch die Sautierstraße (vgl. Telraam, 2025-05-11). Für den KP Sautierstraße/Rennweg liegen keine genauen Daten zu Knotenströmen vor. Allerdings können aus Verkehrsmodellen der Stadt Freiburg ungefähre Verkehrsaufkommen hergeleitet werden. Aus den Hochrechnungen der Radverkehrsdaten von Stadtradeln kann das ungefähre Verkehrsaufkommen der Knotenpunktarme ermittelt werden. Dies betrug im Jahr 2022 laut Hochrechnung der Stadtradeln-Daten zusammengerechnet knapp 3.700 Radfahrende pro Tag (vgl. Schneider, 2025-01-09). Die Hochrechnung des Radverkehrsaufkommens sollte kritisch betrachtet werden, da die DTV an sonnigen Tagen auf der Sautierstraße gut doppelt so hoch ist wie die Daten von Stadtradeln prognostizieren. Für den Kfz-Verkehr existiert lediglich eine Verkehrsprognose aus dem Verkehrsmodell 2016 der Stadt Freiburg. Ausschließlich der Rennweg wird dort ausgewiesen. Dort beträgt das Verkehrsaufkommen im Basiszustand im Jahr 2016 täglich 4.000 Kfz (vgl. PTV AG, 2020). Auch

die Genauigkeit dieses Verkehrsaufkommens sollte kritisch hinterfragt werden, da die Aussagekraft der Prognose im Verkehrsmodell abnimmt, je geringer das Verkehrsaufkommen auf der betrachteten Straße ist. Zusätzlich beruht das Verkehrsmodell auf dem Zustand des Jahres 2016, somit ist die Grundlage der Prognose deutlich veraltet.

Für den Entwurf zugrundeliegend ist ein Einbahnstraßenkonzept im Bereich der Sautierstraße, welches den Kfz-Durchgangsverkehr auf dem FR6 effektiv unterbinden soll. Dieses Konzept sieht vor, dass die Sautierstraße nur noch wechselseitig als Einbahnstraße mit Freigabe für Radverkehr nutzbar ist, bei jedem Knotenpunkt ändert sich demnach die Richtung der Einbahnstraße. Für den KP Sautierstraße/Rennweg bedeutet das, dass Kfz lediglich aus der Sautierstraße von Norden sowie von Süden kommend auf den Rennweg einbiegen können, jedoch nicht geradeaus auf der Sautierstraße weiterfahren können. Ebenso ist es für Kfz vom Rennweg kommend nicht möglich, auf die Sautierstraße einzubiegen. Zur Verdeutlichung der Einbahnstraßenregelung werden mehrere Gestaltungselemente im Entwurf verwendet. Zentraler Bestandteil ist die Verengung aller Knotenpunktarme, um bessere Sichtbeziehungen zu ermöglichen, langsames Queren des Kfz herbeizuführen und ein übersichtliches Kreuzungsgeschehen zu fördern. Die Knotenpunktarme der Sautierstraße werden beidseitig zunächst für acht Meter vom Knotenpunkt ausgehend auf 5,75 Meter eingeengt, bevor sie anschließend mit einer Breite von 6,50 Meter als Fahrradstraße weiterverlaufen. Die Knotenpunktarme des Rennwegs sind beidseitig auf 6,70 Meter eingeengt und zusätzlich in der Fahrlinie entlang des Rennwegs leicht versetzt, sodass die Gradlinigkeit des den FR6 querenden Rennwegs leicht unterbrochen wird. Des Weiteren ist der Kurvenradius der beiden Borde entlang der Einfahrt für Radfahrende entgegen der Einbahnstraße deutlich verengt, sodass ein Abbiegen von Kfz vom Rennweg in die Sautierstraße bereits durch die notwendige Schleppkurve nicht möglich ist. Zusätzlich wird die rote Furteinfärbung über die Konfliktfläche hinweg in die Knotenpunktarme der Sautierstraße auf die Flächen der Fahrradpforte erweitert. Dies sowie die dazu eingrenzende Breitstrichmarkierung verdeutlicht, dass das Einbiegen in die Sautierstraße ausschließlich für Radfahrende erlaubt ist. Dieses Gestaltungselement ist angelehnt an den Leidfaden Fahrradstraßen der AGFS NRW (vgl. AGFS NRW, 2023, S. 56f.).

Die Anhebung der Fahrbahn des Rennwegs soll zur Reduzierung der Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs vor der Konfliktfläche beitragen. Die Alternative einer Gehwegüberfahrt wurde ebenfalls in Erwägung gezogen, da dies größtenteils für den geplanten Radschnellweg RS6 im Stadtgebiet vorgesehen ist (vgl. Stadt Freiburg, 2024). Jedoch wurde sich aufgrund des Kfz-Verkehrsaufkommens auf dem Rennweg sowie des geringer als auf dem RS6 zu erwartenden Radverkehrsaufkommens gegen eine Gehwegüberfahrt entschieden.

Um die Sichtdreiecke durch verbotswidrig abgestellte Fahrzeuge im Knotenpunktbereich freizuhalten und Abstellmöglichkeiten für Radfahrende zu schaffen, werden am Rand des KP auf dem Gehweg Fahrradbügel platziert. Diese verhindern zusätzlich, dass Radfahrende beim Rechtsabbiegen vom Rennweg in die Sautierstraße verkehrswidrig über den Gehweg abkürzen und dadurch Zufußgehende gefährden. Darüber hinaus wird ein Abkürzen über den Gehweg von Radfahrenden beim Rechtsabbiegen durch den unebenen Belag der verlegten Noppenplatten unattraktiv gestaltet. Für die Gewährleistung des notwendigen Sichtdreiecks in den nördlichen Knotenpunktarm der Sautierstraße muss ein Baum des Bestands entfernt werden. Im Gegenzug ist die Neupflanzung von vier Bäumen am Randbereich des Knotenpunkts vorgesehen. Diese werden den KP als öffentlichen Aufenthaltsort auf und werden positiv zum Mikroklima beitragen (vgl. Krischke u. a., 2025). Zudem werden Kfz-Stellplätze für die Sicherstellung freier Sichtbeziehungen sowie ausreichend Platz für Zufußgehende entfernt. Zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität für Zufußgehende sind ebenfalls am Randbereich des Knotenpunkts Sitzbänke vorgesehen. Neben der Funktion als Rastmöglichkeit bieten diese auch einen Zuwachs an sozialer Kontrolle.

Der Knotenpunkt wird zusätzlich vollständig barrierefrei umgebaut, um den aktuellen Stand der barrierefreien Straßenraumgestaltung zu gewährleisten. Taktile Elemente auf dem Gehweg zeigen geeignete Querungsstellen für sehbeeinträchtigten Fußverkehr. Dabei dienen die Noppenplatten als Auffindestreifen, der zum Richtungsfeld, dargestellt durch Rillenplatten, führt. Darüber hinaus ermöglichen Rollstuhlüberfahrsteine als Bord mit Nullabsenkung problemloses Queren mittels Rollstuhls, Rollators oder Kinderwagens. Dieses wird für sehbeeinträchtigte Menschen mit einem Sperrfeld durch Rippenplatten als Warnung abgetrennt (vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2022, S. 20f.). Des Weiteren sind die Sitzbänke von einem gepflasterten Streifen umgeben, damit sehbeeinträchtigte Menschen dieses Hindernis im Randbereich erkennen können. Zuletzt wird die Verwendung von Fahrradbügeln mit Unterlaufschutz empfohlen, damit sehbeeinträchtigte Menschen dieses Hindernis frühzeitig wahrnehmen können.

7 Diskussion

Im Rückblick auf die Erstellung des Erhebungsdesigns lässt sich feststellen, dass die Vorgaben zur Methode der Verkehrszählung aus der EVE stark veraltet sind. Zum Zeitpunkt der Erstellung der aktuell gültigen Fassung der EVE im Jahr 2012 waren ein Großteil der heutigen digitalen Zählmethoden noch nicht oder kaum entwickelt. So etwa eine videogestützte automatisierte Verkehrszählung mithilfe von KI, wie sie für die Erstellung der Knotenstrompläne dieser Arbeit genutzt wurde, gab es zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der EVE noch nicht. Stattdessen wird in der EVE für die Erfassung von Knotenströmen noch die händische Zählung mithilfe von mehreren Personen empfohlen (vgl. FGSV, 2012b, S. 37f.). Die fehlende Aktualität und den aus der Zeit gefallenen Praxisbezug hat die FGSV inzwischen selbst erkannt, weshalb an einer Aktualisierung der EVE gearbeitet wird (vgl. Kowald, 2024).

Die Validierung der Zähldaten von ARGOS mobil ist am Knotenpunkt FR2/Hartmannstraße/Elssässer Straße anhand einer südlich des Knotenpunktbereichs am FR2 positionierten Dauerzählstelle möglich. Die Zählstelle misst mittels induktiver Bodenschleife das Radverkehrsaufkommen an diesem Querschnitt. Für den betreffenden Zeitraum der Erhebung gibt es eine Abweichung des Zählbetrags der Dauerzählstelle im Vergleich zum ARGOS mobil. Das Videodetektionsgerät ARGOS mobil zählt 6-9% mehr Radfahrende als die Dauerzählstelle der Stadt Freiburg. Diese Abweichung ist sehr wahrscheinlich damit zu begründen, dass der Abzweig südlich des Knotenpunkts zum Gelände der Universitätsklinik noch Teil des Knotenstroms nach Südwesten ist, die Dauerzählstelle jedoch erst südlich nach dem Abzweig positioniert ist. Somit würden 6 - 9% der Radfahrenden vom KP in das Universitätsklinikgelände fahren oder von dort herkommen und zum KP fahren. Dieser Wert scheint aufgrund einer Stichprobenerhebung mittels der Videoaufzeichnung realistisch. Das bedeutet, die Zähldaten der Dauerzählstelle stimmen größtenteils mit denen des mobilen Videodetektionsgeräts überein.

Bei der Datenerhebung mittels ARGOS mobil kam es zu ein paar Problemen. Die Hardware hat zuverlässig funktioniert und das Auf- sowie Abbauen verlief schnell und unkompliziert. Das System mit Lithium-Ionen-Akkus war während des Betriebs sehr einfach zu bedienen und konnte drei Tage am Stück problemlos Daten erheben. Bei dem System mit Blei-Gel Akkus musste aufgrund der geringeren Kapazität nach zwei Tagen die Akkus getauscht werden. Zudem funktionierte die Akkuanzeige der Blei-Gel Akkus nicht. Auch wenn die Akkus bereits entladen waren, wurden sie als vollgeladen angezeigt. Daher wurden präventiv immer alle Akkus getauscht, auch wenn einer der vier Akkus noch nicht genutzt wurde. Bei der Auswertung der Daten mittels der Software My Trafficdata kam es zu dem Problem, dass beim Hochladen der Daten der Zeitraum der Analyse gegenüber dem Zeitraum der Erfassung nicht eingeschränkt werden konnte. Das Problem konnte

nur behoben werden, indem der Zeitraum der Erfassung uneingeschränkt für den der Analyse übernommen wurde. Ein zusätzliches Softwareproblem bei der automatisierten Kategorisierung der Verkehrsmodi könnte behoben werden, indem es für Fahrräder eine zusätzliche Kategorie für Lastenräder sowie Fahrräder mit Anhänger geben würde. So könnte besser ausgeschlossen werden, dass es sich bei vermeintlichen Motorrädern nicht fälschlicherweise um als solche kategorisierte Lastenräder oder Fahrräder mit Anhänger handelt. Als zusätzliche Funktion für die Analyse, wäre es sehr hilfreich die Polygone einer Aufzeichnung für denselben Standort an einem anderen Tag kopieren zu können. Da dies nicht möglich ist, müssen die Polygone bei jeder Aufzeichnung händisch erneut eingezeichnet werden, was beim Vergleich der Tage an einem Standort zu Unschärfen führen kann. Darüber hinaus ist es nach einmaligem Anlegen und Speichern der Polygone nicht möglich, einzelne Polygone zu entfernen. Wenn die Anzahl der Polygone nachträglich verändert werden soll, müssen daher alle Polygone gelöscht und erneut händisch eingezeichnet werden.

Bei der Definition der Kriterien für die Verhaltensbeobachtung wurde vorab nicht beachtet, dass eine Beurteilung der Kfz-Geschwindigkeit als ordinales Merkmal alleinig durch die Videoaufzeichnung objektiv kaum möglich ist. Zudem wurde ausschließlich die Geschwindigkeit der Kfz betrachtet, dahingegen kann auch durch zu hohe Geschwindigkeit von Radfahrenden eine gefährliche Verkehrssituationen entstehen.

Der Vergleich der Anzahl von Unfällen ist nur bedingt aussagekräftig darüber, ob ein Knotenpunkt nach dem Umbau zur Bevorrechtigung an objektiver Verkehrssicherheit dazugewonnen hat. Dies hat mit mehreren Faktoren zu tun. Zunächst kann durch den Umbau induzierter Radverkehr entstehen, welcher das Radverkehrsaufkommen ansteigen lässt. Der Anstieg des Radverkehrsaufkommens kann zu mehr Unfällen führen. Darüber hinaus kann es nach dem Umbau eines Knotenpunkts zunächst zu einem Anstieg des Unfallgeschehens aufgrund einer Eingewöhnung der Verkehrsteilnehmenden an die geänderte Verkehrssituation kommen (vgl. FGSV, 2012c, S. 68). Außerdem ist der Betrachtungszeitraum bei einem Großteil der Knotenpunkte aufgrund des kurzen Zeitraums nach dem Umbau beschränkt. Somit werden für den Vergleich der Unfälle pro Jahr teilweise ein deutlich größerer Zeitraum für die Phase vor dem Umbau verwendet als für die Phase nach dem Umbau. Zuletzt zeigt der Zusammenhang zwischen dem Kfz-Verkehrsaufkommen und den Unfällen pro Jahr mit Radverkehrsbeteiligung, dass das Unfallgeschehen maßgeblich vom querenden Kfz-Verkehr abhängig ist. Ob ein Knotenpunkt an Verkehrssicherheit gewinnt, hängt demnach auch damit zusammen, ob die Umgestaltung nicht nur Radverkehr induziert, sondern auch das Kfz-Verkehrsaufkommen verringert. Es sollte daher auch die Entwicklung des Verkehrsaufkommens aller Verkehrsmodi nach dem Umbau zur Bevorrechtigung für die Analyse der Verkehrssicherheit berücksichtigt werden.

8 Fazit

Die Bevorrechtigung von Radverkehr an Knotenpunkten ist ein zentraler Hebel für die Schaffung durchgängig befahrbarer Radverkehrsnetze. Die Herausforderung liegt vor allem darin, die Knotenpunkte verkehrssicher sowie leicht verständlich für alle Verkehrsteilnehmende zu gestalten. Insbesondere bei selbstständig geführten Radwegen, die eine zuvor vorfahrtsberechtigte Straße queren, sollte ein grundlegender Umbau des Knotenpunkts Grundlage für eine intuitive Verständlichkeit der geänderten Vorfahrtsregelung sein.

Bei den untersuchten Knotenpunkten in Freiburg lässt sich feststellen, dass jeder KP über teilweise andere Gestaltungselemente verfügt. Diese sind zum einen an die Verkehrssituation der jeweiligen örtlichen Gegebenheit angepasst, zum anderen steht die Gestaltung auch im Zusammenhang mit der zum Zeitpunkt des Umbaus verwendeten Gestaltungselemente der Stadt Freiburg. Daraus entsteht der Nachteil, dass die für den Radverkehr bevorrechtigten KP in Freiburg durch teils unterschiedliche Gestaltung keinen optimalen Wiedererkennungswert aufweisen. Es ist möglich, dass die fehlende Wiedererkennung bei Verkehrsteilnehmenden zu Verunsicherung bzgl. der geltenden Vorfahrtsregelung führt. Anhand der in dieser Arbeit durchgeführten Methoden kann dies allerdings nicht belegt werden.

Die Knotenströme der untersuchten Knotenpunkte weisen, mit einer Ausnahme des zuletzt umgebauten KP FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße, den dominanten Radverkehrsstrom entlang ihrer bevorrechtigten Querung auf. Somit werden diese Knotenpunkte so genutzt, wie durch den Umbau des KP beabsichtigt war. Inwiefern der Umbau zur Bevorrechtigung anhand von induziertem Radverkehr zu den im Rahmen dieser Arbeit gemessenen Knotenströmen geführt hat, lässt sich aufgrund fehlender historischer Zählzeiten nicht beantworten.

Objektiv betrachtet hat die Verkehrssicherheit bei allen Knotenpunkten, mit Ausnahme des KP FR1/Sanfangweg, aufgrund der relativen Unfallzahlen pro Jahr nach dem Umbau zur Bevorrechtigung für den Radverkehr abgenommen. Wie in Kapitel 7 dargelegt, lässt dies jedoch nicht die Schlussfolgerung zu, die Umbauten zur Bevorrechtigung würden zu mehr Unfällen unter Beteiligung des Radverkehrs führen.

Für die durchgängige, schnelle und sichere Befahrbarkeit von Radvorrangrouten, wie sie in Freiburg an vier der sechs untersuchten Knotenpunkte vorliegen, sind bevorrechtigte Querungen von kreuzenden Straßen unabdingbar. Die Qualität einer Radvorrangroute wird maßgeblich bestimmt durch die Gestaltung der Knotenpunkte und unterscheidet diese von anderen Radrouten. Auch darüber hinaus können Bevorrechtigungen des Radverkehrs an Knotenpunkten sehr sinnvoll sein,

um den Radverkehr als Verkehrsmodus zu fördern sowie verkehrsunsichere Knotenpunkte durch eindeutige Vorfahrtsregelung sicherer umzugestalten.

Zur Veranschaulichung verschiedener Umsetzungen eines Knotenpunkts mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr bieten die bisher existierenden KP in Freiburg eine diverse Grundlage, die auf viele ähnliche Knotenpunktsituationen übertragen werden kann. Die Umsetzungen in Freiburg machen deutlich, dass unter unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten sowie infrastrukturellen Voraussetzungen eine Bevorrechtigung sinnvoll realisierbar ist. Jedoch sollte bei der Umsetzung der Querungsbedarf aller Verkehrsmodi berücksichtigt werden, insbesondere auch der des Fußverkehrs.

9 Ausblick

Bei der wissenschaftlichen Betrachtung von Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr gibt es weiteren Forschungsbedarf. In dieser Arbeit wurden lediglich KP im nationalen Rahmen betrachtet. Daher wäre ein internationaler Vergleich von ähnlichen für den Radverkehr bevorrechtigten Knotenpunkte sehr interessant, um Vor- und Nachteile bestimmter Gestaltungselemente zu analysieren und deren Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit differenzierter betrachten zu können.

In Bezug auf die durchgeführten Analysen dieser Arbeit, gibt es Themenfelder, deren nähere Betrachtung zusätzlich interessant wären. Dazu gehört die nähere Betrachtung des Fußverkehrs im Zusammenhang mit der Notwendigkeit eines FGÜ. In der Analyse wurde deutlich, dass Fußgängerüberwege bei einem dominanten querenden Fußverkehrsstrom Sinn ergeben. Jedoch stellt ein parallel zur Radverkehrsfurt verlaufender FGÜ das Problem dar, dass querende Kfz vor dem FGÜ anhalten sollten, von dort oftmals jedoch nicht die notwendigen Sichtbeziehungen für den querenden Radverkehr gegeben sind. Somit halten Kfz häufig nochmals vor der Radverkehrsfurt auf dem FGÜ stehend an und können dabei Zufußgehende beim Queren hindern. Diese Korrelation gilt es weiter zu untersuchen, damit insbesondere für den querenden Kfz-Verkehr jederzeit die notwendigen Sichtdreiecke gewährleistet werden können.

Ein weiteres Themenfeld, welches einer zusätzlichen Beachtung bedarf, ist die Unterscheidung in Alltags- und Freizeitradverkehr bei Knotenströmen. In Bezug auf Freiburg wäre es vor allem bei der touristisch beliebten Radvorrangroute FR1 spannend, welche Unterschiede sich zwischen Werktagen und Wochenendtagen zeigen (vgl. Stadt Freiburg, o. D.a). Ebenso bei der vorrangig zum Pendeln genutzten Radvorrangroute FR2 wäre eine Unterscheidung in Alltags- und Freizeitverkehr bei der Betrachtung der Knotenströme sehr interessant (vgl. Stadt Freiburg, o. D.c).

Um die Durchgängigkeit, Verkehrssicherheit und intuitive Verständlichkeit der Gestaltung insbesondere bei Radvorrangrouten und Radschnellverbindung auf einen höheren Standard anzuheben, ist besonders das Thema der Gehwegüberfahrten im Zuge der Querung einer solchen Route weiter zu fokussieren. Diese lassen einen Zugewinn an Sicherheit sowohl für den Rad- als auch für den Fußverkehr vermuten. Die genauen Auswirkungen dessen sowie die geeignete Gestaltung einer Gehwegüberfahrt im Zuge einer bevorrechtigten Querung für den Radverkehr gilt es im Weiteren wissenschaftlich zu betrachten.

10 Literaturverzeichnis

- AGFS NRW- Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein Westfalen e.V.* (Hrsg.) (2021): Querungsstellen für die Nahmobilität: Hinweise für den Rad- und Fußverkehr, <https://www.agfs-nrw.xn--de/fileadmin/Service/Mediathek/Materialien%20der%20AGFS/Handlungsleitfaden%20-%20Wissen%20fr%20Planer%20und%20Praktiker/Querungsstellen/AKQ_broschuere_2021_Loseblattsammlung_RZ_Einzels-zcpw13a.pdf> [Zugriff 2025-02-11]
- (Hrsg.) (2023): Leitfaden Fahrradstraßen: Planungshinweise für die Praxis, <https://www.agfs-nrw.de/fileadmin/Mediathek/AGFS-Broschueren/Loseblattsammlung_Fahrradstrassen_RZ_Einzel_01.pdf> [Zugriff 2025-02-11]
- Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundliche Kommunen in Bayern e. V.* (Hrsg.) (2024): Musterblätter Radverkehr Bayern, <https://www.radverkehr.bayern.de/assets/stmi/miniwebs/radverkehr/2404_musterblaetter-radverkehr-bayern.pdf> [Zugriff 2025-02-11]
- Bakaba, Jean Emmanuel* (2024): Unfallanalyse von getöteten Radfahrenden auf Landstraßen, in: Unfallforschung kompakt (2024), <<https://www.udv.de/resource/blob/180772/57b7f67bb86e-ece6dbe4571e8e92576d/131-fahrradunfaelle-landstrasse-data.pdf>> [Zugriff 2025-03-19]
- Bäumer, Marcus u. a.* (Hrsg.) (2010): Ermittlung von Standards für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen: = Determination of standards of transport survey data quality, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, 2010
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr* (Hrsg.) (2022): Einladende Radverkehrsnetze: Begleitbroschüre zum Sonderprogramm „Stadt und Land“, <https://www.balm.bund.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Chefredaktion/2022/Leitfaden_Einladende_Radverkehrsnetze.pdf?__blob=publicationFile&v=2> [Zugriff 2025-05-19]
- Bundeszentrale für politische Bildung* (Hrsg.) (2020): Empirie/empirisch/, <<https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/politiklexikon/17400/empirie-empirisch-empirismus/>> [Zugriff 2025-02-05]
- DataCollect* (Hrsg.) (o. D.a): ARGOS mobil: KI-basiertes Videodetektionssystem, <<https://www.datacollect.com/de/mobilitaetsdatenanalyse/messsysteme/argos-mobil/>> [Zugriff 2025-02-19]
- (Hrsg.) (o. D.b): Datenschutz - Bildverarbeitungsprozess
- (Hrsg.) (o. D.c): My Trafficdata, <<https://www.mytrafficdata2.com/>>

– (Hrsg.) (2024): Benutzerhandbuch zum ARGOS Nr. 1.1

Eco-Counter (Hrsg.) (o. D.): FR2 Elsässer Str. / Uniklinik, <<https://data.eco-counter.com/public2/?id=300042684>> [Zugriff 2025-04-23]

Faber, Lena (2025-02-18): Verkehrsrechtliche Anordnung für Verkehrserhebung, Garten- und Tiefbauamt, Stadt Freiburg im Breisgau, Anhang G

FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2003): Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen: ESN, 2003. Aufl., Köln. FGSV FGSV-383

– (Hrsg.) (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen: ERA, 2010. Aufl., Köln. FGSV R2 - Regelwerke FGSV-284

– (Hrsg.) (2012a): Begriffsbestimmungen: Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, 2012. Aufl., Köln, 2012

– (Hrsg.) (2012b): Empfehlungen für Verkehrserhebungen: EVE, 2012. Aufl., Köln. FGSV R2 - Regelwerke FGSV 125

– (Hrsg.) (2012c): Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen: M Uko, 2012. Aufl., Köln. FGSV R2 - Regelwerke FGSV 316/1

– (Hrsg.) (2012d): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen: RAS 06, 2006. Aufl., Köln: FGSV-Verl., 2012

– (Hrsg.) (2013): Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL, Köln: FGVS-Verl., 2013

– (Hrsg.) (2020): Begriffsbestimmungen für das Straßen- und Verkehrswesen: BBSV, 2020. Aufl., Köln: FGSV Verlag GmbH, 2020

– (Hrsg.) (2021): Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten: H RSV, 2021. Aufl., Köln: FGSV Verlag GmbH, 2021

Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (Hrsg.) (2020): Knotenpunkt, <<https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/512243/>> [Zugriff 2025-05-23]

Fu, Ting u. a. (2017): Automatic Traffic Data Collection under Varying Lighting and Temperature Conditions in Multimodal Environments: Thermal versus Visible Spectrum Video-Based Systems, in: *Journal of Advanced Transportation* 2017 (2017), S. 1–15, <https://doi.org/10.1155/2017/5142732>

Gerstenberger, Marcus (2015): Unfallgeschehen an Knotenpunkten: Grundlagenuntersuchung zu Ursachen und Ansätzen zur Verbesserung durch Assistenz, Dissertation

- Gwiasda, Peter* (2023): Fortschreibung der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA): Stand und Ausblick
- Hautzinger, Heinz* (2012): Entwicklung eines methodischen Rahmenkonzeptes für Verhaltensbeobachtung im fließenden Verkehr, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verl. für neue Wissenschaft, 2012
- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen* (Hrsg.) (2020): Qualitätsstandards und Musterlösungen: Radnetz Hessen, <https://www.nahmobil-hessen.de/wp-content/uploads/2024/10/241030_Qualitaetsstandards_und_Musterloesungen_2te-Auflage_inkl_Ergaenzungen_web.pdf> [Zugriff 2025-02-10]
- (Hrsg.) (2022): Barrierefreiheit im öffentlichen Strassenraum: Musterzeichnungen für Überquerungsstellen, <https://www.nahmobil-hessen.de/wp-content/uploads/2024/05/240426_AGNH_Qualitaetsstandards_Anhang_10_bf_FINAL.pdf> [Zugriff 2025-05-16]
- Karsch, Fabian* (2025-02-20): Einsatz ARGOS mobil bei Dunkelheit, Anhang F
- Kommunale Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Fuß- und Radverkehrs in Schleswig-Holstein* (Hrsg.) (2021): Musterlösungen für Radverkehrsanlagen: Arbeits- und Diskussionspapier, <<https://rad.sh/wp-content/uploads/2021/11/RADSHM1.pdf>> [Zugriff 2025-02-11]
- Kowald, Matthias* (2024): Aktualisierung der EVE, <<https://www.fgsv.de/netzwerk/gremien/ag-1-verkehrsplanung/12-erhebung-und-prognose-des-verkehrs/125-aktualisierung-der-eve>> [Zugriff 2025-01-20]
- Krischke, Johanna u. a.* (2025): Relationship Between Urban Tree Diversity and Human Well-being: Implications for Urban Planning, in: Sustainable Cities and Society 124 (2025), S. 106294, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106294>
- Landkreis Lüneburg* (Hrsg.) (2024): Musterlösungen für Radverkehrsanlagen im Landkreis Lüneburg: Bauliche Muster für 9 Planfälle von Ortseinfahrten bis Kreisverkehre, <https://www.landkreis-lueneburg.xn--de/_Resources/Persistent/7/e/5/0/7e50a1170674cadf8fe1ddb863d6c35714272649/2024-12-13_Musterlungen%20RV_LK%20Lneburg-dml42d.pdf> [Zugriff 2025-02-11]
- Lutz, Simone* (2023): Freiburg gewährt Radlern mit den Vorrangrouten mehr Vorfahrt, <<https://www.badische-zeitung.de/freiburg-gewaehrt-radlern-mit-den-vorrangrouten-mehr-vorfahrt>> [Zugriff 2025-03-27]
- Meyer, Florian* (2018): Erfassung von Daten im fließenden Radverkehr, Masterarbeit, Nürnberg

- mindshape GmbH* (Hrsg.) (o. D.): Sonnenuntergang in Freiburg im Breisgau, <<https://sonnenuntergang-zeit.de/sonnenuntergang:freiburg-im-breisgau:maerz.html>> [Zugriff 2025-03-26]
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg* (Hrsg.) (2022): Qualitätsstandards für Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg: Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb, <https://www.aktivmobil-bw.de/fileadmin/user_upload/1_Radverkehr_in_BW/i_Radschnellverbindungen/Anlage_1_Qualitaetsstandards_RSV_052022.pdf>
- PTV AG* (2020): Verkehrsmodell für die Stadt Freiburg und das ZRF-Gebiet: Basiszustand 2016, Tages-Verkehr Mo-Fr, 2020
- Radio Dreyeckland* (Hrsg.) (2018): FR2 Radvorrangroute an der Güterbahnstrecke: Was heißt hier eigentlich Vorrang?, <<https://rdl.de/beitrag/was-hei-t-hier-eigentlich-vorrang>> [Zugriff 2025-03-27]
- Regiotrends* (Hrsg.) (2021): Engelbergerstraße in Freiburg wird umfassend saniert, <<https://www.regiotrends.de/de/aus-vereinen-gruppen/index.news.460017.engelbergerstrasse-in-freiburg-wird-umfassend-saniert---von-19.-juli-bis-fruehjahr-2022-keine-durchfahrt-moeglich---zwei-haltestellen-der-vag-werden-waehrend-der-bauzeit-verlegt-.html>> [Zugriff 2025-03-27]
- (Hrsg.) (2023): Vorfahrt für Fuß- und Radverkehr an Rosastraße in Freiburg, <<https://www.regiotrends.de/de/aus-vereinen-gruppen/index.news.499285.vorfahrt-fuer-fuss--und-radverkehr-an-rosastrasse-in-freiburg---arbeiten-an-der-kleinen-bismarckallee-sind-abgeschlossen---mehr-sicherheit%2C-komfort-und-barrierefreiheit.html>> [Zugriff 2025-03-31]
- Schiller, Christian/Zimmermann, Frank/Bohle, Wolfgang* (2011): Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr FE 77.495/2008
- Schneider, Florian* (2025-01-09): GIS Grundlagendateien Radverkehr Freiburg
- (2025-03-31): Umbau der bevorrechtigten Querungen für den Radverkehr in Freiburg, Anhang D
- Schreiber, Marcel/Ortlepp, Jörg/Butterwegge, Petra* (2013): Unfälle zwischen Kfz und Radfahrern beim Abbiegen, in: Unfallforschung kompakt (2013)
- Staatliches Schulamt Freiburg* (Hrsg.) (2024): Ferienplan der Freiburger Schulen für das Schuljahr 2024/2025, <<https://fr.schulamt-bw.de/,Lde/784189>> [Zugriff 2025-03-26]
- Stadt Freiburg* (Hrsg.) (o. D.a): Die Radvorrangrouten in Freiburg, <<https://www.freiburg.de/pb/1270939.html>> [Zugriff 2025-05-23]

- (Hrsg.) (o. D.b): Radkonzept & RadNETZ plus, <<https://www.freiburg.de/pb/231552.html>> [Zugriff 2025-02-18]
- (Hrsg.) (o. D.c): Radvorrangroute Güterbahn: Nonstop durch Freiburg, <<https://www.freiburg.de/pb/2380575.html>> [Zugriff 2025-05-23]
- (Hrsg.) (2024): Vorentwurf RS6: Teil A, <https://www.breisgau-y.de/_files/ugd/777c74_5dd3e8dff8484368bac9101f8ec180d1.pdf> [Zugriff 2025-05-12]
- Statistisches Bundesamt* (Hrsg.) (o. D.): Verkehrsunfälle, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/_inhalt.html> [Zugriff 2025-03-19]
- Telraam* (Hrsg.) (2025-05-11): Sautierstraße, <<https://telraam.net/en/location/9000002543>>

Anhänge

Anhang A – Fotos der untersuchten Knotenpunkte in Freiburg (eigenes Fotoarchiv)

FR1/Sandfangweg













Wissenschaftliche Erhebung

Erfassung von Knotenpunktströmen

Im Rahmen meiner Masterthesis wird an sechs Knotenpunkten mit bevorrechtigter Querung für den Radverkehr im Stadtgebiet Freiburg eine Knotenstromanalyse durchgeführt. Dafür wird ein KI-basiertes Videodetektionssystem verwendet, welches die Knotenströme aller Verkehrsteilnehmenden erfasst.

Die Verarbeitung und Auswertung der Daten erfolgt gemäß den Vorgaben der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sowie weiterführenden Vorgaben des Bundesdatenschutzgesetzes. Es werden keinerlei personenbezogenen Daten oder Kennzeichen erfasst.

Für weitere Informationen oder Fragen
kontaktieren Sie mich gern:
Vincent Keller
vincent.keller@student.hs-rm.de

Meine Masterthesis an der Hochschule RheinMain erfolgt im Rahmen
des Masterstudiengangs Nachhaltige Mobilität.



Anhang C – Daten der Verkehrszählung, tabellarische Knotenströme (eigene Darstellung)

FR1/Sandfangweg

Kfz				
11.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		460	7	3
von Nord	488		10	1
von West	10	5		28
von Ost	2	4	16	
12.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		546	7	2
von Nord	541		13	1
von West	12	6		31
von Ost	0	6	20	
13.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		627	12	1
von Nord	605		13	2
von West	18	1		30
von Ost	2	1	40	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		544	9	2
von Nord	545		12	1
von West	13	4		30
von Ost	1	4	25	

Fahrrad				
11.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		141	102	78
von Nord	126		146	198
von West	43	142		1674
von Ost	56	220	2025	
12.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		96	60	35
von Nord	74		54	117
von West	25	58		975
von Ost	26	136	1246	
13.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		115	106	37
von Nord	85		90	134
von West	44	93		1481
von Ost	38	160	1723	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		117	89	50
von Nord	95		97	150
von West	37	98		1377
von Ost	40	172	1665	

FR1/Lochmattenstraße

Kfz			
11.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		74	12
von West	60		13
von Ost	3	14	
12.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		81	5
von West	78		6
von Ost	4	12	
13.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		114	8
von West	96		15
von Ost	4	10	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		90	8
von West	78		11
von Ost	4	12	

Fahrrad			
11.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		133	122
von West	55		1278
von Ost	75	3059	
12.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		94	76
von West	100		1425
von Ost	46	1976	
13.03.	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		166	142
von West	113		1556
von Ost	69	2738	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach West	nach Ost
von Süd		131	113
von West	89		1420
von Ost	63	2591	

FR2/Lehener Straße

Kfz				
18.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		26	86	15
von Nord	0		27	3
von West	3	90		197
von Ost	4	14	772	
19.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		30	89	19
von Nord	1		29	2
von West	6	49		203
von Ost	1	15	756	
20.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		51	0	18
von Nord	0		20	4
von West	7	157		165
von Ost	9	9	688	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		36	58	17
von Nord	0		25	3
von West	5	99		188
von Ost	5	13	739	

Fahrrad				
18.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1566	19	93
von Nord	276		2	79
von West	17	5		6
von Ost	142	308	56	
19.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1522	36	129
von Nord	248		1	107
von West	47	10		12
von Ost	154	349	63	
20.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1557	16	136
von Nord	327		2	110
von West	16	2		9
von Ost	129	328	54	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1548	24	119
von Nord	284		2	99
von West	27	6		9
von Ost	142	328	58	

Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

Kfz				
18.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		300	10	140
von Nord	565		8	246
von West	18	7		18
von Ost	173	215	13	
19.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		287	14	138
von Nord	552		8	222
von West	14	4		25
von Ost	175	247	30	
20.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		320	15	163
von Nord	556		11	258
von West	24	5		38
von Ost	192	277	23	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		302	13	147
von Nord	558		9	242
von West	19	5		27
von Ost	180	246	22	

Fahrrad				
18.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		236	151	184
von Nord	261		89	158
von West	182	91		1591
von Ost	160	187	1391	
19.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		226	148	188
von Nord	259		106	142
von West	157	107		1513
von Ost	139	162	1447	
20.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		255	159	246
von Nord	299		107	183
von West	178	74		1486
von Ost	193	215	1400	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		239	153	206
von Nord	273		101	161
von West	172	91		1530
von Ost	164	188	1413	

Bismarckallee/Rosastraße

Kfz				
25.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		14	1	37
von Nord	27		16	6
von West	2	2		583
von Ost	54	14	933	
26.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		16	7	67
von Nord	37		10	6
von West	3	7		626
von Ost	1	13	921	
27.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		14	6	27
von Nord	37		27	9
von West	5	8		590
von Ost	5	11	935	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		15	5	44
von Nord	34		18	7
von West	3	6		600
von Ost	20	13	930	

Fahrrad				
25.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1620	378	161
von Nord	1579		277	274
von West	250	264		1242
von Ost	152	234	1181	
26.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1564	341	162
von Nord	1493		215	249
von West	225	223		1140
von Ost	137	281	1045	
27.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1642	381	184
von Nord	1543		266	248
von West	255	237		1261
von Ost	126	287	1141	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1609	367	169
von Nord	1538		253	257
von West	243	241		1214
von Ost	138	267	1122	

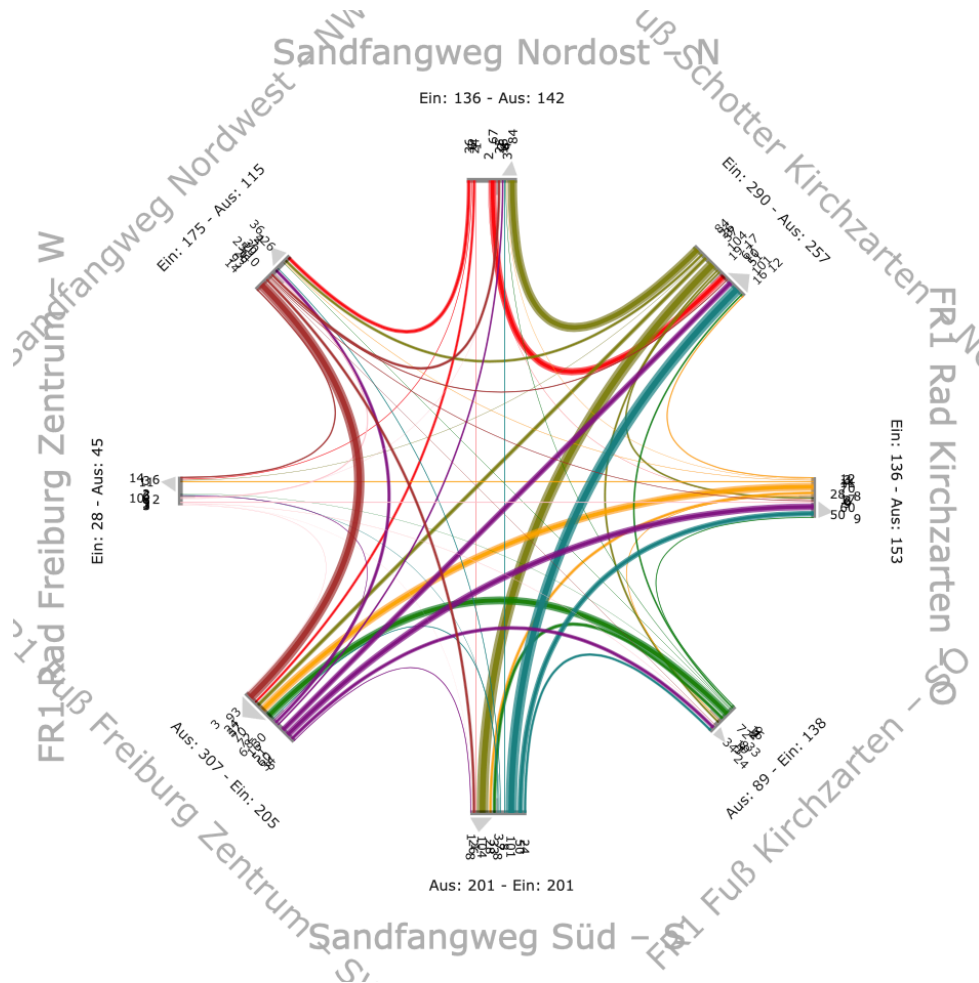
FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

Kfz				
25.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		25	32	175
von Nord	22		15	6
von West	201	13		2047
von Ost	83	16	2804	
26.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		17	27	177
von Nord	35		26	6
von West	186	8		2010
von Ost	73	16	2792	
27.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		24	34	149
von Nord	28		20	2
von West	167	16		2078
von Ost	100	22	2822	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		22	31	167
von Nord	28		20	5
von West	185	12		2045
von Ost	85	18	2806	

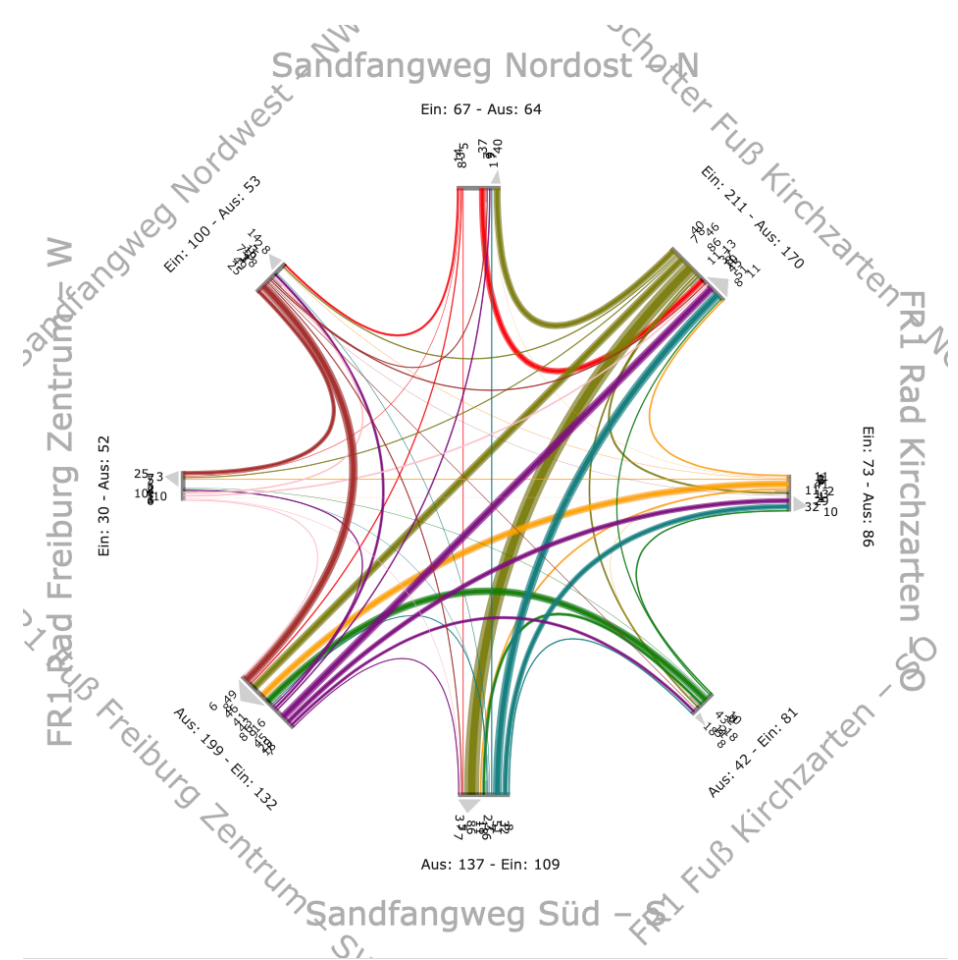
Fahrrad				
25.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1172	1365	101
von Nord	1079		541	14
von West	751	330		113
von Ost	105	18	45	
26.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1082	1189	80
von Nord	1004		479	16
von West	873	316		111
von Ost	93	6	46	
27.03.	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1066	1395	120
von Nord	1045		551	16
von West	715	375		116
von Ost	0	38	50	
Drei-Tages-Durchschnitt	nach Süd	nach Nord	nach West	nach Ost
von Süd		1107	1316	100
von Nord	1043		524	15
von West	780	340		113
von Ost	66	21	47	

Anhang D – Knotenstrompläne Fußverkehr (DataCollect, o. D.c)

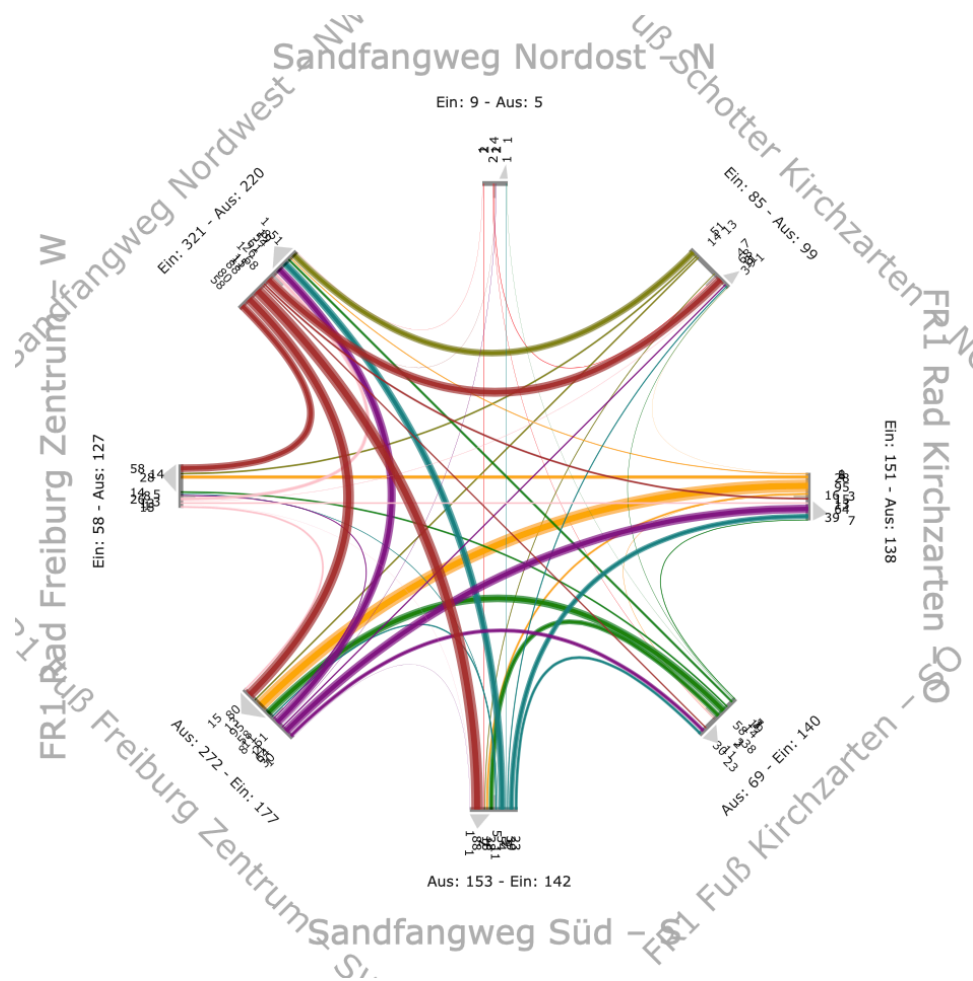
FR1/Sandfangweg



11.03.2025

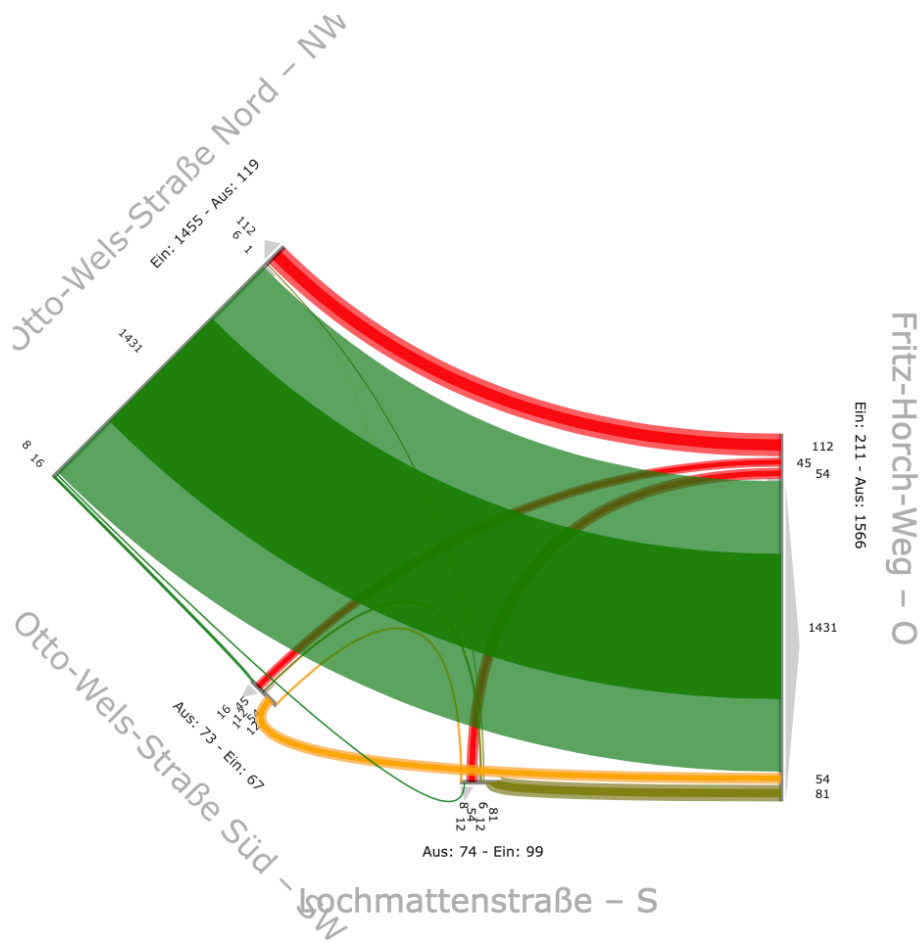


12.03.2025

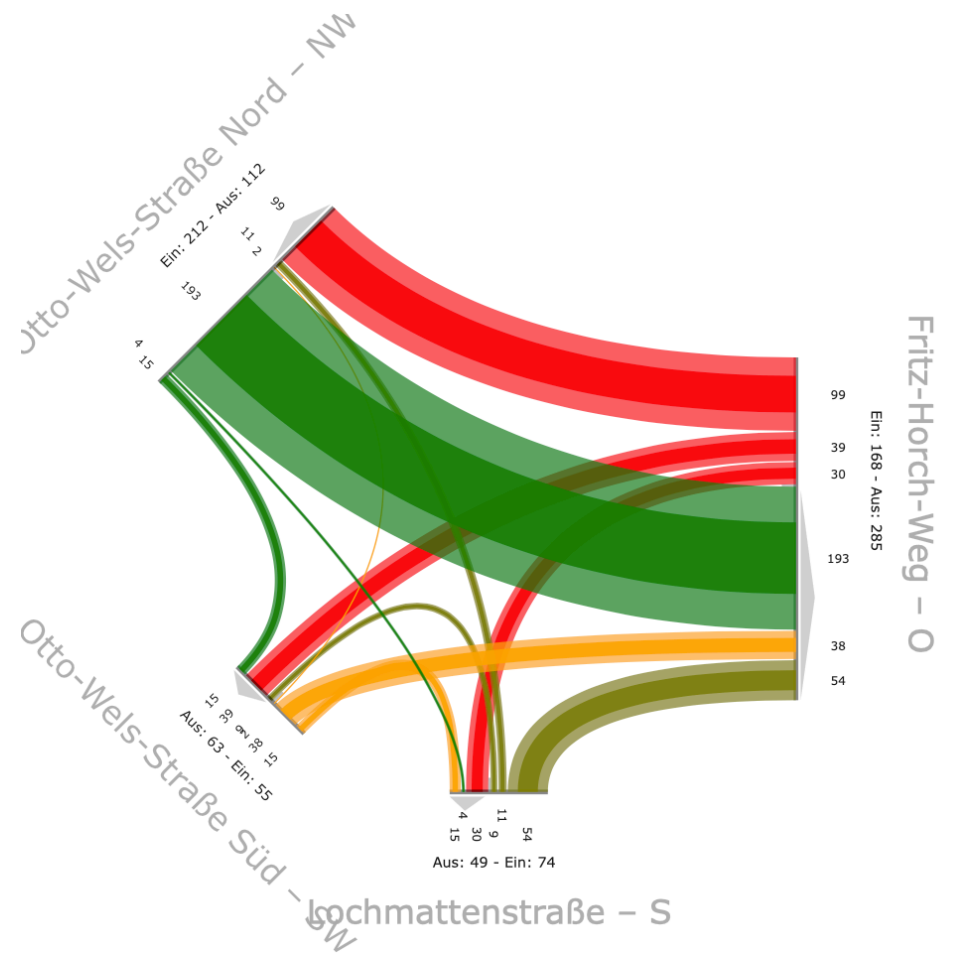


13.03.2025

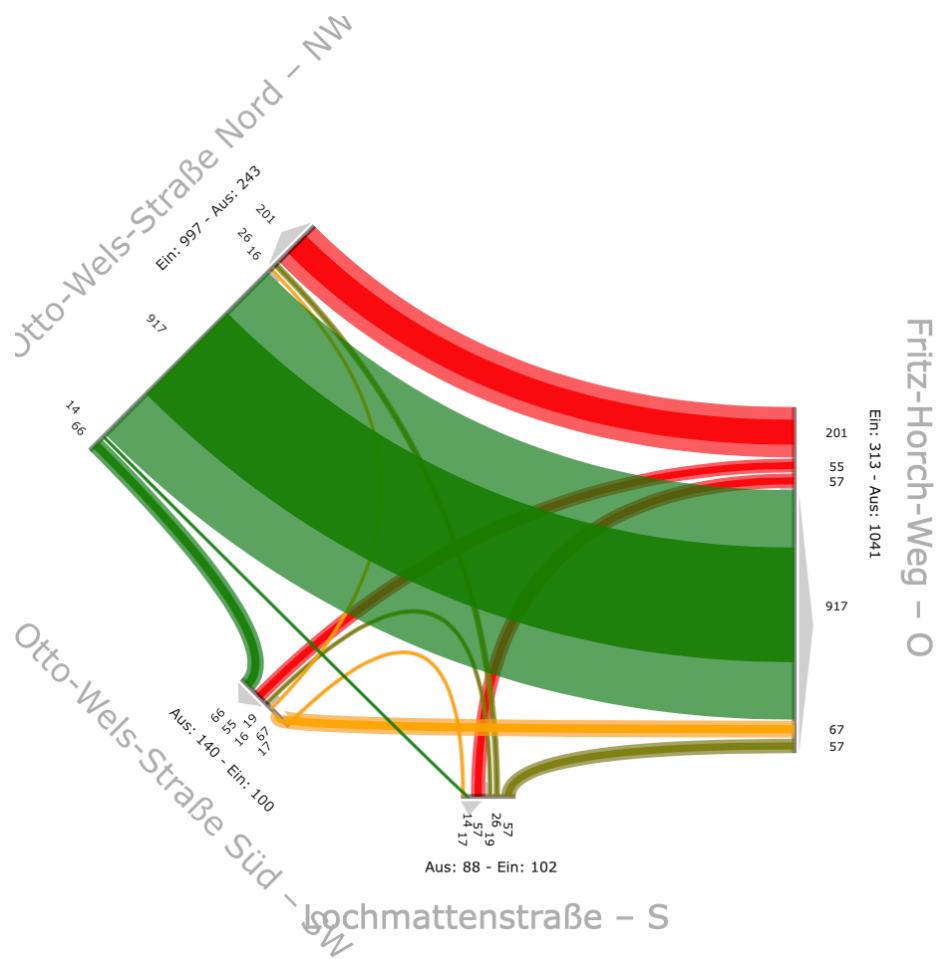
FR1/Lochmattenstraße



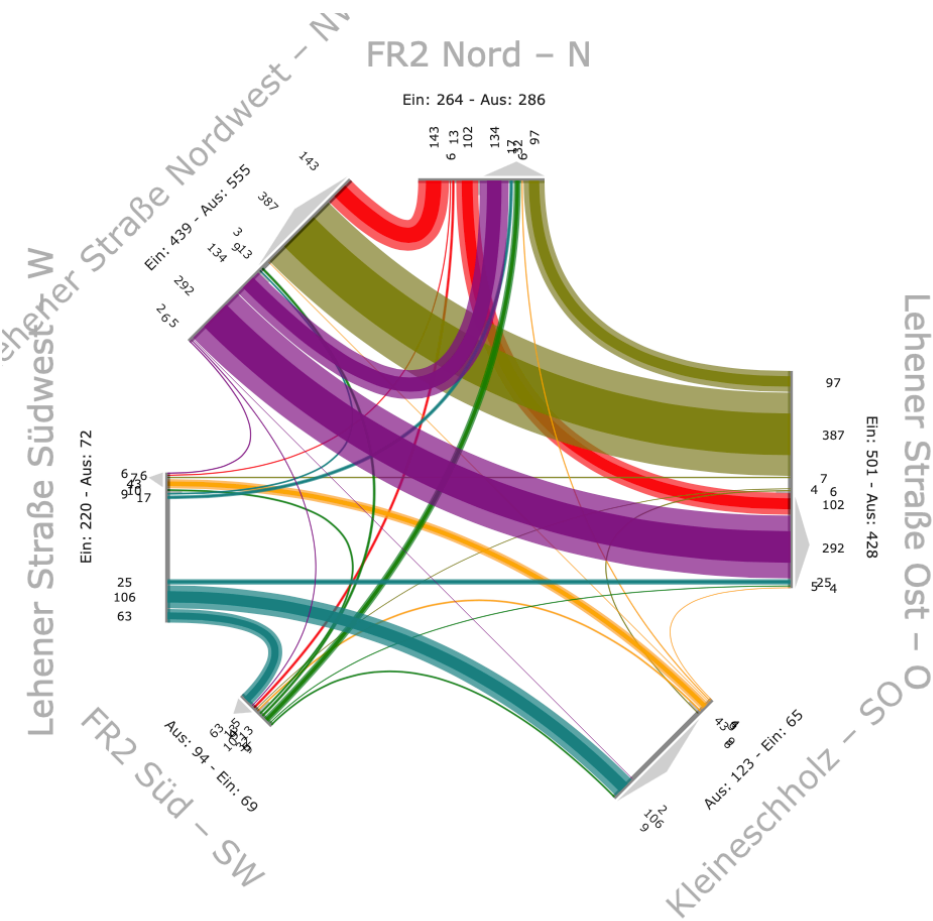
11.03.2025



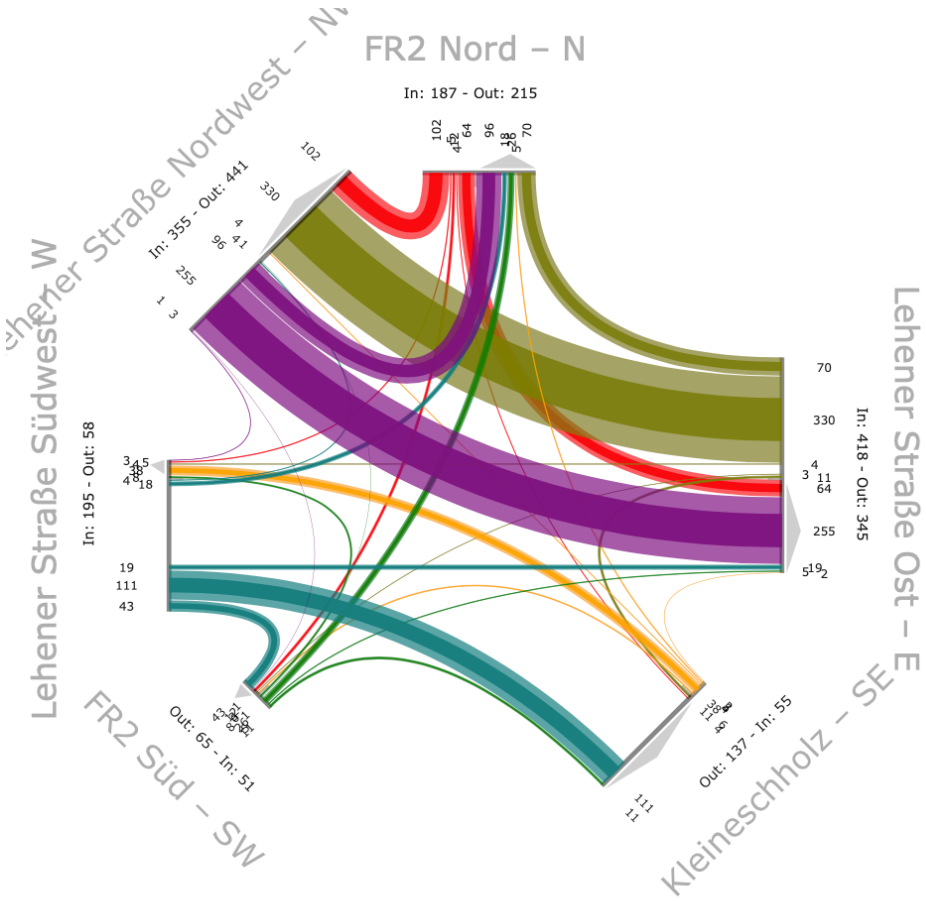
12.03.2025



13.03.2025

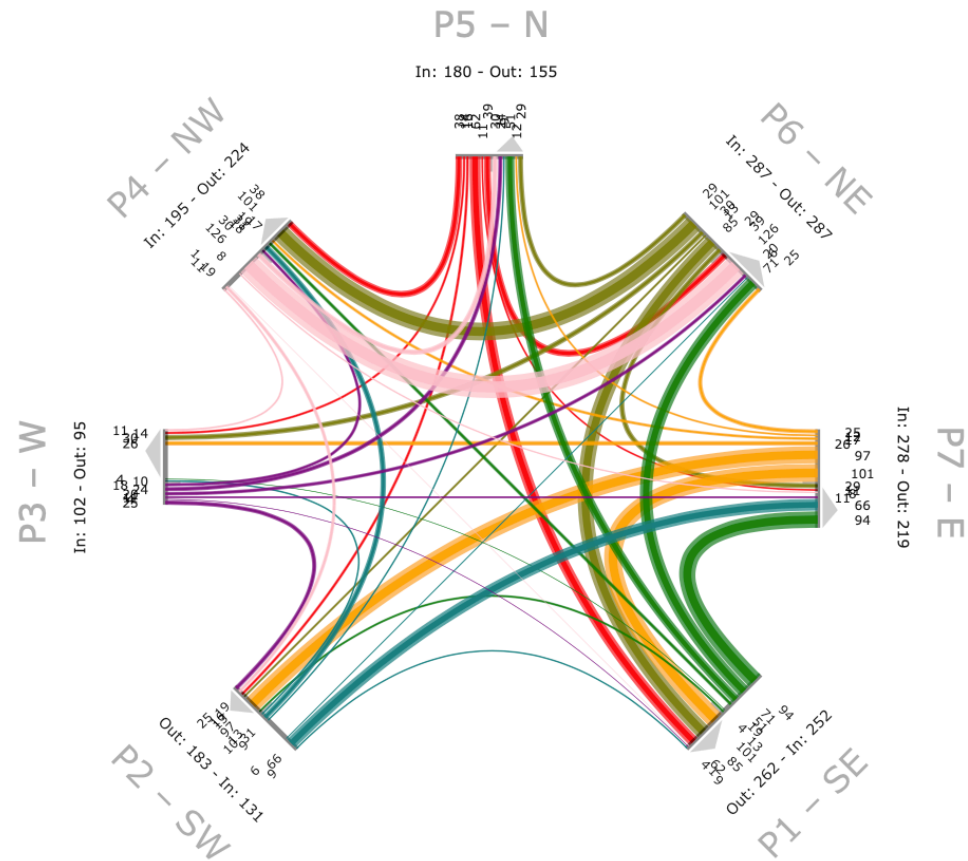


25.03.2025

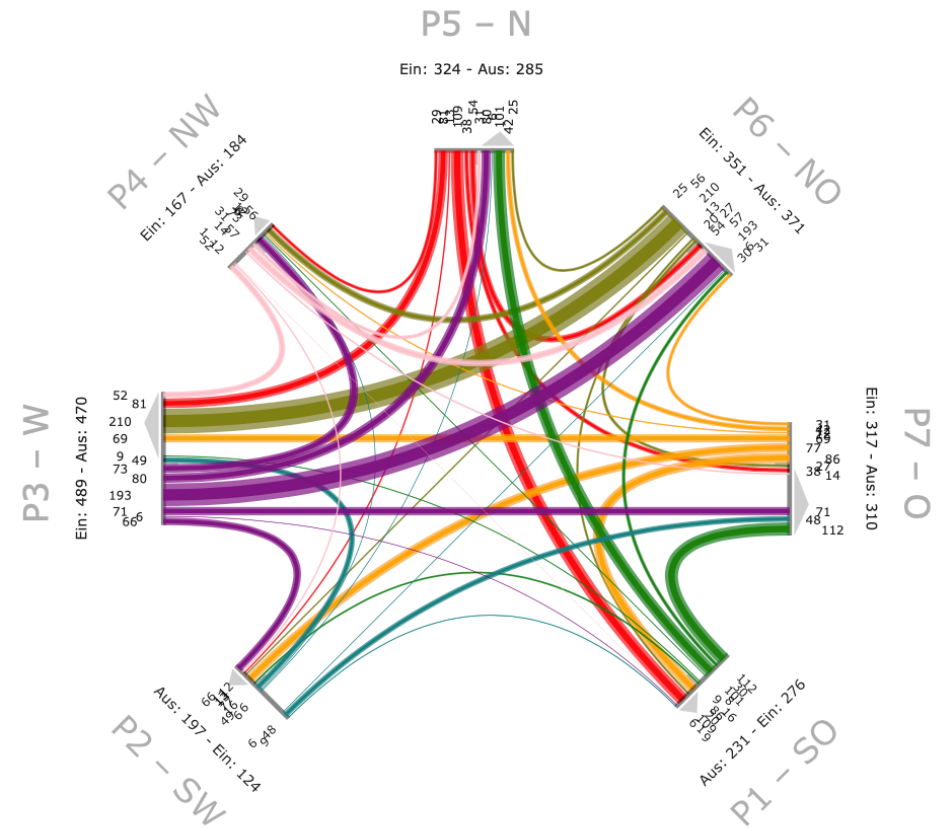


26.03.2025

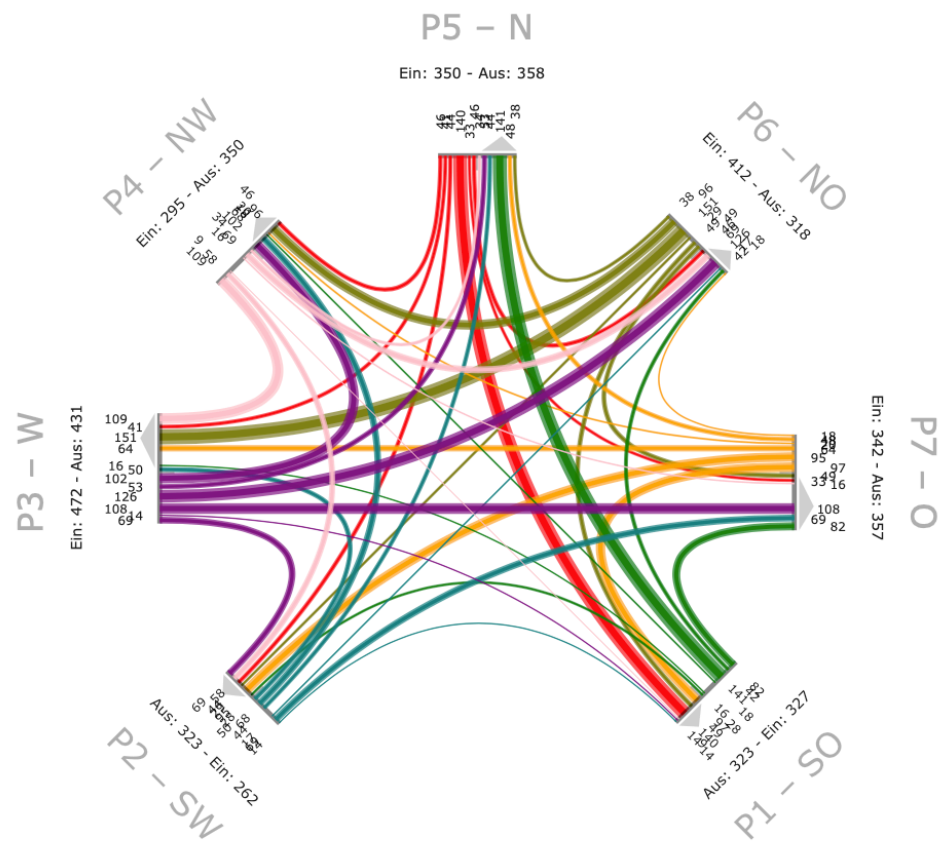
Engelbergerstraße/Fehrenbachallee



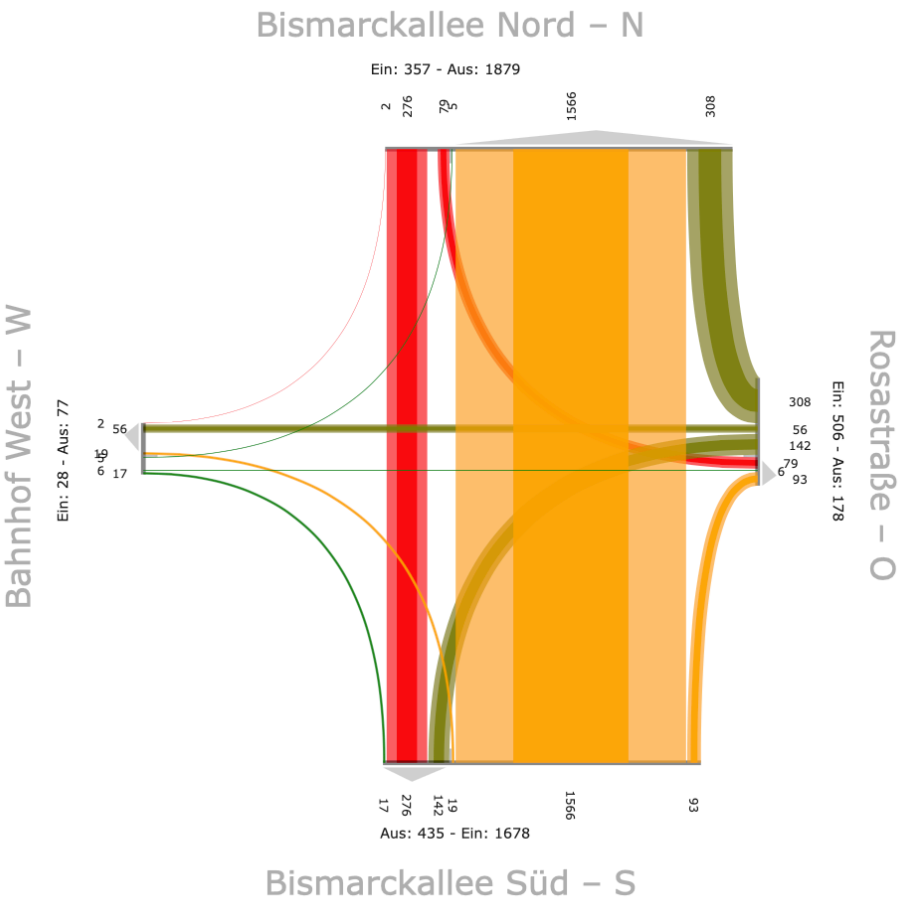
18.03.2025



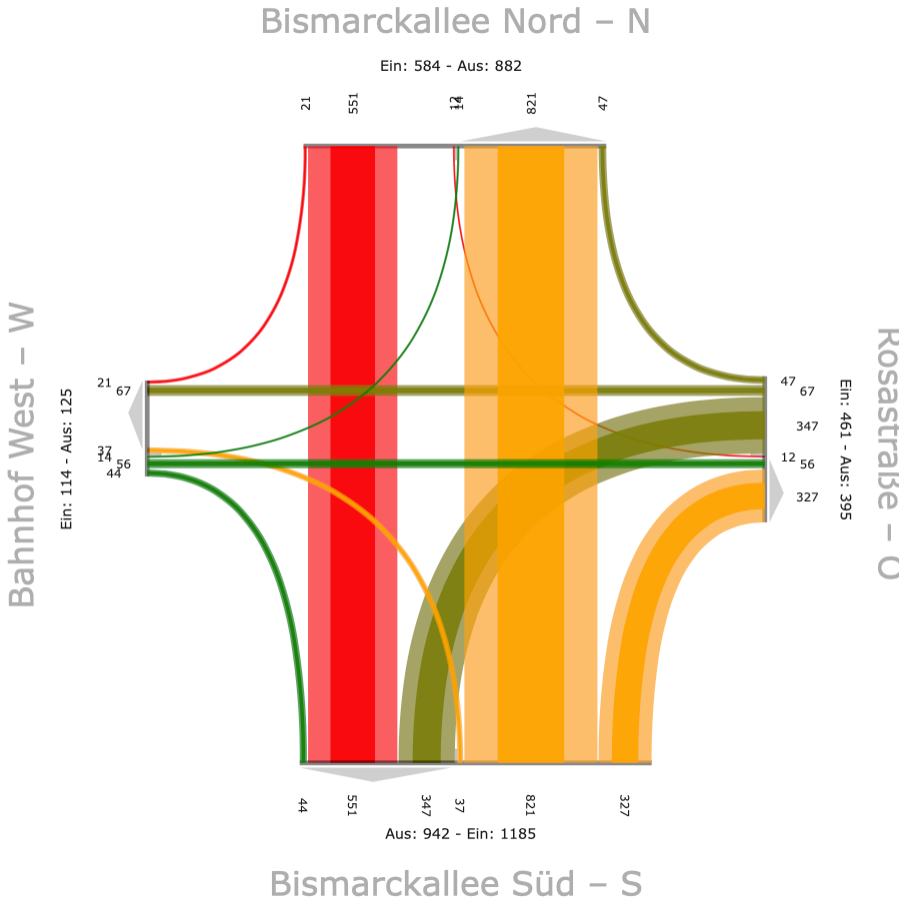
19.03.2025



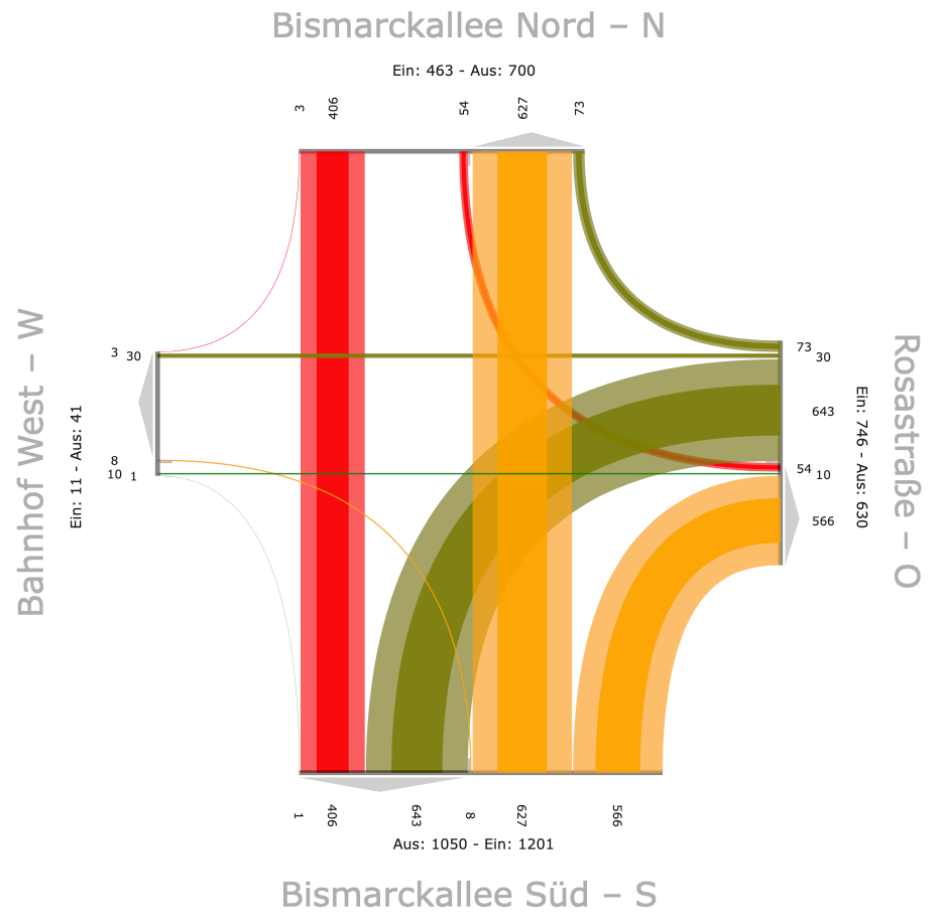
20.03.2025



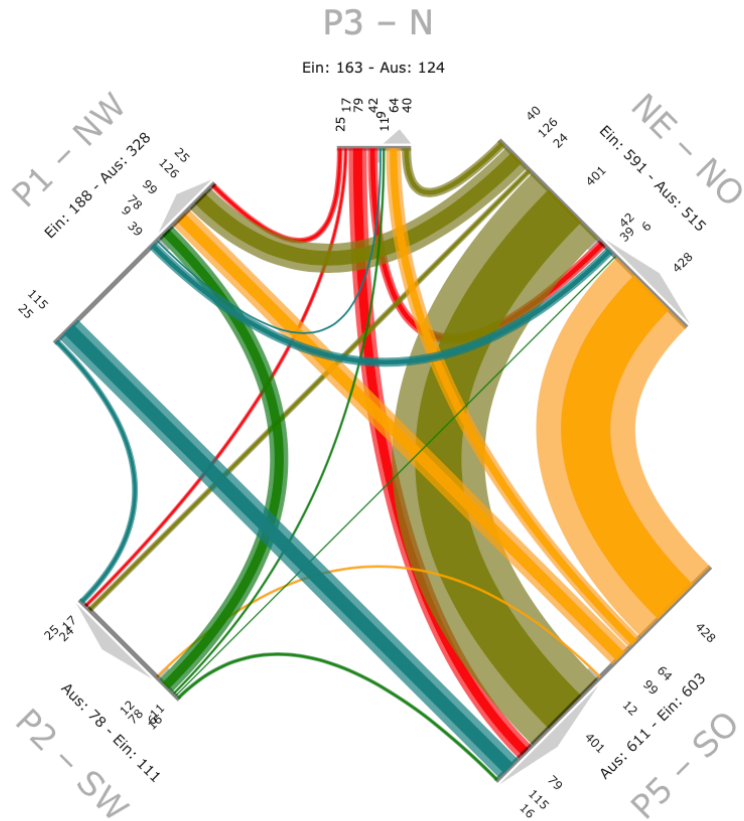
18.03.2025



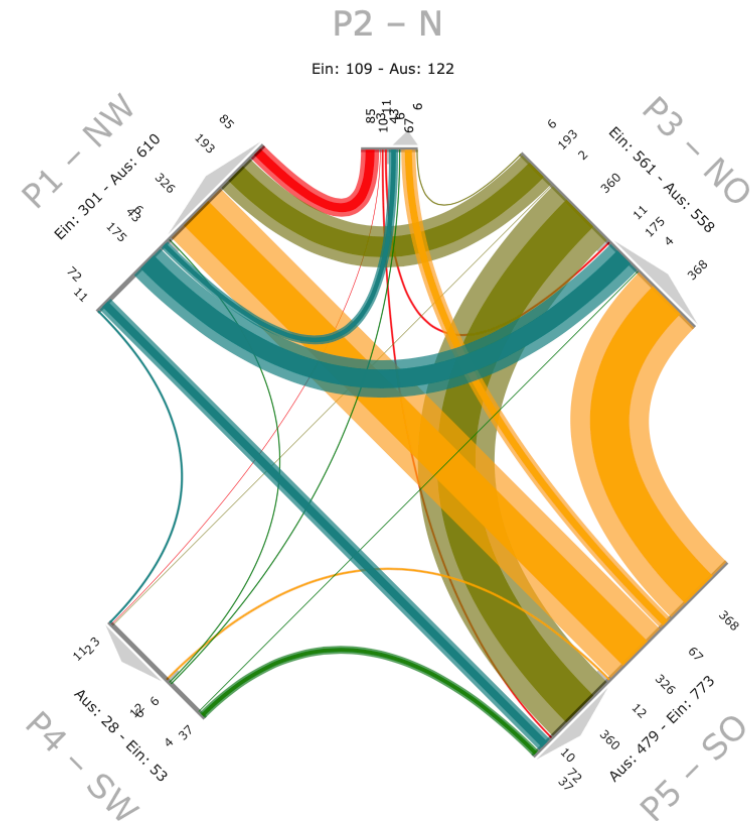
19.03.2025



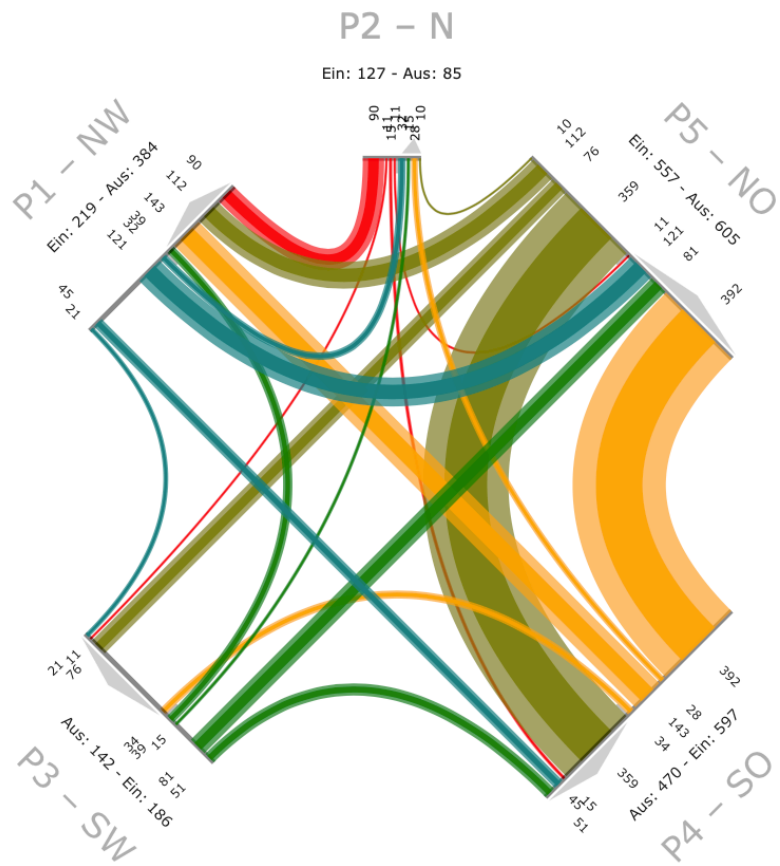
20.03.2025



25.03.2025



26.03.2025



27.03.2025

Anhang E – E-Mail von Florian Schneider

Datum: 31.03.2025

Betreff: Umbau der bevorrechtigten Querungen für den Radverkehr in Freiburg

Hallo Vincent,

anbei die fehlenden Informationen für den Zeitpunkt des jeweiligen Umbaus. Für die Knotenpunkte am FR1 habe ich den Zeitpunkt anhand der beige-fügten historischen Satellitenbilder ausfindig machen können.

1. Rosastraße/Bismarckallee

<https://www.regiotrends.de/de/aus-vereinen-gruppen/index.news.499285.vorfahrt-fuer-fuss--und-radverkehr-an-rosastrasse-in-freiburg---arbeiten-an-der-kleinen-bismarckallee-sind-abgeschlossen---mehr-sicherheit%2C-komfort-und-barrierefreiheit.html>

2. FR1/Lochmattenstraße

Umsetzung im August 2009. Damals allerdings noch mit weniger breitem anschließendem Geh- und Radweg.



3. FRI/Sandfangweg

Erste Bevorrechtigung wurde im Juni 2003 umgesetzt, allerdings noch nicht in der heutigen Form.



*Viele Grüße
Florian*

Florian Schneider
Projektleiter Radverkehrsplanung

Stadt Freiburg im Breisgau
*Garten- und Tiefbauamt
Abteilung Verkehrsplanung
Sachgebiet Konzeptionelle Planung*

Anhang F – E-Mail von Fabian Karsch

Datum: 20.02.2025

Betreff: Einsatz ARGOS mobil bei Dunkelheit

Hallo Herr Keller,

in der ARGOS-Kamera ist kein Infrarotsensor oder eine Wärmebildkamera verbaut. Für die Detektion bei Dunkelheit ist passives Licht (i.d.R. von einer Straßenlaterne oder Leuchtreklamen) von Nöten. Ohne passives Licht können keine akkuraten Detektionen gewährleistet werden.

Bei weiteren Fragen können Sie sich gerne melden!

Mit freundlichen Grüßen / Best regards

Fabian Karsch

- Customer Success Manager -

DataCollect Traffic Systems GmbH

Heinrich-Hertz-Str. 1

50170 Kerpen / Germany

Anhang G – E-Mail von Lena Faber

Datum: 18.02.2025

Betreff: Verkehrsrechtliche Anordnung für Verkehrserhebung

Guten Tag Herr Keller,

von unserer Seite und seitens badenovaNETZE spricht nichts dagegen, wenn Sie die Geräte an den im Exposé angegebenen Masten befestigen. Wir möchten Sie jedoch darauf hinweisen, dass Sie die Verkehrssicherungspflicht für alle angebrachten Teile übernehmen und für evtl. auftretende Schäden haften, die durch die angebrachten Geräte an Personen oder Gegenständen entstehen.

Freundliche Grüße

Im Auftrag

Lena Faber

Projektassistentin

Stadt Freiburg im Breisgau

Garten- und Tiefbauamt

Abteilung Verkehrswegebau

Sachgebiet Neubau

Anhang H – Detaillierte Unfallübersicht (eigene Darstellung)

FR1/Sandfangweg

Datum	Tag	Uhrzeit	Unfalltyp	Unfallkategorie	Unfallart	Straßenzustand	Lichtverhältnisse	Beteiligte	Leichtverletzt	Schwerverletzt	Verursachende	Betroffene	Ursache	Unfallhergang	Anmerkung
04.05.16	Mittwoch	10:00	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Sonstiger Sachschadensunfall ohne Alkoholeinwirkung	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzenden Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	0	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Norden übersieht Rad von Osten	Pkw hält zunächst an, beim Anfahren übersieht Pkw das Rad
23.06.16	Donnerstag	18:21	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzenden Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Norden missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	Leichte Kollision
21.01.19	Montag	16:30	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzenden Fahrzeug	nass/feucht	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Süden missachtet Vorfahrt von Rad von Westen	Leichte Kollision
08.07.20	Mittwoch	09:30	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzenden Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Süden übersieht Rad von Westen	Pkw hat Rad nicht wahrgenommen
23.03.22	Mittwoch	17:32	Unfall im Längsverkehr	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Fahrrad	Überholen trotz unklarer Verkehrslage	Rad 01 überholt Rad 02 kurz nach Querung in westlicher Richtung, dabei kollidieren die Lenker der Fahrräder	Rad 02 stürzt in Folge der Kollision, Rad 01 kommt nicht zum Sturz. Rad 01 ist Pe-delec.

FR2/Lehener Straße

Datum	Tag	Uhrzeit	Unfalltyp	Unfallkategorie	Unfallart	Straßenzustand	Lichtverhältnisse	Beteiligte	Leichtverletzt	Schwerverletzt	Verursachende	Betroffene	Ursache	Unfallhergang	Anmerkung
16.07.20	Donnerstag	07:25	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Sonstiger Sachschadensunfall ohne Alkoholeinwirkung	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	nass/feucht	Tageslicht	2	0	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Südosten missachtet Vorfahrt von Rad von Südwesten	Rad wird durch Kollision leicht verletzt, laut Unfallhergang
26.11.20	Donnerstag	16:39	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Dämmerung	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Südosten missachtet Vorfahrt von Rad von Nordosten	Rad prallt mit Fahrzeugfront zusammen und überschlägt sich
25.04.22	Montag	11:21	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	nass/feucht	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Südosten übersieht Rad von Südwesten	Durch starken Regen übersieht Pkw das Rad.
19.06.23	Montag	10:44	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Nordwesten missachtet Vorfahrt von Rad von Nordosten	Rad ist Pedelec
31.07.23	Montag	09:10	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Nordwesten missachtet Vorfahrt von Rad von Südwesten	Rad ist Pedelec
08.05.24	Mittwoch	07:45	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Südosten missachtet Vorfahrt von Rad von Südwesten	Rad ist Pedelec

					dem/kreuzen- dem Fahr- zeug								Verkehrs- zeichen	Rad von Süd- westen	
05.07.24	Freitag	08:11	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der die Vorfahrt re- gelnden Verkehrs- zeichen	Pkw von Süd- osten missach- tet Vorfahrt von Rad von Süd- westen	
14.10.24	Mon- tag	12:10	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der die Vorfahrt re- gelnden Verkehrs- zeichen	Pkw von Süd- osten missach- tet Vorfahrt von Rad von Nord- osten	Rad ist Pede- lec mit Anhä- nger

Engelbergerstraße/Fehrenbachallee

Datum	Tag	Uhr- zeit	Unfalltyp	Unfallkategorie	Unfallart	Straßen- zustand	Licht- verhält- nisse	Betei- ligte	Leicht- ver- letzt	Schwer- verletzt	Verursa- chende	Be- troffene	Ursache	Unfallher- gang	Anmerkung
27.04.15	Mon- tag	14:33	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Schwerverletz- ten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug	trocken	Tages- licht	2	0	1	Fahrrad	Pkw	Nichtbeach- ten der Regel 'rechts vor links'	Rad von Osten missachtet Vorfahrt von Pkw von Nor- den	Rad wollte Feh- renbachallee überqueren zum Eschholzpark
25.11.15	Mitt- woch	12:45	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Sonstiger Sach- schadensunfall ohne Alkohol- einwirkung	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug	trocken	Tages- licht	2	0	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der Regel 'rechts vor links'	Pkw von Sü- den missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	
07.01.16	Don- ners- tag	18:40	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein-	nass/feucht	Dunkel- heit	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der Regel 'rechts vor links'	Pkw von Sü- den missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	

					biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug										
04.07.17	Diens- tag	09:20	Sonstiger Unfall	Unfall mit Schwerverletz- ten	Unfall ande- rer Art	trocken	Tages- licht	2	0	1	Klein- krafttrad	Zu Fuß- gehende	Verborts- widr. Benut- zung der Fahrbahn oder and. Straßenteile	Roller fährt verbortswidrig auf Radweg durch Esch- holzpark, wodurch Hund von zu Fußge- hender er- schrickt und zu Fußge- hende in Folge dessen stürzt	Roller entfernt sich unerlaubt von der Unfall- stelle
08.10.17	Sonn- tag	16:50	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Schwerverletz- ten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug	trocken	Tages- licht	2	0	1	Fahrrad	Pkw	Fehler beim Einfahren in den fließen- den Verkehr	Rad von Wes- ten übersieht Pkw von Sü- den	Rad ist Pedelec, kommt aus E- scholzpark
01.11.18	Don- ners- tag	20:55	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Schwerverletz- ten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug	nass/feucht	Dunkel- heit	2	0	1	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der Regel 'rechts vor links'	Pkw von Sü- den missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	
26.08.19	Mon- tag	21:46	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahrzeug	trocken	Dunkel- heit	2	2	0	Fahrrad	Fahrrad	Nichtbeach- ten der Regel 'rechts vor links'	Rad von Sü- den missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	
05.04.20	Sonn- tag	15:15	Sonstiger Unfall	Unfall mit Schwerverletz- ten	Unfall ande- rer Art	trocken	Tages- licht	1	0	1	Fahrrad		Andere Feh- ler beim Fahrzeug- führer	Rad fiel ohne Fremdeinwir- kung im Zuge des Anhaltens vom Rad auf den Boden	Rad ist Pedelec

20.07.20	Montag	20:27	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Pkw	Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr	Rad von Westen missachtet Vorfahrt von Pkw von Norden	
17.09.22	Samstag	10:15	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Süden missachtet Vorfahrt von Rad von Westen	Erster Unfall nach Umbau des Knotenpunkts.
24.11.22	Donnerstag	19:53	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Dunkelheit	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Süden missachtet Vorfahrt von Rad von Osten	
04.05.23	Donnerstag	18:10	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Süden übersieht Rad von Westen	
02.11.23	Donnerstag	16:10	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Norden missachtet Vorfahrt von Rad von Westen	
16.11.23	Donnerstag	07:02	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Dämmerung	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Norden übersieht Rad von Westen	Rad ist Pedelec

Bismarckallee/Rosastraße

Datum	Tag	Uhrzeit	Unfalltyp	Unfallkategorie	Unfallart	Straßenzustand	Lichtverhältnisse	Beteiligte	Leichtverletzt	Schwerverletzt	Verursachende	Betroffene	Ursache	Unfallhergang	Anmerkung
20.05.16	Freitag	18:45	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Schwerverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	0	1	Fahrrad	Pkw	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Rad von Süden missachtet Vorfahrt von Pkw von Osten	
13.08.16	Samstag	08:42	Überschreiten-Unfall	Sonstiger Sachschadensunfall unter Alkoholeinwirkung	Unfall anderer Art	trocken	Tageslicht	3	0	0	zu Fußgehender, Kleinkraft	Pkw	An anderen Stellen ohne auf den Fahrzeugverkehr zu achten unter Einfluss berauschener Mittel. Ungenügender Sicherheitsabstand	Auffahrunfall aufgrund von querendem zu Fußgehenden auf Hauptarm der Bismarckallee	Kleinkraft ist aufgrund von Gefahrenbremsung von Pkw und aufgrund zu geringen Sicherheitsabstands auf Pkw aufgefahren. Querender zu Fußgehender wurde nicht angefahren.
22.02.18	Donnerstag	14:14	Fahrunfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	2	0	Fahrrad	Fahrrad	Verbortswidr. Benutzung der Fahrbahn oder and. Straßenteile	Rad von Norden kürzt auf Weg nach Osten über Gehweg ab und kollidiert mit Rad, welches nach Norden ebenfalls über Gehweg abkürzen will.	

26.07.18	Don- ners- tag	20:30	Abbiegeun- fall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Fahrrad	Verstoß ge- gen Rechts- fahrgebot, Benutzung der Fahrbahn entgegen der vorgeschr. Fahrtrichtung in anderen Fällen	Rad von Os- ten schneidet beim verbots- widrigen Ab- biegen nach Süden die Kurze und kollidiert mit Rad von Sü- den	Nebenarm der Bismarckallee noch nicht ent- gegen der Ein- bahnstraße für Rad freigege- ben
16.04.20	Don- ners- tag	18:50	Fahrerunfall	Unfall mit Schwerverletzten	Unfall ande- rer Art	trocken	Tageslicht	1	0	1	Fahrrad		Andere Feh- ler beim Fahrzeugfüh- rer	Rad von Os- ten bleibt beim Abbie- gen nach Norden mit rechtem Pe- dal an Pflas- terstein hän- gen und stürzt.	Unfall ohne Fremdeinwir- kung.
25.05.22	Mitt- woch	15:55	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Pkw	Nichtbeach- ten der die Vorfahrt re- gelnden Ver- kehrszeichen	Rad von Sü- den missach- tet Vorfahrt von Pkw von Westen	
27.10.22	Don- ners- tag	09:50	Unfall im Längsver- kehr	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Zu Fuß- gehende	Verbortswidr. Benutzung der Fahrbahn oder and. Straßenteile	Während Baustelle auf Nebenarm der Bis- marckallee ist auf Umlei- tung nur ge- hen erlaubt. Rad fährt ver- botswidrig auf Umlei-	Rad ist Pedelec

														tung und kollidiert mit Fuß.	
04.02.24	Sonntag	09:32	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug	trocken	Tageslicht	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen	Pkw von Osten missachtet Vorfahrt von Rad von Norden	Erster Unfall nach Umbau des Knotenpunkts.

FR2/Hartmannstraße/Elsässer Straße

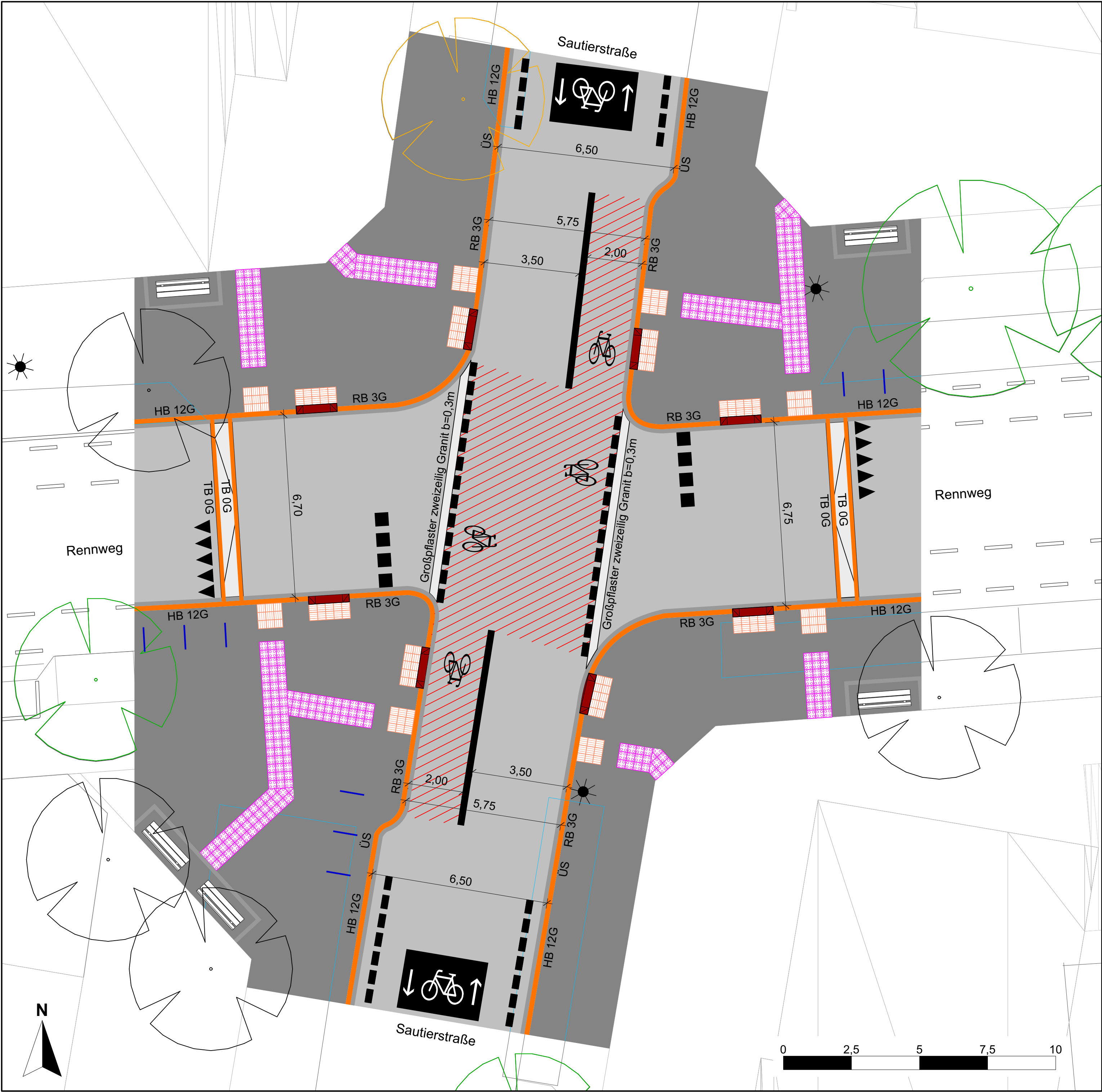
Datum	Tag	Uhrzeit	Unfalltyp	Unfallkategorie	Unfallart	Straßenzustand	Lichtverhältnisse	Beteiligte	Leichtverletzt	Schwerverletzt	Verursachende	Betroffene	Ursache	Unfallhergang	Anmerkung
23.12.15	Mittwoch	17:21	Unfall durch ruhenden Verkehr	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß mit an-fahrendem/anhaltendem/ru-hendem Fahrzeug	trocken	Dunkelheit	2	1	0	Pkw	Fahrrad	Verkehrswidriges Verhalten beim Ein- oder Aussteigen oder Be- und Entladen	Rad kollidiert mit kurzer Zeit zuvor geöffneten Autotür und kommt zu Sturz.	Dooring-Unfall
08.02.18	Donnerstag	07:00	Überschreiten-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger	nass/feucht	Dunkelheit	2	1	0	Pkw	Zu Fußgehende	Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern beim Abbiegen	Pkw von Nordwesten übersieht zu Fußgehende von Nordwesten, die die Fahrbahn kurz hinter der Kurve quert	
18.06.18	Montag	10:00	Einbiegen/Kreuzen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Unfall anderer Art	trocken	Tageslicht	2	1	0	Fahrrad	Pkw	Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr	Rad von Südosten übersieht Kfz von Nordwesten	In der Kurve kommt es zur Kollision

22.07.18	Sonn- tag	11:34	Unfall im Längsver- kehr	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ent- gegenkom- mendem Fahrzeug	trocken	Tages- licht	2	2	0	Fahrrad	Fahrrad	Verstoß ge- gen Rechts- fahrgebot	Rad 01 über- sieht Rad 02, das in den ge- trennten Geh- und Radweg ins Uniklini- kum einbie- gen will. Rad 02 kommt ihr entgegen, es kommt zur Kollision.	Getrennter Geh- und Rad- weg aufgrund eines neuen Gebäudes nicht mehr existent.
04.03.24	Mon- tag	17:32	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Schwerverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tages- licht	2	0	1	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der die Vorfahrt re- gelnden Ver- kehrszeichen	Pkw von Nordosten übersieht Rad von Südwest- ten, als Pkw nach Halten anfährt	Erster Unfall nach Umbau des Knoten- punkts.
22.03.24	Frei- tag	07:42	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Schwerverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tages- licht	2	0	1	Pkw	Fahrrad	Nichtbeach- ten der die Vorfahrt re- gelnden Ver- kehrszeichen	Pkw von Nordosten übersieht Rad von Südwest- ten	Rad ist E-Las- tenrad, neben Radfahrer zwei Kinder dabei
24.06.24	Mon- tag	16:00	Einbie- gen/Kreu- zen-Unfall	Unfall mit Leichtverletzten	Zusammen- stoß mit ein- biegen- dem/kreuzen- dem Fahr- zeug	trocken	Tages- licht	2	2	0	Fahrrad	Fahrrad	Verbortswidr. Benutzung der Fahrbahn oder and. Straßenteile	Rad 01 von Nordwesten übersieht Rad 02 von Nord- osten, als Rad 01 verbots- widrig von nördlichem Gehweg an Elsässer Straße auf FR2 einbie- gen will	Rad 02 ist Pe- delec

Anhang I – Entwurf Knotenpunkt Sautierstraße/Rennweg (eigene Darstellung)

1. Lageplan

2. Beschilderungs- und Markierungsplan



LEGENDE

- Asphalt
- Betonpflaster anthrazit
- Großpflaster Granit geflammt
- Fahrbahnmarkierung
- Bordstein
RB = Rundbord
TB = Tiefbord
ÜS = Übergangsstein
3 = Höhe Anschlag in cm
G = Granit
- Rinnenstein b= 0,15m, Granit geflammt
- Sitzbank
- Fahrradbügel (mit Unterlaufschutz)
- Rote Furteinfärbung
- Barrierefreiheit:
 - Rippenstein Beton
 - Großpflaster taktil
 - Noppenstein Beton
 - Rollstuhlüberfahrstein
- Baum geplant
- Baum Bestand erhalten
- Baum entfernen
- Beleuchtung Bestand
- Kfz-Stellplatz entfernen

Hochschule RheinMain
Nachhaltige Mobilität



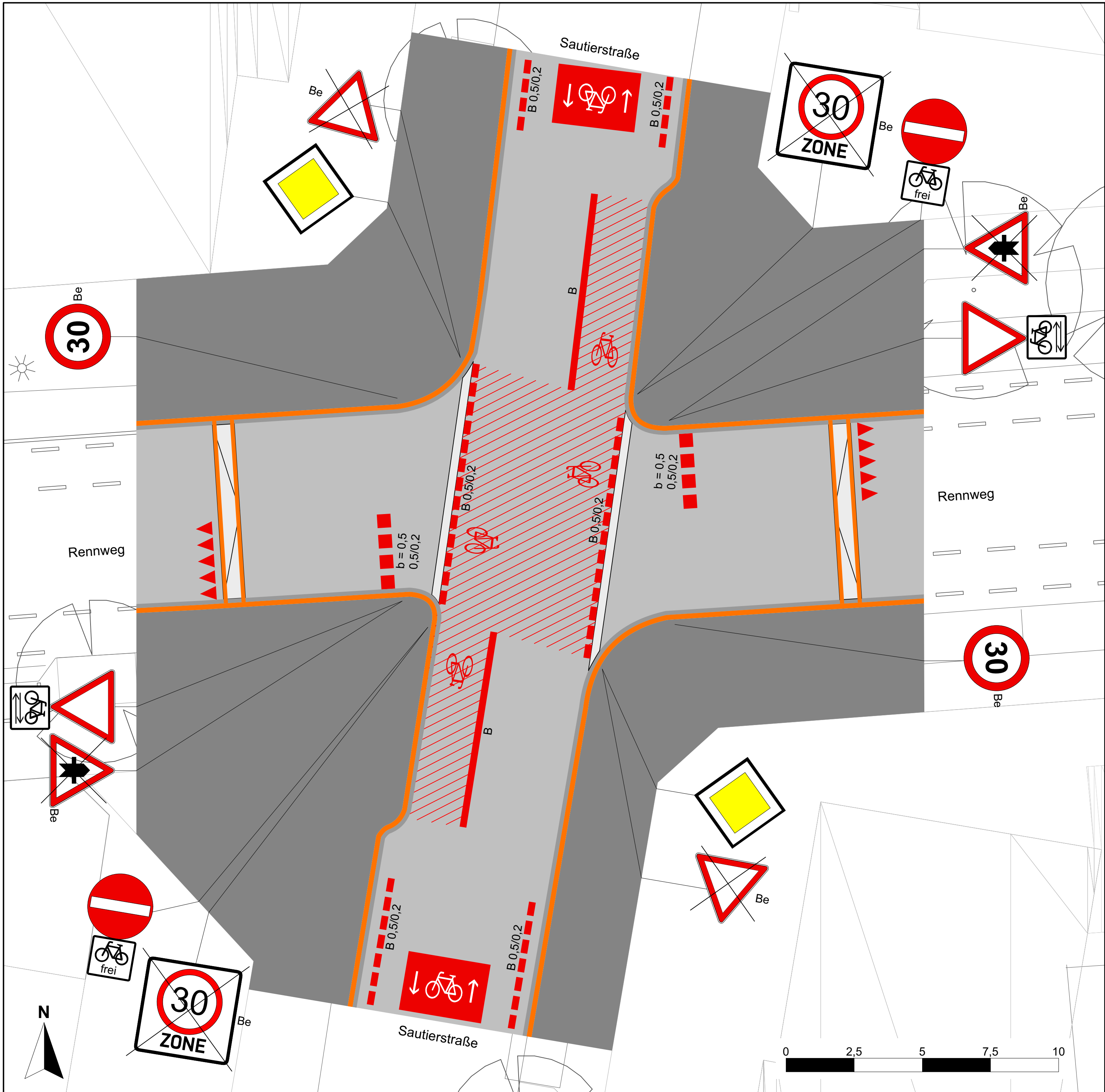
Projekt:
Sautierstraße FR6

Abschnitt:
Kreuzung Sautierstraße/Rennweg

Plan:
Lageplan Querung Rennweg

	Name:	Datum:	Plan-Nr.:	Maßstab:	Kartengrundlage: Stadt Freiburg
bearb.	Vincent Keller	16.05.2025	1	1:100	
gezeich.	Vincent Keller				

Hochschule RheinMain Masterstudiengang Nachhaltige Mobilität	Kurt-Schumacher-Ring 18 65197 Wiesbaden E-Mail: vincent.keller@student.hs-rm.de	Freiburg i. Br.,
--	--	------------------------



LEGENDE

- Markierung neu (B = 25 cm, b = nach Angabe)
- Schild neu
- Schild Bestand
- Schild Bestand entfernen

Hochschule RheinMain
Nachhaltige Mobilität



Projekt:
Sautierstraße FR6

Abschnitt:
Kreuzung Sautierstraße/Rennweg

Plan:
Beschierungs- und Markierungsplan Querung Rennweg

	Name:	Datum:	Plan-Nr.:	Maßstab:	Kartengrundlage: Stadt Freiburg
bearb.	Vincent Keller	16.05.2025	1	1:100	
gezeich.	Vincent Keller				

Hochschule RheinMain Masterstudiengang Nachhaltige Mobilität	Kurt-Schumacher-Ring 18 65197 Wiesbaden E-Mail: vincent.keller@student.hs-rm.de	Freiburg i. Br.,
--	--	------------------------

Ich bin verantwortlich für die Qualität des Inhalts, den ich mit geeigneten wissenschaftlichen Quellen belegt bzw. gestützt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Texte, Gedankengänge, Konzepte, Grafiken, technischen Inhalte und ähnliches in meinen Ausführungen habe ich eindeutig gekennzeichnet und mit vollständigen Verweisen auf die jeweilige Quelle versehen. Alle weiteren Inhalte dieser Arbeit (Textteile, Abbildungen, Tabellen etc.) ohne entsprechende Verweise stammen im urheberrechtlichen Sinn von mir.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Mir ist bekannt, dass ein Verstoß gegen die genannten Punkte als Täuschungsversuch gelten und prüfungsrechtliche Konsequenzen haben kann. Insbesondere kann es dazu führen, dass die Leistung nicht bestanden ist und dass bei mehrfachem oder schwerwiegendem Täuschungsversuch eine Exmatrikulation droht.

_____ Ort	_____ Datum	Vincent Keller _____ Unterschrift Verfasser:in
--------------	----------------	--