



POTENTIALABSCHÄTZUNG FÜR REGIONALES VERKEHRSMANAGEMENT IN BADEN-WÜRTTEMBERG PROJEKTBERICHT

Stand: 08.07.2024



Auftraggeber



Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg

Dorotheenstraße 8, 70173 Stuttgart

Auftragnehmer



Trafficon - Traffic Consultants GmbH

Steinsdorfstraße 2, D-80538 München



Brilon Bondzio Weiser

Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH

Universitätsstraße 142, D-44799 Bochum

INHALT

1	EINLEITUNG	4
1.1	Zielsetzung des Projekts.....	4
1.2	Theoretischer Hintergrund des Projekts.....	4
2	VORGEHEN	5
2.1	AP 1: Literaturanalyse	6
2.2	AP 2: Problemstellenanalyse und Verkehrsmanagementpläne	8
2.2.1	Problemstellenanalyse.....	9
2.2.2	Verkehrsmanagementpläne	12
2.2.3	Beispiel: Detailbetrachtung der Problemstelle 13/19 Rastatt (B3-B462-L77)	13
2.3	AP 3: Datenmodell	15
3	ERGEBNISSE	17
3.1	Excel-Bewertungsmaske	17
3.2	Verkehrsmanagementpläne	21
4	FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	22
4.1	Zusammenfassung der Kernergebnisse	22
4.2	Kosten-Nutzen-Überblick.....	23
4.3	Ausblick.....	24
5	ANHANG	27

1 EINLEITUNG

1.1 ZIELSETZUNG DES PROJEKTS

Der vorliegende Projektbericht weist erste Potentialabschätzungen für ein regionales Verkehrsmanagement (RVM) in Ballungsräumen in Baden-Württemberg auf. Grundlage der Einsparpotentiale sind hierbei die erarbeiteten Verkehrsmanagementkurzkonzepte, die in erster Instanz (Strategien und Maßnahmen, mono- bis multimodal) für Ballungsräume und Regionen mit einer hohen Verkehrsdichte in Baden-Württemberg erstellt wurden. Ein Excel-basiertes Datenmodell liefert auf Basis der Kurzkonzepte zu erwartende Einsparpotentiale (CO₂, Stautunden, Fahrzeugkilometer, monetäre Einsparungen) und deren Quantifizierung eines RVM. Die ermittelten Potentiale erlauben somit eine Ersteinschätzung für das Einsparpotential von Stautunden, Schadstoffausstoß und volkswirtschaftlichen Nutzen, sowie für den weiteren Handlungsbedarf an Verkehrsmanagementstrategien und -maßnahmen in bestimmten Regionen Baden-Württembergs. Auch können die Ziele der Verkehrswende des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg im Hinblick auf Einsparpotentiale in Verkehr und Umwelt im weiteren Sinne adressiert werden. Bei den Berechnungen wird indirekt auch der Modal split, also wie viele Wege mehr mit Fuß- und Radverkehr oder ÖPNV zurückgelegt werden, berechnet:

- 1/5 weniger Kfz-Verkehr in Stadt und Umland - unterstützbar durch Strategien, welche die Fahrkilometer reduzieren
- Jeder zweite Weg mit Fuß oder Rad - unterstützbar durch Strategien mit Umstiegssteuerung
- Verdoppelung des öffentlichen Verkehrs - unterstützbar durch Strategien mit ÖPNV-Priorisierung

Der nachstehende Bericht präsentiert eine detaillierte Darstellung der spezifischen Projektarbeitsschritte und bietet einen umfassenden Überblick über den Fortschritt des Projekts sowie eine Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse.

1.2 THEORETISCHER HINTERGRUND DES PROJEKTS

Die Sicherung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Mobilität ist eine der größten Herausforderungen der heutigen Zeit. Der Verkehr gehört zu den größten Energieverbrauchern und ist damit auch ein zentrales Handlungsfeld für Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele. Diese können nur erreicht werden, wenn das gesamte Verkehrssystem ressourcenschonend und nachhaltig gestaltet sowie vernetzt wird. Diese effiziente Nutzung vorhandener Verkehrsflächen ist aufwändigen Neu- bzw. Ausbauvorhaben vorzuziehen.

In Metropolregionen und Ballungsräumen führen die großen Verkehrsmengen zu merklichen Verkehrs- und Umweltbelastungen. Zudem können sich in den hoch ausgelasteten Verkehrsnetzen bereits aus kleinen Ereignissen langandauernde großräumige Behinderungen entwickeln. Um diesen Ereignissen und deren verkehrlichen Folgen entgegenzuwirken, können die Möglichkeiten des RVM genutzt werden. Die Umsetzung öffentlicher Verkehrsmanagementstrategien ist dabei ein anerkanntes und wirksames Instrument der Verkehrsbeeinflussung. Dazu gehören die Vermeidung von Kfz-Fahrten, die Verlagerung von bereits angetretenen Kfz-Fahrten an P+R-Standorten auf den ÖPNV sowie die Verringerung des

Verkehrsaufkommens im motorisierten Individualverkehr durch eine zeitliche und räumliche Verlagerung. Zudem kann der Anteil der Nutzung des Umweltverbunds (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr) angehoben werden, indem z.B. Priorisierungen bzw. Beschleunigungen dieser Verkehrsmittel durch das Verkehrsmanagement umgesetzt werden. Durch die Nutzung von bereits bestehender Verkehrsinfrastruktur und die Implementierung neuer technologischer Lösungen, wie Verkehrsleitsystemen, intelligenten Ampelsteuerungen oder Parkleitsystemen, kann die Effizienz des Verkehrsmanagements weiter gesteigert und gleichzeitig die Umsetzungskosten dessen vergleichsweise geringgehalten werden.

Abgestimmte straßenbaulastträger- und verkehrsartenübergreifende Strategien werden daher zur Lösung gebietsübergreifender, regionaler Verkehrsprobleme und einhergehender Umweltbelastungen erforderlich, da Verkehrsprobleme weder Grenzen noch Zuständigkeiten kennen. Bei diesem dezentralen Ansatz ist es wichtig, die gesetzlichen Zuständigkeiten für die Umsetzung und Steuerung der jeweiligen Infrastruktur zu beachten. Dies bedeutet, dass die verschiedenen Akteure eng zusammenarbeiten müssen, um eine effektive und koordinierte Verkehrssteuerung zu gewährleisten. Für eine wirksame und frühzeitige raumübergreifende Verkehrslenkung, -steuerung und -information ist es daher erforderlich, dass Maßnahmen und Strategien auch über Gebietskörperschaftsgrenzen hinaus mit den jeweiligen Aufgabenträgern abgestimmt und umgesetzt werden können. Dies setzt wiederum eine Vernetzung aller relevanter Akteure in den Metropolregionen und Ballungsräumen voraus, um den zuständigkeitsübergreifenden Austausch von Daten/Informationen und Strategien abzustimmen und gemeinsam technisch umsetzen zu können. So können Synergien zur Verbesserung des Verkehrsflusses und Minimierung der negativen Auswirkungen des Verkehrs effizienter genutzt werden. Dazu gehört die Reduktion von Feinstaub, Stickoxid, Lärm und Staus und somit eine Minderung von Stress, Zeitverlust sowie gesundheitlichem und wirtschaftlichem Schaden. Ein Beitrag zu den Klimaschutzziele kann erreicht werden, indem die Verkehrsteilnehmenden über ihre potenziellen Mobilitätsalternativen informiert und intelligent gemäß öffentlichen Strategien gelenkt werden.

2 VORGEHEN

Im Folgenden werden die konkreten Arbeitsschritte des Konzeptes dargestellt.

Im ersten Arbeitspaket (AP 1) erfolgte eine umfangreiche **Literaturanalyse**, in der potenzielle Strategien und Maßnahmen im RVM, anhand von Praxisbeispielen und Forschungsprojekten identifiziert wurden. Dabei wurden insbesondere verschiedene Ansätze und Konzepte untersucht, die bereits in anderen Regionen oder Städten, insbesondere in Deutschland, Anwendung fanden. So wurde beispielsweise im Projekt RMP (Regionale Mobilitätsplattform) für die Region Stuttgart eine Einsparung von ca. 6.085 Tonnen CO₂ pro Jahr durch regionales Verkehrsmanagement erzielt. Diese Erfahrungen aus der Praxis liefern einen wichtigen Beitrag zur Kalibrierung der Bewertungsmaske.

Im zweiten Arbeitspaket (AP 2) erfolgte eine verkehrliche **Problemstellenanalyse** mithilfe von Floating Car Daten (FCD) für definierte Ballungsräume in Baden-Württemberg. Durch die Auswertung und Analyse dieser Daten wurden regional bedeutsame Problemstellen (insbesondere wiederkehrende Stauereignisse zu den Hauptverkehrszeiten, aber auch Einschränkungen im Verkehrsablauf durch planbare Ereignisse, wie Baustellen bzw. nicht planbare Ereignisse, wie Unfälle) in ausgewählten

Untersuchungsgebieten identifiziert. Durch die Verschneidung der Ergebnisse der Literaturanalyse und der verkehrlichen Problemstellenanalyse wurden konkrete Verkehrsmanagementpläne für die Untersuchungsräume entwickelt, die auf wissenschaftlicher Evidenz und datenbasierten Rahmenbedingungen gründen.

Basierend auf den Ergebnissen von AP 1 und AP 2 wurde im Rahmen von AP 3 ein einfaches Excel-basiertes Datenmodell entwickelt, das den Zielen zur Potentialabschätzung eines RVM entsprechend verwendet werden kann. Die Ergebnisse der Literaturanalyse (AP1) wurden zur Kalibrierung des Eingabemaske verwendet. Die identifizierten Maßnahmen aus AP2 (Verkehrsmanagementpläne) dienen als Eingangsdaten für das Tool, mit dem die Einsparpotentiale errechnet wurden.

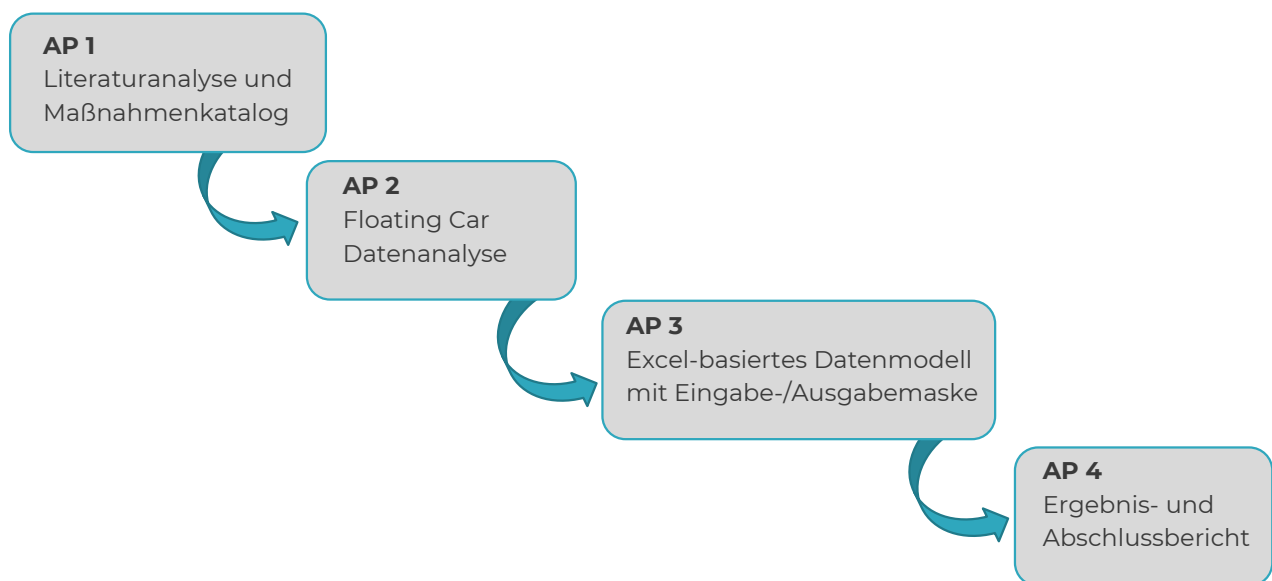


Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Arbeitspakete im Projekt „Potentialabschätzung regionales Verkehrsmanagement Baden-Württemberg“.

2.1 AP 1: LITERATURANALYSE

Die Literaturanalyse verfolgt zwei Ziele: Erstens werden geeignete Maßnahmen identifiziert, die sich für ein regionales Verkehrsmanagement in den Untersuchungsräumen anbieten. Zweitens werden hier die Einsparpotentiale (NO_x, CO₂, Stautunden) der einzelnen Maßnahmen anhand von Wissenschaftlichen Abschätzungen sowie anhand von Erfahrungswerten aus der Praxis identifiziert.

Die Potentialabschätzung wurde in einem frühen Stadium hinsichtlich der Umsetzung von regionalen Verkehrsmanagementplänen vorgenommen. Somit können noch keine detaillierten Problemanalysen oder abgestimmte Vorschläge für die abzuschätzenden Verkehrsmanagementstrategien und -maßnahmen in den verschiedenen Regionen vorliegen. Stattdessen wurden in die Abschätzung Erfahrungswerte des Projektkonsortiums miteinbezogen und eine Literaturrecherche und -analyse vorgenommen.

Die Literaturrecherche und -analyse bietet den Vorteil, dass auf vorliegende Erfahrungswerte aus anderen Projekten und Räumen aufgebaut werden kann. So basieren die Ergebnisse der im Zuge dieses Projekts erstellten Excel-Bewertungsmaske (vgl. Kapitel 3.1) sowohl auf allgemeingültigen Zusammenhängen als auch auf konkreten Erfahrungswerten aus der Fachliteratur.

Da die Untersuchung der Wirkung der für das Verkehrsmanagement relevanten Maßnahmen ein sehr spezieller und größtenteils sehr aufwändiger Bereich der Forschung ist, liegen nur wenige nutzbare Ergebnisse vor. Mehrere Veröffentlichungen waren zu Projektbeginn bereits bekannt. Auf Basis einer Onlinerecherche sowie der Auswertung von Quellenangaben aus vorliegenden oder thematisch verwandten Veröffentlichungen wurde eine Liste von über 20 potenziellen Literaturquellen erstellt. Nach Durchsicht dieser Quellen anhand der Fragestellung, ob sie für das Projekt relevante Informationen bereitlegen können, wurden zehn Veröffentlichungen genauer ausgewertet. Die Ergebnisse der Auswertung sind im **Anhang 4 und 5 „Literaturverzeichnis“ und „Literaturrecherche“** zu finden.

Aus diesen Veröffentlichungen wurden Wirkungszusammenhänge und Modellergebnisse zusammengestellt, die als Datengrundlage für die Wirkungsabschätzung von Verkehrsmanagementmaßnahmen genutzt werden können.

Ergänzend dazu wird für die Parametrisierung der Bewertungsmaßnahme das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) (INFRAS, Bern, 2022) in seiner aktuellen Version 4.2 genutzt. Das HBEFA stellt Emissionsfaktoren für verschiedene Aggregationsstufen bereit, welche wiederum nach verschiedenen Parametern unterteilt sind. So werden beispielsweise Fahrzeugklassen bzw. -flotten, Verkehrssituationen, Schadstoffe und Emissionsarten unterschieden. Somit fließen bei Berechnungen auf diesen Grundlagen beispielsweise auch Kaltstartzuschläge, Geschwindigkeitslimits oder der Umgebungstyp mit ein.

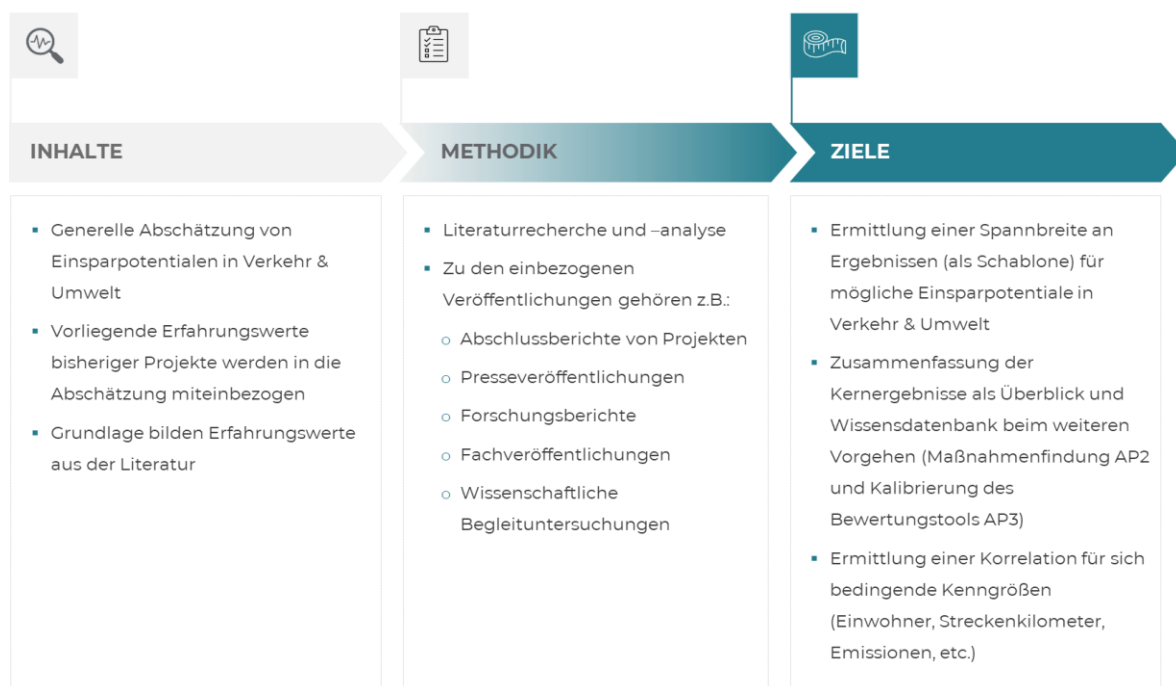


Abbildung 2: Ablaufdiagramm des Arbeitspakets 1 „Literaturanalyse“ im Projekt „Potentialabschätzung regionales Verkehrsmanagement Baden-Württemberg“. (Quelle: Trafficon 2024)

2.2 AP 2: PROBLEMSTELLENANALYSE UND VERKEHRSMANAGEMENTPLÄNE

Ziel des AP 2 waren die Ermittlung des Ist-Zustandes in den Untersuchungsräumen bezüglich verkehrlichen Problemstellen, die Schaffung einer Übertragbarkeit für andere Betrachtungsräume durch die Annahme und Auswahl potenzieller Maßnahmen im Verkehrsmanagement. Im Rahmen des Arbeitspakets 2 wurden verkehrliche Daten mithilfe von FCD in den ausgewählten Untersuchungsräumen Heilbronn-Neckarsulm, Aalen-Heidenheim, Karlsruhe-Rastatt untersucht. Dabei wurden die verkehrlichen Problemstellen in diesen Gebieten visualisiert und tabellarisch inklusive Kenngrößen wie Länge, Dauer, Häufigkeit und Auswirkungen der Stauereignisse dargestellt. Dabei wurde das Tool INRIX Roadway Analytics genutzt. Das genaue Vorgehen in den einzelnen Schritten dieses Arbeitspaketes wird in den nachfolgenden drei Unterkapiteln detailliert erläutert.



Abbildung 3: Ablaufdiagramm des Arbeitspakets 2 „Datenanalyse“ im Projekt „Potentialabschätzung regionales Verkehrsmanagement Baden-Württemberg“. (Quelle: Trafficon 2024)

2.2.1 PROBLEMSTELLENANALYSE

Ziel der Analyse ist es, die Bereiche mit hoher verkehrlicher Belastung zu identifizieren, auf Grundlage derer nach Einsparpotentialen (CO₂, Stautunden, Fahrzeugkilometer, monetäre Einsparungen) durch RVM gesucht werden kann. Zu Beginn standen vier Regionen in Baden-Württemberg zur Auswahl:

- Karlsruhe-Rastatt
- Heilbronn-Neckarsulm
- Aalen-Heidenheim.

Diese Regionen wurden herangezogen, da sie bereits durch das Land Baden-Württemberg und weitere Akteure innerhalb dieser Regionen Mobilitätspakte beschlossen haben.¹ Im Rahmen dieser Mobilitätspakte stimmen sich in den Regionen unter der politischen Leitung des Landes Vertreterinnen und Vertreter von Landkreisen, Kommunen, der Wirtschaft, Hochschulen sowie Verkehrsgesellschaften ab, um die Mobilität nachhaltig, modern und zukunftsorientiert zu gestalten. Es wird gemeinsam an regionalen Lösungskonzepten für Verkehrsprobleme in den jeweiligen Lebens- und Wirtschaftsräumen Baden-Württembergs gearbeitet. Somit dienen die Mobilitätspakte als Plattform des Austausches und der Kooperation. In diesem Netzwerk soll sich auch das RVM als ein Teilbaustein der Verkehrslösung miteinbringen, um Synergien zu nutzen und sinnvolle Ergänzungen zu den bereits geschlossenen Maßnahmen der Mobilitätspakte zu erschließen.

Die verkehrlichen Problemstellen innerhalb eines jeden Gebietes wurden mit Hilfe von FCD ermittelt und deren verkehrliche Auswirkungen bestimmt. Die FCD-Auswertung wurde mit dem Tool INRIX Roadway Analytics der Firma INRIX und auf Grundlage der Landeslizenz für FCD durchgeführt.

Das Tool erkennt anhand historischer FCD sogenannte „bottlenecks“ (dt. Engpässe) in den Untersuchungsgebieten. Dies erfolgt durch die Erfassung und Aggregation von Verkehrsdaten einschließlich Daten von Fahrzeugen auf der Straße und weiteren mobilen Geräten (Navis, Handys etc.). INRIX kombiniert anonyme Echtzeit-GPS-Daten mit traditionellen Echtzeit-Verkehrsdaten sowie weiteren verkehrsrelevanten Kriterien, die Auswirkungen auf den Verkehr haben. Zu diesen zählen zum Beispiel Daten zu Baustellen und Straßensperrungen, Echtzeit-Verkehrsstörungen, Sport- und Freizeitveranstaltungen, Wettervorhersagen und Schulferien. Durch die Nutzung und Verarbeitung dieser Daten erstellt INRIX ein genaues Abbild der Verkehrslage. Die Sensordaten können Orts-, Zeit-, Geschwindigkeits-, Richtungs- und gegebenenfalls zusätzliche Metadaten sein, die Kontextinformationen für den aktuellen Status des Fahrzeugs geben. Alle INRIX-Sensordaten werden kontinuierlich in Echtzeit gesammelt und überprüft, um eine sehr hohe Datenqualität gewährleisten zu können.

Um die FCD-Auswertung konkret durchzuführen, wurden die Gebiete geographisch definiert, wobei alle Landkreise, in denen sich Maßnahmen aus den Mobilitätspakten finden, genutzt wurden. Die Ausdehnungen der Untersuchungsräume sind in den jeweiligen Verkehrsmanagementplänen in den

¹ Der Land- und der Stadtkreis Karlsruhe sind aktuell nicht Mitglied eines Mobilitätspaktes. Sie wurden aber für die Analyse in den Untersuchungsraum Karlsruhe-Rastatt aufgenommen, da sie Aufgrund der ausgeprägten Verkehrskorridore zwischen Karlsruhe und Rastatt für die Umsetzung eines RVM in der Region zwingend erforderlich sind.

Anlagen 1-3 dargestellt. Für jeden Untersuchungsraum wurde in Roadway Analytics eine sogenannte verkehrliche Engstellenanalyse durchgeführt. Es wurden Problemstellen im gesamten Straßennetz (Autobahn, Bundes-, Landes-, Kreis-, Gemeindestraße) – im Tool benannt nach functional road class (FRC) 1-5 – ausgewertet. Nachdem die zu untersuchenden Straßenkategorien festgelegt wurden, erfolgte im Untersuchungszeitraum vom 01.01.2019 bis 31.12.2019 eine Engstellenanalyse in den festgelegten Gebieten mit 1h-Aggregation/Detailgenauigkeit. Für die Eingangsdaten wurde das Jahr 2019 gewählt, da angenommen wird, dass sich das Pendlerverhalten seit der COVID-Pandemie geändert hat. So wird davon ausgegangen, dass die aktuellen Verkehrsbelastungen (2020-2023) bisher noch unter dem vor-pandemischen Niveau sind. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich die Verkehrsbelastungen mittelfristig wieder auf das vor-pandemische Niveau einpendeln. Diese Annahmen spiegeln sich auch in der Entwicklung der Verkehrszahlen wider, was beispielsweise durch die jährlichen Auswertungen der BASt bestätigt wird.² Nach diesem Grundsatz der steigenden Verkehrszahlen handelt auch die Straßenbauverwaltung des Landes Baden-Württemberg bei Projekten, wie der Straßenplanung, dem Brückenbau, Verkehrsprognosen usw., um zukunftsichere Lösungen für aktuelle Probleme zu finden. Das Ergebnis der Analyse ist eine Auflistung aller verkehrlichen Problemstellen, die mit folgenden Informationen und Kennwerten versehen wurden:

- Verlaufsrichtung der Problemstelle (Fahrtrichtung, Anfang und Ende)
- Impact Factor
- Stauhäufigkeit
- Durchschnittliche maximale Staulänge (in km)
- Durchschnittliche maximale Staudauer (in min.)
- Gestörter Netzabschnitt mit Straßennamen

Bottleneck Lage für "Untersuchungsraum Heilbronn-Neckarsulm_2019_1hr": 01/01/2019 - 31/12/2019							
Übersichtstabelle							
Straße Name	Kreuzung	Richtung	Auswirkungsfaktor	Vorkommen	Durchschn. Max. Dau...	Durchschnittliche ma...	
A6 / E50	A6	W	423479	3237	28	4.68	
A6 / E50	A6	E	133935	1371	21	4.69	
A6 / E50	A6 37 / B27 Anschlu...	E	60731	540	24	4.59	
A6 / E50	A6 35 / L1107	E	56563	545	22	4.82	
E41 / A81	A81	S	43227	234	38	4.87	

1 bis 5 von 761 Einträge

Elemente anzeigen 5

« 1 2 3 4 5 ... »

Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Online-Tool INRIX Roadway Analytics - Auflistung von Problemstellen im Gebiet Heilbronn-Neckarsulm im Zeitraum vom 01.01.2019 - 31.12.2019.

² <https://www.bast.de/DE/Statistik/Verkehrsdaten/Verkehrsbarometer-2023.pdf>

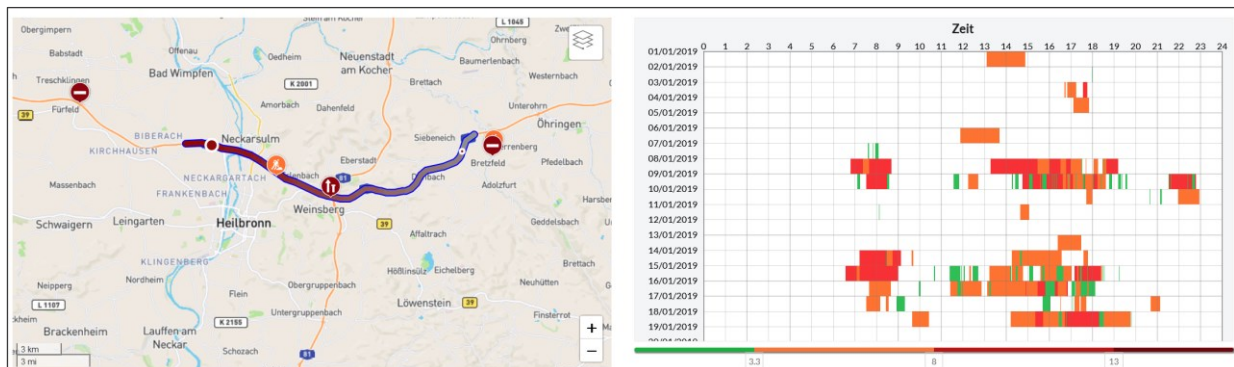


Abbildung 5 Problemstelle auf der A6 in Richtung West - Staubeginn westlich von Öhringen (links) und dazugehörigem Zeitdiagramm mit Stauhäufigkeit (rechts).

Bei der Analyse werden die FCD über einen bestimmten Zeitraum kumuliert und wiederkehrende Stauereignisse identifiziert. Jedem Stauereignis wird ein Impact Factor (Auswirkungsfaktor) beigemessen, anhand dessen das Einsparpotential abgeleitet wird. Der Impact Factor gilt als relevanter Wert zur Einschätzung des Störfallrisikos für einen betroffenen Netzabschnitt. Er berechnet sich aus der Multiplikation der Stauhäufigkeit, der durchschnittlichen maximalen Staulänge und der durchschnittlichen maximalen Staudauer. Je höher der Impact Factor eines analysierten Netzabschnittes ist, umso höher ist die Eintrittshäufigkeit (und somit auch die Eintrittswahrscheinlichkeit) und die Folgeschwere (Dauer und Länge eines Staus) für diesen Netzabschnitt. Je höher der Auswirkungsfaktor, desto höher das Einsparpotential, wenn diese Problemstelle beseitigt oder optimiert wird, da hierdurch die Staustunden reduziert werden. Je häufiger eine Situation eintritt, in der durch eine Maßnahme z.B. Stau in einem Zeitraum vermieden werden kann, desto größer der Nutzen (volkswirtschaftlich, aber auch hinsichtlich der klimatischen Auswirkungen) der Maßnahme. Es wurden die Einsparpotentiale jeweils für alle drei Gebiete aufsummiert.

Die drei Gebiete (Heilbronn-Neckarsulm, Karlsruhe-Rastatt und Aalen-Heidenheim) mit dem in der Summe jeweils höchsten Impact Factor (Aufsummierung des Wertes aller Problemstellen im Gebiet) wurden für die weitere Untersuchung (Problemstellenanalyse und Erstellung von Verkehrsmanagementplänen) verwendet. Im weiteren Verlauf wurden für jedes Gebiet die signifikantesten Problemstellen ermittelt und kategorisiert. Diese Problemstellen wurden dann pro Gebiet in einer Problemstellendatenbank gesammelt. Die Datenbanken sind in den jeweiligen Verkehrsmanagementplänen in den **Anlagen 1-3** zu finden.

Es ist anzumerken, dass naturgemäß die Problemstellen auf den Bundesautobahnen aufgrund des sehr hohen Verkehrsflusses und -aufkommens einen höheren Auswirkungsfaktor gegenüber dem nachgeordneten Netz aufweisen. Daher wurde festgelegt, dass pro Autobahn und Fahrtrichtung nur jeweils eine Problemstelle in die Problemstellenanalyse aufgenommen wird. Die Anzahl der Problemstellen für die weitere Untersuchung im nachgeordneten Straßennetz wurde zahlenmäßig auf maximal 15 Problemstellen begrenzt, um den Umfang der Untersuchung einzugrenzen. Nach dieser Einteilung wurden jeweils die Engstellen mit den höchsten Auswirkungsfaktoren untersucht. Die Einteilung der Problemstellen erfolgte qualitativ in folgende Kategorien:

Mögliche Situationen	Kriterien (weich)
Morgenspitze	Häufung von Störfällen in der Zeit zwischen 06:00 und 11:00 Uhr.
Tagesspitze	Häufung von Störfällen in der Zeit zwischen 11:00 und 13:00 Uhr.
Abendspitze	Häufung von Störfällen in der Zeit zwischen 15:00 und 21:00 Uhr.
Morgenspitze & Abendspitze	Häufung von Störfällen in der Zeit zwischen 06:00 und 12:00 Uhr sowie in der Zeit zwischen 15:00 und 21:00 Uhr.
Baustelle	Die Störfälle tauchen über das Jahr betrachtet unmittelbar an einem Stichtag auf, existieren durchgehend täglich (ggf. nur Werktags) und hören abrupt an einem weiteren Stichtag auf.
Unfall	Die Problemstelle existiert nur für sehr kurze Zeit und hat eine sehr hohe Auswirkung auf den Verkehr.

Tabelle 1: Kategorisierung der Problemstellen anhand der auszuwertenden Kriterien.

Die kategorisierten Problemstellen wurden für jedes Untersuchungsgebiet in einer Übersichtskarte grafisch verortet und dargestellt. Die Karten befinden sich in den jeweiligen Kurzkonzekten in den **Anlagen 1-3**. Diese wurden mit dem freien Open-Source-Geographischen-Informationssystem QGIS erstellt. Die Beschriftungen der Problemstellen in der Karte sind mit den Bezeichnungsnummern in der Datenbank verknüpft. Die entsprechende Problemstelle aus der Karte lässt sich somit in der Datenbank, die detaillierte Informationen zur Problemstelle enthält, finden. Auf Grundlage der verorteten und kategorisierten Problemstellen wurden im nächsten Arbeitsschritt auf die Situationen maßgeschneiderte Lösungsvorschläge in Form von Verkehrsmanagementplänen (Verkehrsmanagementmaßnahmen) erarbeitet und in Übersichtskarten dargestellt. Je Untersuchungsraum wurden die Ergebnisse (Problemstellenanalyse sowie vorgeschlagene Verkehrsmanagementmaßnahmen) in einem Verkehrsmanagementplan zusammengefasst. In die Erstellung der Lösungsvorschläge sowie der Verkehrsmanagementpläne flossen insbesondere die Ergebnisse aus dem AP 1 Literaturanalyse mit ein, indem die Verkehrsmanagementmaßnahmen aus der Literatur und den Praxisbeispielen wieder aufgegriffen und in die Maßnahmenkonzepte eingearbeitet wurden. Die Verkehrsmanagementpläne sind in **Anlage 1-3** zu finden.

2.2.2 VERKEHRSMANAGEMENTPLÄNE

Die Verkehrsmanagementpläne sollen in Abhängigkeit zu den vorherrschenden (Verkehrs-) Problemlagen in den Betrachtungsräumen und späteren möglichen Maßnahmen im RVM unmittelbare Wirkzusammenhänge von Maßnahme und Wirkung ermitteln. So wurden auf Grundlage der identifizierten Problemlagen erste Annahmen potenziell geeigneter Verkehrsmanagementmaßnahmen (z. B. LSA-Steuerung, Alternativrouten, Umstieg P+R, Streckenbeeinflussung, etc.) und deren Anzahl getroffen, die wiederum in Abhängigkeit von Typ und Komplexität der Einzelmaßnahme unterschiedliche verkehrliche und umweltrelevante Wirkungen zu erwarten lassen. Zur Ermittlung der Wirkungen des RVM in den Beispielregionen werden die ermittelten Maßnahmen als Eingabedaten in das Excel-basierte Datenmodell überführt. Durch eine spätere Auswertung der drei Beispielregionen durch das Exceltool (vgl. Anlage 1-3) werden die Einsparpotentiale durch RVM in diesen Gebieten ermittelt, und eine Übertragbarkeit des Prozesses auf beliebige Regionen geschaffen.

Die Verkehrsmanagementpläne für die Untersuchungsräume wurden in zwei Prozessschritten erstellt, um eine effektive und sinnvolle Lösung für die Verkehrsprobleme in der Region zu erarbeiten. Im ersten Arbeitsschritt (AP 1) erfolgte eine umfangreiche Literaturanalyse, in der potenzielle Strategien und Maßnahmen (Verkehrsmanagementplan) im RVM, die zur Reduktion von Umfeld- und Umweltbelastungen sowie zur Verbesserung des Verkehrsablaufs beitragen, identifiziert wurden. Diese Strategien stammen sowohl aus Forschungsprojekten als auch Praxisbeispielen. Dabei wurden insbesondere verschiedene Ansätze und Konzepte untersucht, die bereits in anderen Regionen oder Städten in Deutschland angewendet wurden (vgl. Anhang 4).

Im zweiten Arbeitsschritt (AP 2) erfolgte eine verkehrliche Problemstellenanalyse mithilfe von FCD für den Betrachtungszeitraum des Jahres 2019. Durch die Auswertung und Analyse dieser Daten wurden regional bedeutsame verkehrliche Problemstellen (insbesondere wiederkehrende Stauereignisse zu den Hauptverkehrszeiten, aber auch Einschränkungen im Verkehrsablauf durch planbare Ereignisse wie Baustellen) in den Regionen Baden-Württembergs identifiziert.

Durch die Verschneidung der Ergebnisse der Literaturanalyse und der verkehrlichen Problemstellenanalyse wurden fundierte punktuelle Verkehrsmanagementmaßnahmen für die Regionen Aalen-Heidenheim, Karlsruhe-Rastatt und Heilbronn-Neckarsulm erarbeitet. Die Maßnahmen wurden für jeden Betrachtungsraum in jeweils drei Gruppen eingeteilt: Maßnahmen im ÖV, MIV und Fuß- sowie Radverkehr. Die Maßnahmen aus den VMP dienen als Datengrundlage für die Verkehrsanalysen, die mit dem Excel-Tool erstellt werden können.

2.2.3 BEISPIEL: DETAILBETRACHTUNG DER PROBLEMSTELLE 13/19 RASTATT (B3-B462-L77)

Um das Vorgehen bei der Maßnahmenfindung für die identifizierten Problemstellen zu erklären, wird im Folgenden eine generische Problemstelle, die im Laufe des Projekts identifiziert wurde, betrachtet. Diese Problemstelle besitzt keinen besonderen Stellenwert und soll nur bildhaft das Vorgehen bei der Erstellung der Maßnahmenkonzepte verdeutlichen.

Die FCD-Analyse mit INRIX Roadway Analytics ergab, dass es am Knotenpunkt der B3, B462 und L77 gehäuft zu verkehrlichen Engpässen kommt (Problemstellen 13 und 19). Auf Grundlage der zeitlichen Verteilung der Stauereignisse wurde abgeleitet, dass es sich hierbei um Abendspitzen (13) bzw. um Morgen- und Abendspitzen (19) handelt. Diese Staustellen richten sich stadteinwärts Richtung Rastatt und lösen sich im nachliegenden Bereich des Knotenpunktes B3-B462-L77 wieder auf. Dies lässt darauf schließen, dass der Knotenpunkt regelmäßig durch das hohe Verkehrsaufkommen zu den üblichen Pendlerzeiten überlastet ist.

Dies wurde auch im Rahmen des Mobilitätspaktes Rastatt erkannt. Hier heißt es: *„Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens waren die Fahrbahnflächen des gesamten Knotenpunktes in einem sehr schlechten Zustand. Mitte Oktober 2017 begann das Regierungspräsidium Karlsruhe mit der Sanierung des Knotenpunktes B3-B36-B462-L77a im Norden von Rastatt. Im Rahmen der umfangreichen Sanierungsarbeiten (Deckenerneuerung bzw. Erneuerung der gesamten bituminösen Trag-/Binder- und Deckschichten) erfolgte auch die Herstellung eines neuen Fahrstreifens im Vorfeld des Straßentunnels L77a. In insgesamt weiteren 11 weiteren Teilabschnitten (um die Sanierungsarbeiten so verträglich, wie*

möglich zu gestalten) erfolgt die Erneuerung der Trag-, Deck- und Binderschichten der B3, B36, B462 und der L77a. Insbesondere durch den Bau des zusätzlichen Fahrstreifens in der Zufahrt zum Straßentunnel der L77a wird die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes zusätzlich erhöht.“

Zusätzlich zum straßenerhaltenden und -verbessernden Ausbau des Knotenpunkts wird daher eine verkehrsleitende Maßnahme eingebracht, die den Ausbau sinnvoll ergänzen kann. Eine zwischen den Straßenbaulastträgern und Betreibern der verkehrstechnischen Infrastrukturen **abgestimmte übergeordnete Steuerung von Lichtsignalanlagen (Verkehrssteuerung) in Abhängigkeit zu regionalen Verkehrsmanagementstrategien einer Verkehrsleitzentrale** ergänzt vor allem den bereits stattgefundenen Ausbau von Knotenpunkten im Rahmen des Mobilitätspaktes Rastatt. Insbesondere die verkehrliche Situation im Bereich des Knotenpunkts B3 - B462 - L77 kann durch eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch situationsabhängige Programmabläufe optimiert werden. Eine regionale Verkehrszentrale könnte durch Schaltung eines bestimmten Signalablaufs auf dynamische Ereignisse im Verkehr reagieren (z.B. Ausweichverkehre nach Unfall oder bei Baustellen) und somit den Knotenpunkt entlasten.



Abbildung 6: Detailansicht der Problemstelle 13/19 bei Rastatt (B3-B462-L77) und Verortung der vorgeschlagenen Maßnahme zur Verkehrssteuerung.

2.3 AP 3: DATENMODELL

Das Datenmodell ist eine auf einer Tabellenkalkulation (Excel) basierte Software. Dazu wurden die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Arbeitsschritten genutzt, um ein angemessen einfaches Modell zu erstellen. Beispielsweise flossen Kenngrößen zur Veränderung der Verkehrszustände durch bestimmte Maßnahmen aus der Literatur in die Excelmaske mit ein. Für eine detaillierte Erklärung der Rechenschritte in der Excel-Maske kann Kapitel 3.1 konsultiert werden.

Über eine Eingabemaske kann ein Szenario definiert werden. Dieses bekommt automatisch eine Identifikationsnummer und kann vom Nutzenden mit einem Titel versehen werden. Ein Szenario gilt als Kombination aus einem festgelegten Raum und dessen Kennziffern mit einer festzulegenden Anzahl oder Häufigkeit an verschiedenen, vordefinierten Verkehrsmanagementmaßnahmen. Die Kennziffern eines Raums setzen sich unter anderem zusammen aus

- Einwohnern,
- Einpendlern,
- Auspendlern,
- Arbeitsplätzen,
- Modal Split Anteile,
- Stautunden,
- Anzahl an Lichtsignalanlagen (Knotenpunkte) oder
- Länge des klassifizierten Straßennetzes,

sofern Angaben zu diesen Werten für die gewählte Region vorliegen. Die vordefinierten Verkehrsmanagementmaßnahmen setzen sich zusammen aus Maßnahmen im öffentlichen Verkehr (z.B. Busbevorzugung), im motorisierten Individualverkehr (z.B. Koordinierung von Lichtsignalanlagen oder Alternativroutensteuerung) und Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr (z.B. Umsetzung von Radschnellverbindungen). Anschließend wird auf Basis von Ergebnissen der Literaturrecherche, physikalischen Zusammenhängen sowie Erfahrungswerten ein Reduktionspotential für das Szenario ermittelt. Dieses Reduktionspotential wird als umwelt- bzw. verkehrsrelevante Größe ausgegeben und in einen volkswirtschaftlichen Nutzen umgerechnet. Im Zuge des Datenmodells lieferten die Veröffentlichungen

- Umweltbundesamt (2023)
- UR:BAN (2016)
- IVU Umwelt GmbH (2014)
- AVISO (2006)

konkrete Zahlen, Minderungswerte oder Kennwerte, die bei einzelnen oder mehreren Maßnahmen in die Berechnungen miteingebaut wurden. Für die Einschätzung der Wirkung verschiedener Maßnahmen wurden zudem auf die qualitative Einschätzung folgender Literaturquellen zurückgegriffen:

- ADAC e.V. (2017)

- AMONES (2011)
- Zentrum für integrierte Verkehrssysteme, Darmstadt (2008)
- INRIX (2019)
- PTV (2009)
- F. Busch (2009)

Eine bedeutsame Rolle spielt auch das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA). Das Handbuch stellt Faktoren für verschiedene Fahrzeugtypen, Emissionsarten und Situationen im Verkehr bereit. So können Effekte von Verkehrsmanagementmaßnahmen beispielsweise auf Basis von Veränderungen von Verkehrssituationen hergeleitet und berechnet werden. Um realitätsnahe Werte bereitzustellen, basieren die Werte des HBEFA auf Abgasmessungen an verschiedenen Fahrzeugen sowohl auf Prüfständen, aber auch im praktischen Fahrbetrieb (Real Driving Emissions) unter anderem unter sekundlicher Aufzeichnung der Emissionen in Abhängigkeit von Drehzahl und -moment des Fahrzeugs. Die Ergebnisse der Potentialberechnung sind als erste Einschätzung zu einem frühen Stadium eines zu planenden und im weiteren Verlauf noch auszugestaltendem Verkehrsmanagement anzusehen. Sie liefern eine belastbare Ersteinschätzung und ermöglichen einen Vergleich verschiedener Szenarien.

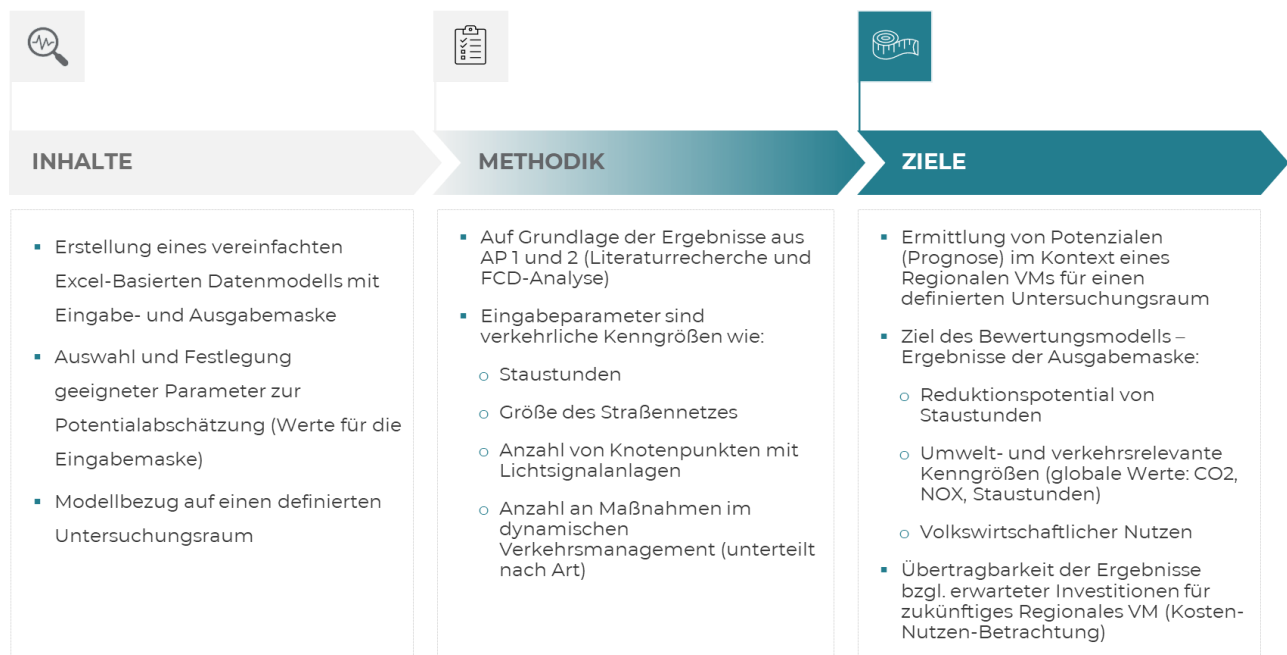


Abbildung 8: Ablaufdiagramm des Arbeitspakets 3 „Excel-basiertes Datenmodell mit Eingabemaske“ im Projekt „Potentialabschätzung regionales Verkehrsmanagement Baden-Württemberg“.

3 ERGEBNISSE

3.1 EXCEL-BEWERTUNGSMASKE

Mit Hilfe der in Kapitel 2.3 beschriebenen Kennziffern werden CO₂- und NO_x-Reduktionspotenziale errechnet sowie unter Einbeziehung von INRIX-Daten (sofern vorhanden) auch ein Reduktionspotenzial für Stautunden und ein volkswirtschaftlicher Nutzen (monetärer Wert für die reduzierten Stautunden). Für die Eingabe der Werte und Maßnahmen in die Excel-Bewertungsmaske ist eine Anleitung in der Anlage bereitgestellt.

In der Bewertungsmaske wird für 14 der 15 wählbaren Maßnahmen ein Beitrag zu diesen Reduktionspotenzialen berechnet. Lediglich die Maßnahme „Lkw-Lotse (vom Vorrangnetz zur Lkw-Navigation)“ wird nicht in die Berechnung der CO₂- und NO_x-Reduktionspotenziale miteinbezogen. Der Effekt eines Lkw-Vorrangnetzes bzw. einer Lkw-Navigation besteht darin, sensible Bereiche (wie Wohngebiete, Straßenzüge mit vielen Fußgängern und Radfahrern oder einer hohen Aufenthaltsqualität) zu schützen, indem die Immissionen der Personen gesenkt werden. Da die Bewertungsmaske keine immissionsseitige Auswirkungen quantitativ bewerten kann, sondern sich auf die Emissionen bezieht, wird diese Maßnahme nicht in die Bewertung mitaufgenommen. Das Reduktionspotenzial durch die einzelnen Maßnahmen wird wie folgt berechnet:

- **Dynamische und situationsabhängige Busbevorrechtigung:**

Auf Basis der angegebenen Anzahl an Knotenpunkten, an denen eine Bevorrechtigung realisiert wird, wird ein Modal Shift vom Kfz zum ÖPNV angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NO_x bzw. 234,9 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Knotenpunkten, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD) und der Anzahl an Personen (Eingabemaske) verrechnet.

- **GLOSA (Green Light Optimized Speed Advisory) für Busse:**

Auf Basis der angegebenen Länge des Abschnitts im Straßennetz, auf dem eine GLOSA realisiert wird, wird eine Veränderung des Verkehrszustands (gesättigt statt stop+go) angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA eine Differenz von Bus-Emissionen pro Kilometer (-2,6 g/km NO_x bzw. -310,2 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Länge des Abschnitts für GLOSA, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) und der Anzahl an Bussen verrechnet.

- **Temporäre Seitenstreifenfreigabe:**

Auf Basis der angegebenen Länge des Abschnitts im Straßennetz, auf dem eine temporäre Seitenstreifenfreigabe realisiert wird, wird eine Veränderung des Verkehrszustands (gesättigt statt stop+go²) angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA eine Differenz von Pkw-Emissionen pro Kilometer (-0,28 g/km NO_x bzw. -230,4 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Länge des

Abschnitts für temporäre Seitensteifenfreigabe, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) und der Anzahl an Fahrzeugen verrechnet.

- **Verkehrs- und situationsabhängige Zuflussdosierung:**

Auf Basis der angegebenen Strategien, bei denen eine Zuflussdosierung realisiert wird, wird auf Basis der Literaturrecherche [ADAC, 2013; AMONES, 2011] eine Reduktion um etwa 10 % angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA und den Ergebnissen einer Abschlussarbeit der TU Dresden (ca. 200g CO₂/h Emissionen an einem Knotenpunkt) ein Reduktionspotenzial abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Strategien und der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) verrechnet.

- **Optimierte Koordinierung der Grünzeiten an Lichtsignalanlagen:**

Auf Basis der angegebenen Länge des Abschnitts im Straßennetz, auf dem eine „Grüne Welle“ realisiert wird, wird eine Veränderung des Verkehrszustands (gesättigt statt stop+go) sowie eine geringe durchschnittliche Geschwindigkeit angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA eine Differenz von Pkw-Emissionen pro Kilometer (-0,12 g/km NO_x bzw. -73,0 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Länge des Abschnitts der „Grünen Welle“, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) und der Anzahl an Fahrzeugen verrechnet.

- **GLOSA (Green Light Optimized Speed Advisory) für Kfz-Verkehre:**

Auf Basis der angegebenen Länge des Abschnitts im Straßennetz, auf dem eine GLOSA realisiert wird, wird eine Veränderung des Verkehrszustands (gesättigt statt stop+go) angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA eine Differenz von Pkw-Emissionen pro Kilometer (-0,07 g/km NO_x bzw. -62,2 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Länge des Abschnitts der GLOSA, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) und der Anzahl an Fahrzeugen verrechnet.

- **Abgestimmte übergeordnete Steuerung von Lichtsignalanlagen in Abhängigkeit zu regionalen Verkehrsmanagementstrategien:**

Auf Basis der angegebenen Lichtsignalanlagen, die Teil der übergeordneten Steuerung sind, wird auf Basis der Literaturrecherche [AMONES, 2011; UBA, 2023] eine Reduktion um etwa 5% angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA und den Ergebnissen einer Abschlussarbeit der TU Dresden (ca. 200g CO₂/h Emissionen an einem Knotenpunkt) ein Reduktionspotenzial abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Strategien und der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) verrechnet.

- **Dynamische Alternativroutensteuerung (Strategiekonformes Routing):**

Auf Basis der angegebenen Strategien, die eine dynamische Alternativroutensteuerung vorsehen, wird auf Basis des HBEFA sowie der Ergebnisse aus einer (zum Zeitpunkt der Erarbeitung noch

laufenden) modellgestützten Untersuchung zur Wirksamkeit von Verkehrsmanagementmaßnahmen in Hessen eine Reduktion um durchschnittlich 6,87 kg NOX bzw. 3,75 t CO2 pro Jahr angenommen.

- **SBA (Dynamische Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten):**

Auf Basis der angegebenen Länge des Abschnitts im Straßennetz, auf dem eine SBA realisiert wird, wird eine Veränderung des Verkehrszustands (gesättigt statt stop+go) sowie eine geringe durchschnittliche Geschwindigkeit angenommen. Dabei wurde auf Basis des HBEFA eine Differenz von Pkw-Emissionen pro Kilometer (-0,11 g/km NOX bzw. -42,0 g/km CO2) abgeleitet. Dieser wird mit der Länge des Abschnitts der SBA, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart) und der Anzahl an Fahrzeugen verrechnet.

- **Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl durch dynamische Verkehrsinformationen:**

Auf Basis der angegebenen Strategien, die eine Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl vorsehen, wird ein Modal Shift vom Kfz zum Umweltverbund angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NOX bzw. 234,9 g/km CO2) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Strategien, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD) und in Abhängigkeit des aktuellen Modal-Splits (Eingabemaske) verrechnet.

- **Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Radverkehrs:**

Auf Basis der angegebenen Anzahl an Knotenpunkten, an denen eine Bevorrechtigung für Radfahrende realisiert wird, wird ein Modal Shift vom Kfz zum Rad angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NOX bzw. 234,9 g/km CO2) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Knotenpunkten, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD), der Anzahl an Personen (Eingabemaske) und in Abhängigkeit des aktuellen Modal-Splits (Eingabemaske) verrechnet.

- **Kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV:**

Sofern eine kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV möglich ist, wird ein Modal Shift vom Kfz zum Umweltverbund angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NOX bzw. 234,9 g/km CO2) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Knotenpunkten, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD),

der Anzahl an Personen (Eingabemaske) und in Abhängigkeit des aktuellen Modal-Splits (Eingabemaske) verrechnet.

- **Umsetzung von Radschnellverbindungen:**

Auf Basis der angegebenen Strecke, für die eine Radschnellverbindung realisiert wird, wird ein geringfügiger Modal Shift vom Kfz zum Rad angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NOX bzw. 234,9 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Knotenpunkten, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD) und der Anzahl an Personen (Eingabemaske) verrechnet.

- **Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Fußverkehrs:**

Auf Basis der angegebenen Anzahl an Knotenpunkten, an denen eine Bevorrechtigung für Fußgänger realisiert wird, wird ein geringfügiger Modal Shift angenommen. Somit entfallen Fahrten und Emissionen werden reduziert. Dabei wurde auf Basis des HBEFA ein Mittelwert von Pkw-Emissionen pro Kilometer (0,43 g/km NOX bzw. 234,9 g/km CO₂) abgeleitet. Dieser wird mit der Anzahl an Knotenpunkten, der Eintrittshäufigkeit (Stunden pro Tag und Tage pro Jahr, auf Basis der Ergebnisse aus dem Verkehrsmanagement für die Region Stuttgart), der Wegenanzahl pro Tag (MiD), der durchschnittlichen Wegelänge (MiD), der Anzahl an Personen (Eingabemaske) und in Abhängigkeit des aktuellen Modal-Splits (Eingabemaske) verrechnet.

Eine monetäre Bewertung (volkswirtschaftlicher Nutzen) ist nur auf Basis einer Staustundenanalyse via INRIX für die jeweilige Region möglich, so wie sie im Zuge der vorliegenden Untersuchung durchgeführt wurde. Für die Staustunden ist dabei für die Spalten „AvgDurationMinutes“ und „Num Occurences“ der INRIX Roadway Analyse ein Summenprodukt zu bilden und in die Bewertungsmaske einzutragen (in der Einheit Stunden). Das Reduktionspotenzial an Staustunden wird anhand des Verkehrsmanagements bzw. der genutzten Maßnahmen, die sich positiv auf Stauerscheinungen auswirken, und dem Modal-Split (Eingabemaske) berechnet. Die Berechnung des volkswirtschaftliche Nutzens erfolgt zusätzlich anhand des Bruttostundenverdienst (25,94 € gemäß statistischem Bundesamt).

Die Summe der Effekte der Maßnahmen wird addiert und ausgegeben. Die Ergebnisse der Potenzialberechnung sind als erste Einschätzung zu einem frühen Stadium eines zu planenden und im weiteren Verlauf noch auszugestaltendem Verkehrsmanagement anzusehen. Sie liefern eine belastbare Ersteinschätzung und ermöglichen einen Vergleich verschiedener Szenarien.

3.2 VERKEHRSMANAGEMENTPLÄNE

Auf Basis der Literaturrecherche sowie der Verkehrsmanagementpläne wurden in drei Betrachtungsräumen Maßnahmen im RVM identifiziert, welche die Grundlage für eine Abschätzung des Einsparpotentials durch das Exceltool bilden. Die identifizierten Maßnahmen dienen hierbei als Datengrundlage der Berechnung der Einsparungen durch das Exceltool. Die Potentiale werden detailliert in den Kapiteln 6 der Verkehrsmanagementpläne dargestellt.

Für die Regionen Karlsruhe-Rastatt, Heilbronn-Neckarsulm und Aalen-Heidenheim liegen isoliert betrachtet im Ergebnis Verkehrsmanagementpläne (Strategien) zur Verbesserung von Verkehr und Mobilität vor. Die Verkehrsmanagementpläne können nicht nur zur Abschätzung eines Einsparpotentials durch RVM in Verbindung mit dem Exceltool (durch Maßnahmen als Eingabeparameter) dienen, sondern können auch als Verkehrsmanagementkonzepte für sich selbst stehen. So adressieren die erarbeiteten Verkehrsmanagementpläne insbesondere kurz- und mittelfristige gezielte Maßnahmen bei bestimmten Verkehrssituationen. Sie beinhalten die Beeinflussung der aktuellen Verkehrsnachfrage und des vorhandenen Verkehrsangebotes durch die Abstimmung situationsgerechter Maßnahmen mit dem Ziel, die für diesen Zeitbereich bestmögliche Mobilität sicherzustellen. Um das RVM wirkungsvoll und effizient einzusetzen, wurden Verkehrsmanagementstrategien entwickelt und können für den praktischen Einsatz vorgehalten werden. Die Maßnahmen(-bündel) für die Bildung der erarbeiteten Strategien liegen in der Verkehrslenkung, -verlagerung und -vermeidung. Die Strategien betrachten Quelle-Ziel-Ströme des Gesamtverkehrs und damit der verschiedenen Verkehrsmittel. Damit sollen bisherige regionale Zuständigkeitsgrenzen zu Gunsten einer verbesserten Mobilitätsabwicklung überwunden werden. Die bereits im Rahmen der Mobilitätspakte entwickelten Maßnahmenpakete für die Regionen wurden gezielt um Maßnahmen der zugrunde liegenden regionalen Verkehrsmanagementpläne ergänzt bzw. erweitert und können somit auch als Grundlage für die Umsetzung eines regionalen Verkehrsmanagement in den Räumen dienen. Alle Verkehrsmanagementpläne sind im **Anhang 1-3** zu finden.

4 FAZIT UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

4.1 ZUSAMMENFASSUNG DER KERNERGEBNISSE

Dieses Projekt untersuchte die Potentiale für das regionale Verkehrsmanagement in Baden-Württemberg, indem qualitativ anhand von drei Beispielregionen Einsparpotentiale durch RVM abgeschätzt wurden. Die entwickelten Prozesse und Ergebnisse können auf weitere Betrachtungsräume angewendet werden, um das Einsparpotential von RVM zu ermitteln.

Der Prozess der Ermittlung wurde beispielhaft für die drei Regionen Karlsruhe-Rastatt, Heilbronn-Neckarsulm und Aalen-Heidenheim durchgeführt. Die Prozesse und Ergebnisse sind detailliert in den jeweiligen Verkehrsmanagementplänen (**Anlage 1-3**) zu finden. Die verkehrliche Analyse auf Basis der FCD zeigte, dass in diesen Regionen hohe Verkehrsdichten, häufige Staus und Engpässe sowie starke Umweltbelastungen vorliegen. Daraufhin wurden verschiedene Maßnahmen, wie die Optimierung von Lichtsignalsteuerungen, die Bereitstellung von Alternativrouten, die Förderung des Umstiegs auf den öffentlichen Nahverkehr und die Anwendung von Zuflussdosierung, an verkehrskritischen Stellen analysiert. Die Wirkungen dieser Maßnahmen wurden in einem nächsten Arbeitsschritt auf Grundlage von FCD, Literaturrecherche und Modellberechnungen abgeschätzt. Die verkehrs- und umweltrelevanten Kenngrößen umfassten Fahrzeugkilometer, Reisezeiten, Staustunden, CO₂-Emissionen, Feinstaubbelastung und Lärmpegel. Zudem wurde ein Excel-basiertes Datenmodell mit einer Eingabemaske entwickelt, das es ermöglicht, für verschiedene Parameter und Szenarien die Potentiale für das regionale Verkehrsmanagement in Baden-Württemberg zu prognostizieren. Das Modell kann als Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für künftige Projekte genutzt werden, indem es die Kosten und den Nutzen der Maßnahmen gegenüberstellt. Für dieses Projekt wurden realistische Maßnahmen durch die Verkehrsmanagementpläne identifiziert. Generell kann jedoch auch der Ansatz gewählt werden, dass ohne vorherige Untersuchung des Gebietes generelle Maßnahmenvorschläge angenommen werden können, und in die Eingabemaske einfließen können. Insgesamt konnten durch das Modell für die Untersuchungsräume Einsparpotentiale durch regionales Verkehrsmanagement identifiziert werden. Dabei wurden Werte für die Indikatoren Staustunden, volkswirtschaftlicher Nutzen sowie Reduktionspotenzial für CO₂- und NO_x-Emissionen berechnet. Die generelle Abschätzung von Einsparpotentialen im Verkehr ergab, dass je nach Betrachtungsraum/-größe, Anzahl und Art der Maßnahmen im regionalen Verkehrsmanagement sowie Verkehrs- und Umweltsituation unterschiedliche Reduktionspotentiale erzielt werden können. Die folgende Tabelle fasst die mit dem Excel-basierten Tool errechneten Ergebnisse der drei Untersuchungsräume (Heilbronn-Neckarsulm, Karlsruhe-Rastatt und Aalen-Heidenheim) zusammen:

Untersuchungsraum	CO ₂ [t/a]	Stautunden	Volksw. Nutzen	NO _x [kg/a]
Heilbronn-Neckarsulm	- 3.966	- 4,4%	1.595.000 €	- 6.974
Karlsruhe-Rastatt	- 8.255	- 4,3%	2.477.000 €	- 14.574
Aalen-Heidenheim	- 4.534	- 4,7%	3.461.000 €	- 7.859

Tabelle 2: Ergebnisse der Excel-Bewertungsmaske für die drei ausgewählten Untersuchungsräume.

Von den drei untersuchten Räumen wurde mit Hilfe der Excel-Bewertungsmaske für die Region Karlsruhe-Rastatt die höchste potenzielle Reduktion von CO₂- und NO_x- Emissionen (- 8.255 t CO₂/a bzw. – 14.574 kg NO_x/a) errechnet, das höchste Potenzial an zu reduzierenden Staustunden und dem größten volkswirtschaftlichen Nutzen (-4,7 % bzw. 3.461.000 €) wurde für den Raum Aalen-Heidenheim errechnet.

Eine Reduktion der Emissionen geht nicht zwangsweise mit einer Reduktion von Staustunden überein. Zum Beispiel kann eine Anpassung von Signalprogrammen zu Gunsten von Fußgängern oder Radfahrern negative Auswirkungen (im Sinne von mehr Staustunden oder Emissionen) auf den motorisierten Verkehr haben. Ein anderes Beispiel sind Maßnahmen für eine dynamische Alternativroutensteuerung: Werden lediglich die Emissionen betrachtet, so kann ein kurzer Weg im Stau, der in einem Stop&Go-Verkehrszustand zurückgelegt wird, günstiger sein als eine längere Stauumfahrung mit einem eher flüssigen Verkehrsablauf. Solche Detailauswirkungen bzw. mit den einzelnen Maßnahmen am konkreten Ort verbundene Effekte können aber erst im Verlauf der weiteren Planung der Verkehrsmanagementpläne und -maßnahmen berücksichtigt und untersucht werden.

Bei den Reduktionspotenzial von Staustunden und dem volkswirtschaftlichen Nutzen gehen in der Berechnung zudem die Voraussetzungen im jeweiligen Raum (u.a. der Modal Split oder die Staustunden im Untersuchungsraum via INRIX-Analyse) mit ein, sodass hier keine linearen Zusammenhänge bei den Ergebnissen vorliegen können. Die Berechnungen basieren aber jeweils auf denselben allgemeinen Annahmen bzw. Kennwerten.

Das Excel-basierte Tool ermöglicht eine einfache und flexible Berechnung von Potentialen für ein regionales Verkehrsmanagement für einen beliebigen Untersuchungsraum. Das Datenmodell kann auch zur Umrechnung der Potentiale in volkswirtschaftlichen Nutzen genutzt werden, um eine Kosten-Nutzen-Betrachtung für ein künftiges Projekt Regionales Verkehrsmanagement durchzuführen.

4.2 KOSTEN-NUTZEN-ÜBERBLICK

Es folgte die Kostenannahme für die jeweilige Region nach Investitions- und Betriebskosten unter der Annahme der vorgeschlagenen Maßnahmen des entsprechenden Verkehrsmanagementplanes und seiner Anzahl an Maßnahmen, sowie jährliche monetäre Einsparungen durch regionales Verkehrsmanagement. Eine Übersicht aller Kosten nach Positionen und aufgeschlüsselt nach deren Anzahl kann der Anlage 6 (Gesamtkalkulation) entnommen werden. Die Ausarbeitung der jeweiligen Maßnahmen für jeden Raum ist in den jeweiligen Verkehrsmanagementplänen zu finden.

Region	Einmalige Investitionskosten	Betriebskosten p.a.	Jährliche Einsparungen
Heilbronn-Neckarsulm	12.719.000 €	1.071.900 €	1.595.000 €
Karlsruhe-Rastatt	7.457.900 €	545.790 €	2.477.000 €
Aalen-Heidenheim	7.107.000 €	510.700 €	3.461.000 €

4.3 AUSBLICK

Die Umsetzung von einzelnen Verkehrskonzepten des digitalen Verkehrsmanagements der öffentlichen Hand hat sich bereits als wirksames Instrument zur Verkehrsbeeinflussung erwiesen.³ Dies umfasst Maßnahmen wie die Vermeidung von Autofahrten, die Verlagerung von Autofahrten auf den öffentlichen Nahverkehr und die zeitliche und räumliche Verlagerung des Verkehrsaufkommens im motorisierten Individualverkehr.

Für die Lösung von grenzüberschreitenden, regionalen Verkehrsproblemen und den damit verbundenen Umweltbelastungen sind abgestimmte Strategien über die Zuständigkeitsgrenzen hinweg erforderlich. Eine enge Zusammenarbeit und Vernetzung der Aufgabenträger in den Metropolregionen und Ballungsräumen ist notwendig, um den Austausch von Daten/Informationen und Strategien zu koordinieren und technisch umzusetzen. Da die in den VMPs erarbeiteten Maßnahmen in unterschiedliche Zuständigkeitsgebiete fallen (Kommunen, Landratsämter, staatliche Bauämter, Verkehrsministerium etc.), können nur so Synergien zur Verbesserung des Verkehrsflusses genutzt und die negativen Auswirkungen des Verkehrs minimiert werden, wie die Reduktion von Feinstaub, Stickoxid, Lärm und Staus. Dies trägt nicht nur zum Klimaschutz bei, sondern reduziert auch Stress, Zeitverlust sowie gesundheitliche und wirtschaftliche Schäden. Allein in den drei beispielhaft untersuchten Regionen können laut Untersuchung monetäre Werte im Bereich von **1,6 – 3,5 Mio. €** eingespart werden (**vgl. VMP in Anlage 1-3**)

Die vorgestellten Arbeitsschritte dieses Konzepts haben gezeigt, wie auf Grundlage einer umfangreichen Literaturanalyse und einer verkehrlichen Problemstellenanalyse fundierte Verkehrsmanagementpläne entwickelt werden können. Diese basieren auf wissenschaftlicher Evidenz und Daten-basierten Rahmenbedingungen. Zusätzlich wurde ein einfaches Excel-basiertes Datenmodell entwickelt, das in den frühen Phasen der Planung eines regionalen Verkehrsmanagements zum Einsatz kommen kann.

Der Ausblick dieses Konzepts liegt nun auf der praktischen Umsetzung der entwickelten Verkehrsmanagementpläne und der Anwendung des Datenmodells. Es wird empfohlen, die Maßnahmen und Strategien in den Untersuchungsräumen gemeinsam mit den zuständigen Aufgabenträgern umzusetzen und kontinuierlich zu überprüfen und anzupassen. Dabei sollten sowohl kurzfristige als auch langfristige Ziele berücksichtigt werden, um eine nachhaltige und effektive Verkehrslenkung zu gewährleisten. Des Weiteren wäre es sinnvoll, die angewandten Verfahren und Konzepte auch auf andere Regionen und Städte zu übertragen und dort entsprechend anzupassen. Dadurch könnten Synergien genutzt, Erfahrungen ausgetauscht und Best Practices etabliert werden, um die Herausforderungen der Mobilität in verschiedenen Regionen effizient anzugehen.

Das Projekt adressiert und flankiert im Übrigen sowohl die bereits bestehenden als auch geplanten RVM-Vorhaben des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg. Die ganzheitliche Strategie zur Verkehrswende verstärkt zum einen den etablierten Mobilitätspakt, zum anderen fassen somit die Aktivitäten des regionalen Verkehrsmanagements unter Berücksichtigung der erarbeiteten Verkehrsmanagementpläne Fuß. Vor diesem Hintergrund werden eine Intensivierung (bereits in der

³ <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/zukunftskonzepte/digitale-mobilitaet/digitales-verkehrsmanagement>

Umsetzung bzw. umgesetzt) sowie Initialisierung (in Planung) nachfolgender Aktivitäten zur Stärkung des Mobilitätspaktes und des regionalen Verkehrsmanagements empfohlen:

Bereits umgesetzte Maßnahmen:

- BEMaS – Baustellen- und Ereignismanagementsystem des Landes Baden-Württemberg: Das System unterstützt Kommunen und dessen Behörden bei der Digitalisierung von Baustellen und Ereignissen sowie deren Genehmigungen. Die gesammelten Daten helfen unter anderem Navigationsdienstleistern dabei, die beste Route zum Ziel zu berechnen und sorgen somit für ein strategiekonformes Routing im Interesse der öffentlichen Hand.
- Lichtsignalanlagen-Zentrale des Landes Baden-Württemberg: Anbindung von Lichtsignalanlagen der Straßenbaulastträger zur ganzheitlichen Überwachung und Steuerung der Anlagen im Betrieb sowie zur verkehrsabhängigen Beeinflussung regionaler Verkehrsströme im Interesse der Verkehrswende.
- Mobilitätsstationen/-säulen des Landes Baden-Württemberg: Umsteigeangebote für den Umweltverbund an Orten mit drei oder mehr klimafreundlichen überregionalen Verkehrsmitteln für eine zukunftssträchtige, klimafreundliche und praktische Mobilität.

Geplante Vorhaben:

- Identifizierung weiterer Gebiete auf Grundlage dieser Potentialanalyse in welchen durch RVM ein umfassender Nutzen für die Region erzielt werden kann.
- Errichtung einer Verkehrsmanagementzentrale durch das Land Baden-Württemberg mit spezieller Software und Hardware für ein Verkehrsmanagementsystem und einen Strategiearbeitsplatz zur Schaltung von zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagementstrategien in Echtzeit.

Die untersuchten Regionen bieten deutliches Potential, welches durch RVM aktiviert werden kann. Für eine konkrete erfolgreiche Umsetzung der im Verkehrsmanagementplan skizzierten Maßnahmenvorschläge wird daher die Entwicklung und **Einführung eines regionalen Verkehrsmanagements auf Grundlage des bestehenden Mobilitätspakts, sowie der Aktivitäten des Landes Baden-Württembergs** für den Ballungsraum empfohlen. Dieses regionale Verkehrsmanagement dient dabei der ganzheitlich abgestimmten Verkehrsbeeinflussung zwischen den Straßenbaulastträgern und der Reduzierung von Umwelt- und Umfeldbelastungen. Folgende Schritte können bei der Umsetzung dieses Ziels in Angriff genommen werden:

- Ein durch das Ministerium für Verkehr des Landes Baden-Württemberg initiiertes und etabliertes Expertenforum unter Einbezug der Autobahn GmbH des Bundes, der Landkreise, Kommunen und Gemeinden auf Ebene der Straßenbaulastträger in Form eines Facharbeitskreises sowie eines politischen Entscheidungsgremiums zur langfristigen Kooperation.

- Unterstützung des Landes Baden-Württemberg in der ausführungsfähigen Planung und Begleitung der Umsetzung des Verkehrsmanagementplans sowie der entwickelten Maßnahmenvorschläge durch ein externes Projektbüro.
- Fortlaufende Abstimmung mit den Akteuren der Mobilitätspakte zur Schaffung von Synergien in der Umsetzung des regionalen Verkehrsmanagementplans.
- Fortlaufendes Monitoring der im Verkehrsmanagementplan zukünftig realisierten Verkehrsmanagementstrategien und Maßnahmen unter Verwendung von Echtzeitverkehrsdaten der Verkehrsmanagementzentrale des Landes Baden-Württemberg sowie Verwendung einer Wirkungsanalyse geschalteter Verkehrsmanagementstrategien zur Optimierung der Prozesse und Abläufe im Verkehrssystem Straße.



5 ANHANG

- Anlage 1 - Steckbrief_RVM-Plan Aalen-Heidenheim.pdf
- Anlage 2 - Steckbrief_RVM-Plan_Heilbronn-Neckarsulm.pdf
- Anlage 3 - Steckbrief_RVM-Plan_Karlsruhe-Rastatt.pdf
- Anlage 4 - Literaturverzeichnis des AP 1 Literaturanalyse
- Anlage 5 - Zusammenfassung der Literaturanalyse
- Anlage 6 – Gesamtkalkulation
- Anlage 7 – Anleitung für das Excel-Tool



VERKEHRSMANAGEMENTPLAN FÜR DIE REGION HEILBRONN-NECKARSULM KURZKONZEPT

Stand: 08.07.2024

Auftraggeber



Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg

Dorotheenstraße 8, 70173 Stuttgart

Auftragnehmer



Trafficon - Traffic Consultants GmbH

Steinsdorfstraße 2, D-80538 München



Brilon Bondzio Weiser

Ingenieurgesellschaft für Verkehrswesen mbH

Universitätsstraße 142, D-44799 Bochum

INHALT

1	AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG	5
2	VORGEHENSWEISE	6
3	BETRACHTUNGSRAUM	6
4	REGIONAL BEDEUTSAME VERKEHRSLICHE PROBLEMSTELLEN - STATUS QUO	8
5	VERKEHRSMANAGEMENTPLAN	11
5.1	Maßnahmen im Öffentlichen Verkehr	12
5.2	Maßnahmen im motorisierten Individualverkehr	12
5.3	Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr	14
6	ERGEBNISSE DER POTENTIALABSCHÄTZUNG	17
7	KOSTENANNAHME	18
7.1	Maßnahmen im öffentlichen Verkehr	18
7.1.1	Situationsabhängige Busbevorrechtigung	19
7.1.2	GLOSA-Dienst für ÖV	19
7.2	Maßnahmen im motorisierten Individualverkehr	20
7.2.1	Temporäre Seitenstreifenfreigabe	20
7.2.2	Zuflussdosierung	20
7.2.3	Optimierte Koordinierung der Grünzeiten an Lichtsignalanlagen (Grüne Welle)	21
7.2.4	GLOSA-Dienst für Kfz	21
7.2.5	Vernetzung von LSA an Verkehrsrechner	22
7.2.6	Dynamische Alternativroutensteuerung	22
7.2.7	Streckenbeeinflussungsanlage	23
7.2.8	Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl durch dynamische Verkehrsinformationen ...	23
7.2.9	Lkw-Lotse - Vom Vorrangnetz zur Lkw-Navigation	23
7.3	Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr	24



7.3.1	Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Radverkehrs	24
7.3.2	Kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV	24
7.3.3	Umsetzung von Radschnellverbindungen	24
7.3.4	Anpassung der Signalprogramme zugunsten des FußvERKEHRS	25
7.4	7.4 Gesamtkosten des VM-Plans	25
8	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN	26
ANLAGEN	29
	Anlage 1: Problemstellendatenbank	29
	Anlage 6: Gesamtkalkulation.....	29

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

Die Sicherung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Mobilität ist eine der größten Herausforderungen für die Gesellschaft. Der Verkehr gehört zu den größten Energieverbrauchern und ist damit auch ein zentrales Handlungsfeld für Klimaschutz- und Nachhaltigkeitsziele in Baden-Württemberg. Diese können nur erreicht werden, wenn das gesamte Verkehrssystem ressourcenschonend und nachhaltig gestaltet sowie vernetzt wird.

In Metropolregionen und Ballungsräumen führen die großen Verkehrsmengen zu merklichen Verkehrs- und Umweltbelastungen. Zudem entwickeln sich in den hoch ausgelasteten Verkehrsnetzen bereits aus kleinen Ereignissen langandauernde großräumige Behinderungen. Um diesen Ereignissen und deren verkehrlichen Folgen entgegenzuwirken, können die Möglichkeiten des regionalen und dynamischen Verkehrsmanagements genutzt werden. Die Umsetzung öffentlicher Verkehrsmanagementstrategien ist dabei ein anerkanntes und wirksames Instrument der Verkehrsbeeinflussung. Dazu gehören die generelle Vermeidung von Kfz-Fahrten, die Verlagerung von bereits angetretenen Kfz-Fahrten auf den ÖPNV an P+R-Standorten sowie die Verringerung des Verkehrsaufkommens im motorisierten Individualverkehr durch eine zeitliche und räumliche Verlagerung.

Abgestimmte und straßenbaulastträgerübergreifende Strategien werden daher zur Lösung gebietsübergreifender, regionaler Verkehrsprobleme und einhergehender Umweltbelastungen erforderlich. Für eine wirksame und frühzeitige raumübergreifende Verkehrslenkung, -steuerung und -information ist es daher notwendig, dass Maßnahmen und Strategien auch über die Stadtgrenzen hinaus mit den Aufgabenträgern in den angrenzenden Gebietskörperschaften abgestimmt und umgesetzt werden können. Deshalb ist eine Vernetzung der zuständigen Aufgaben- und Verkehrsträger in den Metropolregionen und Ballungsräumen anzustreben, um den zuständigkeitsübergreifenden Austausch von Daten/Informationen und Strategien abzustimmen und gemeinsam technisch umsetzen zu können. So können Synergien, die zur Verbesserung des Verkehrsflusses und Minimierung der negativen Auswirkungen des Verkehrs beitragen, effizienter genutzt werden. Dazu gehört die Reduktion von Feinstaub, Stickoxiden, Lärm und Staus und somit eine Minderung von Stress, Zeitverlust sowie gesundheitlichem und wirtschaftlichem Schaden. Ein Beitrag zu den Klimaschutzzielen kann erreicht werden, indem die Verkehrsteilnehmenden intelligent gemäß öffentlicher Strategien gelenkt und frühzeitig über ihre potentiellen Mobilitätsalternativen informiert werden.

Das regionale Verkehrsmanagement adressiert somit auch die Ziele der Verkehrswende des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg im Hinblick auf Einsparpotentiale in Verkehr und Umwelt. Konkret bedeutet dies, dass mit Hilfe von regionalen Verkehrsmanagementplänen und dazugehörigen Strategien folgende Ziele im weiteren Sinne berücksichtigt werden können:

- 1/5 weniger Kfz-Verkehr in Stadt und Umland - unterstützbar durch Strategien, welche die Fahrkilometer reduzieren
- Jeder zweite Weg mit Fuß oder Rad - unterstützbar durch Strategien mit Umstiegssteuerung
- Verdoppelung des öffentlichen Verkehrs - unterstützbar durch Strategien mit ÖPNV-Priorisierung

Für die Akteure der bestehenden Mobilitätspakte in der Region Heilbronn-Neckarsulm bedeutet dies, dass die darin formulierten Maßnahmen aufgegriffen und um einen zugeschnittenen regionalen Verkehrsmanagementplan für die dynamische Beeinflussung des Verkehrs ergänzt werden.

2 VORGEHENSWEISE

Der Verkehrsmanagementplan für die Region Heilbronn-Neckarsulm wurde in drei Planungsschritten entwickelt, um eine effektive und umfassende Lösung für die Verkehrsprobleme in der Region zu erarbeiten. Im ersten Arbeitsschritt erfolgte eine umfangreiche Literaturanalyse (vgl. Projektabschlussbericht zum Projekt Potentialanalyse im Regionalen Verkehrsmanagement für Ballungsräume in Baden-Württemberg des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg, 2024), in der potentielle Strategien und Maßnahmen (Verkehrsmanagementplan) im regionalen Verkehrsmanagement, die zur Reduktion von Umfeld- und Umweltbelastungen sowie zur Verbesserung des Verkehrsablaufs beitragen, anhand von Praxisbeispielen und Forschungsprojekten im deutschsprachigen Raum identifiziert wurden. Dabei wurden insbesondere verschiedene Ansätze und Konzepte untersucht, die bereits in anderen Regionen oder Städten ihre Anwendung erfolgreich fanden.

Im zweiten Arbeitsschritt erfolgte die verkehrliche Problemstellenanalyse auf allen Straßenklassen im Betrachtungsraum mithilfe von historisierten Floating Car Daten (FCD) für den Analysezeitraum des Jahres 2019. Durch die Auswertung und Analyse dieser Daten wurden regional bedeutsame verkehrliche Problemstellen - insbesondere wiederkehrende Stauereignisse zu den Hauptverkehrszeiten, aber auch Einschränkungen im Verkehrsablauf durch planbare Ereignisse wie Baustellen und nicht planbare Ereignisse wie Unfälle - in der Region Heilbronn-Neckarsulm identifiziert.

Durch die Verschneidung der Ergebnisse der Literaturanalyse, der verkehrlichen Problemstellenanalyse und der darauf aufbauenden Ausarbeitung von geeigneten Maßnahmen des regionalen Verkehrsmanagements wurde somit ein fundierter Verkehrsmanagementplan für die Region Heilbronn-Neckarsulm entwickelt. Durch die gezielte Umsetzung der im Plan vorgeschlagenen Maßnahmen können die problembehafteten Verkehrssituationen mit Hilfe regionaler und zwischen den beteiligten Akteuren abgestimmten Verkehrsmanagementstrategien in Echtzeit nachhaltig verbessert und somit ein effizientes Verkehrsmanagement für die Region Heilbronn-Neckarsulm gewährleistet werden.

3 BETRACHTUNGSRAUM

Der Betrachtungsraum ist die Region Heilbronn-Neckarsulm und ein wichtiger Wirtschafts- und Verkehrsraum im Norden Baden-Württembergs. Die Region umfasst die beiden Städte Heilbronn und Neckarsulm. Neben diesen werden zudem die angrenzenden Kreise und kreisangehörigen Kommunen mitbetrachtet (vgl. Abbildung 1). Das Untersuchungsgebiet bezieht somit sowohl den urbanen als auch

den ländlichen Raum mit ein. Die wichtigsten Verkehrskorridore in der Region sind im übergeordneten Netzbereich die Autobahnen A6 (von Nürnberg nach Mannheim) sowie A81 (von Stuttgart nach Würzburg). Im nachgeordneten Netz sind vor allem die Bundesstraßen B27, B39, B293, die Landesstraßen L1095, L1100, L1106, L1111 sowie die Kreisstraßen K9560 und K9562 von großer verkehrlicher Bedeutung, da sie eine direkte Anbindung an die umliegenden Städte gewährleisten.

Die Verkehrswege in der Region Heilbronn-Neckarsulm sind wichtig für die regionale Mobilität und den wirtschaftlichen Austausch. Die hohen Verkehrsdichten stellen jedoch auch Herausforderungen dar, insbesondere hinsichtlich des Verkehrsflusses, der Verkehrssicherheit und der Umweltbelastung. Eine optimale Verkehrsführung sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Mobilität sind daher von großer Bedeutung, um den Verkehr in der Region effizient und sicher zu gestalten. Eine effiziente und nachhaltige Verkehrsplanung ist daher von großer Bedeutung, um Staus und Verkehrsbelastungen zu reduzieren und eine reibungslose Mobilität in der Region zu gewährleisten.

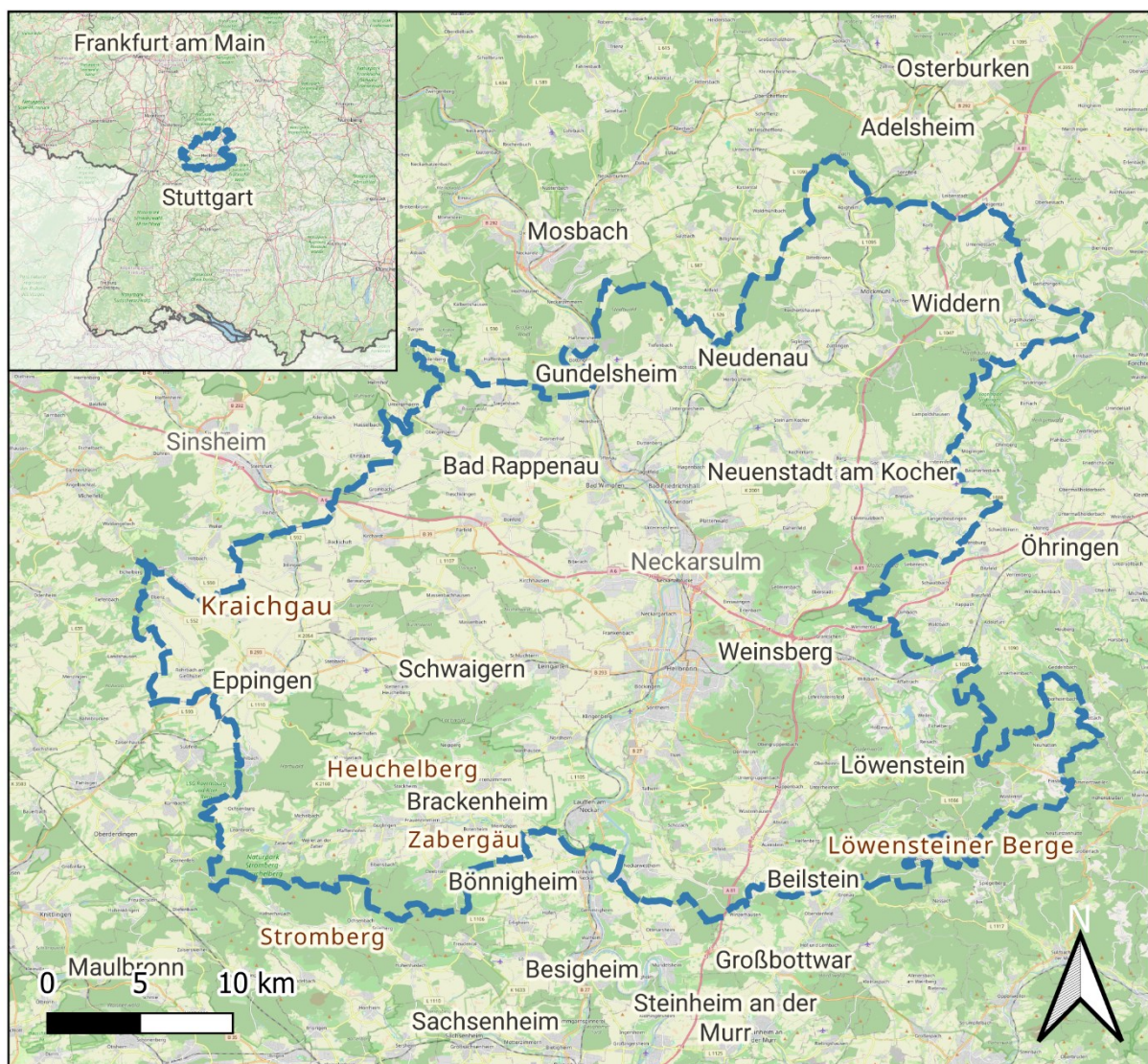


Abbildung 1: Untersuchungsraum Region Heilbronn-Neckarsulm (Quelle: Trafficon GmbH, 2023)

4 REGIONAL BEDEUTSAME VERKEHRLICHE PROBLEMSTELLEN - STATUS QUO

Zu Beginn der Problemstellenanalyse stand die Analyse von Floating Car Daten (FCD). Die FCD stammen von der Fa. INRIX und wurden mittels einer von INRIX zur Verfügung gestellten Weboberfläche (Software) hinsichtlich verkehrlicher Kriterien (Dauer, Länge und Häufigkeit von Stauereignissen) analysiert und visualisiert (INRIX Roadway Analytics). Zunächst wurden die räumlichen Grenzen des Untersuchungsgebietes in INRIX Roadway Analytics definiert und der Untersuchungszeitraum auf den 01.01.2019 bis 31.12.2019 festgelegt. Außerdem wurden in der Analyse sämtliche Straßenklassen berücksichtigt. Auf Grundlage dieser festgelegten Rahmenbedingungen konnten die relevanten Engpässe im Untersuchungsgebiet errechnet und nach Größe der verkehrlichen Beeinträchtigung geordnet werden. Als Kenngröße hierfür dient der sogenannte „Impact Factor“. Dieser Faktor wiederum wird aus Kenngrößen wie der Dauer, der Länge und der Häufigkeit des Ereignisses ermittelt. Der Impact Factor wurde bei der Analyse als relativer Faktor betrachtet, wobei die Größe zwischen den einzelnen Problemstellen im Betrachtungsraum verglichen wurde. D.h. generell, dass ein höherer Impact Factor eine höhere verkehrliche Beeinträchtigung des Abschnitts durch Stauereignisse bedeutet. Da sich das Ausmaß der Beeinträchtigung durch die verkehrlichen Kenngrößen (Dauer, Länge und Häufigkeit von Stauereignissen) bestimmt, existiert für den Faktor eine hohe Bandbreite an Werten. Problemabschnitte, die mehrere Kilometer lang sind (z.B. auf Autobahnen), können einen um Magnituden höheren Impact Factor haben als Problemstellen, die nur einige hundert Meter lang sind, da beispielsweise die Länge als Faktor bei der Berechnung miteinfließt. Weitere Faktoren, wie die Häufigkeit, unterliegen ebenfalls einer hohen Streubreite. Einzelereignisse, wie Unfälle, haben einen inhärent geringeren Impact Factor als beispielsweise Dauerbaustellen, die das ganze Jahr über wiederholt zu verkehrlichen Einschränkungen führen. Die Bandbreite des Impact Factors kann daher in den Analysen in einer Größenordnung zwischen 100.000 bis 100 liegen. Es ist daher wichtig, neben der rein computergestützten Analyse die identifizierten Problemstellen auch individuell mit Expertenblick zu betrachten, um ein genaueres Bild davon zu bekommen, wie stark die verkehrliche Beeinträchtigung tatsächlich ist.

Jede der identifizierten Problemstellen wurde in den betroffenen Streckenabschnitten verortet. Insgesamt wurden für das Gebiet Heilbronn-Neckarsulm 760 Problemstellen von INRIX Roadway Analytics identifiziert. Davon wurden die 19 regional bedeutsamsten Problemstellen für eine genauere Betrachtung auf Grundlage des Impact Factors ausgewählt. Nach der Auswahl der relevanten Problemstellen wurden diese nach verkehrlich relevanten Situationen (Hauptverkehrszeiten, Baustelle, Veranstaltung, Unfall etc.) klassifiziert und in einer Übersichtskarte dargestellt (vgl. Abbildung 2). Im Ergebnis liegen vier Problemstellen auf den beiden Bundesautobahnen A6 und A81 (1 je Fahrtrichtung) und 15 Problemstellen auf dem nachgeordneten Straßennetz (Bundesstraßen, Landesstraßen, Kreisstraßen und Gemeindestraßen) vor. Die Übersicht der 19 regional bedeutsamen Problemstellen kann der Abbildung 2 entnommen werden. Die verkehrlichen Detailinformationen zu

allen Problemstellen können der Anlage 1: Problemstellendatenbank am Ende dieses Kurzkonzepthes entnommen werden. Im Folgenden werden beispielhaft zwei bedeutsame Problemstellen erläutert:

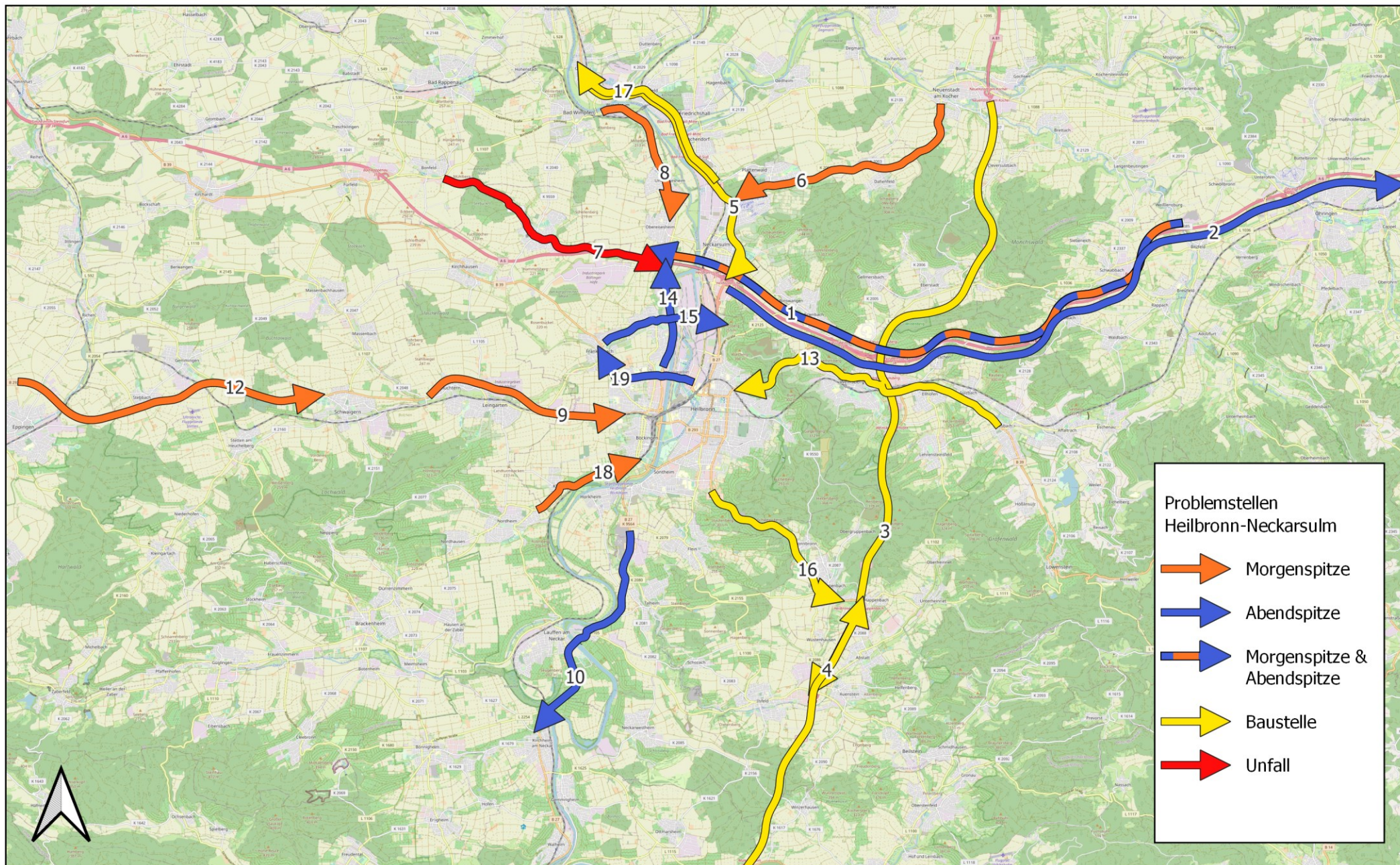
- **A6 Richtung Westen zwischen Bretzfeld und Untereisesheim** (vgl. Abbildung 2, Nummer 1):

Diese Problemstelle ist mit einem Impact Factor von rund 423.00 eine der signifikantesten. Maßgeblich für den Impact Faktor ist in diesem Fall die hohe Anzahl an Einzelstörungen, aus denen sich diese Problemstelle zusammensetzt. Über das gesamte Jahr 2019 hinweg sind jeweils morgens und abends massive Verkehrseinschränkungen zu verzeichnen. Die Problemstelle wurde aufgrund der Charakteristik somit der verkehrlichen Situation „Morgenspitze & Abendspitze“ zugeteilt.

- **B27 Richtung Süden zwischen Friedrichshall und Heilbronn** (vgl. Abbildung 2, Nummer 5):

Diese Problemstelle ist mit einem Impact Factor von rund 16.000 eine der bedeutendsten im nachgeordneten Straßennetz. Maßgeblich für den Impact Faktor ist in diesem Fall die vergleichsweise hohe Anzahl an Einzelstörungen, aus denen sich diese Problemstelle zusammensetzt. Zeitlich begrenzt sich diese auf deutliche Engpässe in den Monaten April bis Juli, sowie September bis Dezember. Diese zeitlich definierten Engpässe sind charakteristisch für straßenerhaltende Maßnahmen, weshalb diese Problemstelle der verkehrlichen Situation „Baustelle“ zugeordnet wurde.

Abbildung 2: Verortung der verkehrlichen Problemstellen (Top 19) in der Region Heilbronn-Neckarsulm
(Quelle: Trafficon GmbH, 2023)



5 VERKEHRSMANAGEMENTPLAN

Ziel des Verkehrsmanagementplans ist, es geeignete Verkehrsmanagementstrategien und deren dazugehörige Maßnahmen aufzustellen, welche die negativen verkehrlichen Auswirkungen der betrachteten Störfälle und Ereignisse abschwächen und einen Zusammenbruch der verkehrlichen Leistungsfähigkeit in der Region Heilbronn-Neckarsulm verhindern sollen.

Der für die Region Heilbronn-Neckarsulm entwickelte regionale Verkehrsmanagementplan wird in Form eines fachplanerischen Kurzkonzeptes dargestellt. Im Fokus stehen übergeordnete Maßnahmen zur Optimierung der regionalen Verkehrsströme in Störungsfällen. Bereits bestehende lokale Maßnahmen können später über eine Kooperation der zuständigen Akteure im regionalen Verkehrsmanagement und auf Basis des bestehenden Mobilitätspaktes für diese Region mit den hieraus vorgeschlagenen regionalen Maßnahmen verknüpft werden.

Die Grundlage für die spätere Detailplanung dieses Verkehrsmanagementplans ergibt sich in der Kombination aus einer Situation und einer für diese Situation entwickelten Verkehrsmanagementstrategie. Eine relevante Situation ergibt sich aus der Summe von örtlich definierten planbaren (z. B. Verkehrsüberlastung zu den Hauptverkehrszeiten, geplante Baustellen, Veranstaltungen etc.) sowie nicht planbaren Ereignissen (z. B. Unfall, Glätte etc.) und den damit einhergehenden Problemen und weiteren Zuständen in Verbindung mit dem Verkehrsablauf. Die dazugehörige Verkehrsmanagementstrategie ist ein vorab festgelegtes Handlungskonzept für das Ergreifen von Maßnahmen(-bündeln) zur Verbesserung der vorab definierten (Ausgangs-)Situation.



Abbildung 3: Die Kombination aus einer Situation und dazugehörigen Strategie definiert ein Szenario (Quelle: Zentrum für Integrierte Verkehrssysteme (ZIV), 2000)

Für die Region Heilbronn-Neckarsulm liegt im Ergebnis ein Verkehrsmanagementplan zur Verbesserung von Verkehr und Mobilität in ausgewählten verkehrlichen Problemsituationen mit ersten Maßnahmenvorschlägen vor. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass bei einer signifikanten verkehrlichen Problemlage ein Verkehrsmanagement mit gezielten Maßnahmen zum Beispiel Stautunden oder Emissionen reduzieren kann. Die in Kapitel 4 identifizierten verkehrlichen

Problemstellen stellen die Grundlage des nachfolgenden Verkehrsmanagementplans dar. Folglich adressieren die entwickelten Maßnahmenvorschläge die zuvor identifizierten Problemstellen. Dies ist je Maßnahme vermerkt.

Hinweis: Das bereits im Rahmen des Mobilitätspaktes entwickelte Maßnahmenpaket für die Region Heilbronn-Neckarsulm wird gezielt um Maßnahmen des hier zugrundeliegenden Verkehrsmanagementplans ergänzt bzw. erweitert.

5.1 MAßNAHMEN IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

Zur Steigerung der Effizienz und der Fahrgastzahlen sowie zur Verflüssigung des öffentlichen Verkehrs (ÖV) entlang bedeutsamer Strecken und Linien können insbesondere die

- **(1) dynamische und situationsabhängige Busbevorrechtigung** (ÖPNV-Priorisierung) an bedeutsamen Knotenpunkten sowohl in der regionalen Verbindung als auch im Zulauf zu den Innenstadtbereichen von Heilbronn und Neckarsulm (z. B. B27, L1100 Neckartalstraße, K9562 Frankenbacher Straße, Karl-Wüst-Straße) sowie
- **(2) das System GLOSA (Green Light Optimized Speed Advisory) für Busse und Straßenbahnen** entlang bedeutsamer Linienverläufe mit hoher Taktung und Fahrgastzahlen

beitragen. Der Handlungsbedarf sind die Installation neuer bzw. die Ertüchtigung bestehender Lichtsignalanlagen mit entsprechenden verkehrsabhängigen Signalprogrammen zur Verkehrssteuerung und Road Side Units (RSU) sowie die Ausstattung der Fahrzeugflotten mit On-Board-Units (Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation). Diese Maßnahmen können die identifizierten regionalen **Problemstellen 14** und **15** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem unterstützen die beiden Maßnahmen die **Maßnahme ÖV1** (Bevorrechtigung ÖV in Innenstadt Heilbronn) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.

5.2 MAßNAHMEN IM MOTORISIERTEN INDIVIDUALVERKEHR

Zur Verflüssigung und Verstetigung des Verkehrs im motorisierten Individualverkehr (MIV) können folgende Maßnahmen für die Region adressiert werden:

- **(3) TSF – Temporäre Seitenstreifenfreigaben auf der A6** (z. B. zwischen AS Bad Rappenau und AK Weinsberg oder zwischen AS Bretzfeld und AK Weinsberg) für das zeitweise Befahren des Seitenstreifens an hochbelasteten Streckenabschnitten vermeiden Durchgangs- und Ausweichverkehre durch Heilbronn und Neckarsulm. Diese Maßnahme kann die identifizierten regionalen **Problemstellen 1, 2** und **13** (Ausweichverkehre) entlasten (vgl. Abbildung 2).
- **(4) Verkehrs- und situationsabhängige Zuflusssdosierung** des Kfz-Verkehrs an strategisch bedeutsamen Knotenpunkten in Richtung Neckarsulm (z. B. L1100 in Untereisesheim, L1095, K9560 in Biberach) und in Richtung Heilbronn (z. B. B293 Großgartacher Straße, L1106 Ludwigsburger Straße) mit ausreichend Aufstellfläche für den Kfz-Verkehr zur Reduzierung

lokaler Umwelt- und Umfeldbelastungen in innerörtlichen Netzbereichen (Umweltsensitives Verkehrsmanagement). Diese Maßnahmen können die identifizierten regionalen **Problemstellen 6, 7, 8, 9, 13 und 18** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem unterstützen die Maßnahmen die bereits entwickelte **Maßnahme MIV6** (Amorbachknoten B 27/L1095/K2116) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.

- **(5) Optimierte Koordinierung der Grünzeiten an Lichtsignalanlagen (Grüne Welle)** entlang hoch belasteter Streckenzüge mit vermehrten Stop-and-Go-Verkehren in Richtung Heilbronn, z. B. B27/K9564 Neckartalstraße bzw. L1100 Neckartalstraße im Übergang zur K9562 Neckargartacher Brücke oder L1095 zur Auffahrt auf die B27 in Richtung Neckarsulm. Diese Maßnahme kann die identifizierte regionale **Problemstelle 14** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem unterstützen die Maßnahmen die **Maßnahmen MIV7** (Zusätzliche Geradeausspur im Zuge der L1100) und **MIV2** (L 1100, 2-bahniger Ausbau und Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.
- **(6) GLOSA (Green Light Optimized Speed Advisory) für Kfz-Verkehre** entlang hoch belasteter Streckenzüge mit vermehrten Stop'n'Go-Verkehren in Richtung Heilbronn und Neckarsulm (B27/K9564, L1100, L1095 etc.) zur Verstetigung des Verkehrsablaufs. Zudem unterstützt diese Maßnahmen die Maßnahme **MIV9** (B27, 4-streifiger Ausbau zwischen A 6 und B 27/L1095 des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.
- **(7) Zwischen den Straßenbaulastträgern und Betreibern der verkehrstechnischen Infrastrukturen abgestimmte übergeordnete Steuerung von Lichtsignalanlagen (Verkehrssteuerung) in Abhängigkeit zu regionalen Verkehrsmanagementstrategien einer Verkehrsleitzentrale** mit der situationsabhängigen Schaltung strategiekonformer Haupt- und Alternativrouten in der Region. Als Folge sind die Ertüchtigung bestehender Lichtsignalanlagen mit der Implementierung strategischer Signalprogramme und die Vernetzung von städtischen Verkehrssystemen und Systemen der Mobilitätszentrale des Landes Baden-Württemberg zu adressieren.
- **(8) Dynamische Alternativroutensteuerung** von überregionalen Verkehrsströmen und Pendlerströmen („Strategiekonformes Routing“) mit Verkehrsinformationen sowie intelligenter Routenführung bei verkehrlichen Ereignissen (z. B. Stau, Unfall, Baustelle, Veranstaltungen). Dies bedingt vorausgehend die Digitalisierung und Bereitstellung solcher Alternativrouting-Strategien und dynamischen Verkehrsdaten über den Nationalen Zugangspunkt „Mobilithek“ sowie die Nutzung des Baustellen- und Ereignismanagementsystems BEMaS des Landes Baden-Württemberg.
- **(9) SBA - Dynamische Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten** von Süden kommend auf der B27 und L1100/K9554 Neckartalstraße in Richtung Heilbronn sowie von Westen kommend entlang der B293 in Richtung Heilbronn und von Norden kommend auf der B27 und L1100 Neckartalstraße in Richtung Heilbronn und Neckarsulm. Diese Maßnahme kann die identifizierten regionalen **Problemstellen 1, 7, 9 und 10** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem

unterstützt die Maßnahme die bereits entwickelten **Maßnahmen MIV7** (Zusätzliche Geradeausspur im Zuge der L1100) und **MIV2** (L 1100, 2-bahniger Ausbau und Nordumfahrung Frankenbach/Neckargartach) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.

- **(10) Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl durch dynamische Verkehrsinformationen** (Abfahrtszeit/Takt des SPNV und Auslastung freier Parkplätze) mittels Vario-/Infotafeln bzw. virtuellen Schildern mit Empfehlungen zum Umstieg auf den Umweltverbund entlang der B27 für die P+R-Anlage in Bad Friedrichshall-Jagstfeld und Lauffen am Neckar sowie entlang der A6 für die P+R-Anlage Bad Rappenau und entlang der B293 für die P+R-Anlage Eppingen. Diese Maßnahme kann die identifizierten regionalen **Problemstellen 5, 7, 9, 10, 12** und **17** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem unterstützt die Maßnahme die **Maßnahmen Ö4** (Haltepunkt Bad Friedrichshall-Süd) und **Ö6** (Verbesserung der Haltestelleninfrastruktur) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.
- **(11) Lkw-Lotse - Vom Vorrangnetz zur Lkw-Navigation.** Einrichtung eines Vorrangnetzes (Straßennetz, Lkw-Verkehrsbeschränkungen, Gewerbegebiete, schützenswerte Bereiche, bestehende Führungsnetze / Lkw-Wegweisung) für anschließendes Lkw-Routing zur Nutzung geeigneter und verträglicher Routen unter Berücksichtigung der geltenden Lkw-Beschränkungen.

5.3 MAßNAHMEN FÜR DEN FUß- UND RADVERKEHR

Neben Maßnahmen für den Öffentlichen Verkehr und Motorisierten Individualverkehr können in Abstimmung mit den zuständigen Akteuren (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Regionalverbände, Landkreise, kreisfreie Städte, Kommunen) nachfolgende Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr im Rahmen des Verkehrsmanagementplans adressiert werden:

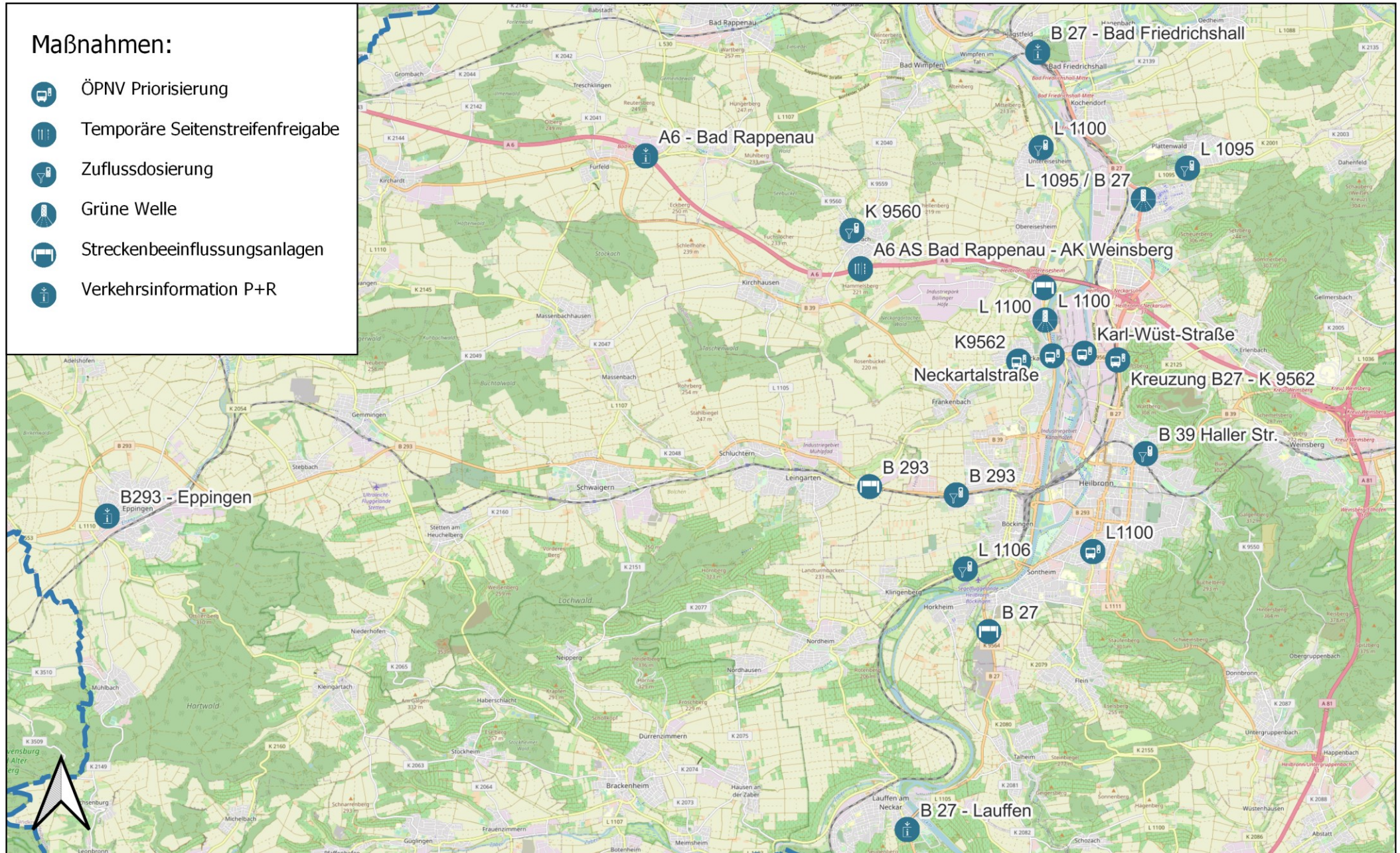
- **(12) Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Radverkehrs** an Lichtsignalanlagen mit erhöhtem Radverkehrsaufkommen entlang von relevanten Strecken (Grüne Welle). Diese Maßnahme unterstützt die **Maßnahmen RF1-RF3** sowie **RF6-RF8** des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.
- **(13) Kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV** an Werktagen ab 8.30 Uhr und am Wochenende ab 9.00 Uhr. Diese Maßnahme greift die bestehende Maßnahme M6 des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm auf.
- **(14) Umsetzung von Radschnellverbindungen** (auf Landesebene ist die Umsetzung von zehn Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg bis 2025 geplant) in der Verbindung von Bad-Wimpfen – Neckarsulm – Heilbronn als eine von drei Pilotstrecken für eine künftige dynamische Steuerung des Radverkehrs. Für eine verkehrssichere und intelligente Bevorrechtigung des Radverkehrs wird empfohlen, die zu kreuzenden Knotenpunkte und deren Infrastrukturen (insbesondere Lichtsignalanlagen) entlang der Radschnellverbindungen mit entsprechender C-ITS-Technik (Road Side Unit) zur Kommunikation zwischen Signalgeber und Radfahrenden

auszustatten. Diese Maßnahmen unterstützen die **Maßnahmen RF3** (RS 3 Bauabschnitt 2 – HN-Neckargartach – HN-Klingenberg) und **RF6** (RSV-Vorzugstrasse Korridor C: Teilabschnitt 1 Neckarsulm – Neckarstraße, Binswanger Straße bis Mühlweg) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.

- **(15) Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Fußverkehrs** an Lichtsignalanlagen zur Bevorrechtigung des Fußverkehrs.

Hinweis: Insbesondere die Maßnahmen 1, 5 und 15 für das betroffene Straßennetz werden so ausgearbeitet, dass sie nicht im Widerspruch zueinanderstehen.

- ÖPNV Priorisierung
- Temporäre Seitenstreifenfreigabe
- Zuflussdosierung
- Grüne Welle
- Streckenbeeinflussungsanlagen
- Verkehrsinformation P+R



0 1 2 3 4 5 km

6 ERGEBNISSE DER POTENTIALABSCHÄTZUNG

Auf Basis einer excel-basierten Potenzialberechnung¹ wurde eine grobe Potenzialabschätzung auf Basis statistischer Werte der Region Heilbronn-Neckarsulm, allgemeiner Zusammenhänge, Ergebnissen aus Fachliteratur und wissenschaftlichen Untersuchungen sowie Erfahrungswerten durchgeführt. Für die Region Heilbronn-Neckarsulm wurden dabei folgende Kennwerte genutzt:

- **481.000 Einwohner** (gem. statistischem Landesamt BW)
- **61.000 Einpendler** (gem. Pendleratlas auf Basis der amtl. Pendlerstatistiken)
- **70.000 Auspendler** (gem. Pendleratlas auf Basis der amtl. Pendlerstatistiken)
- **Modal Split aller Wege** (gem. Mobilität in Deutschland, 2017)
 - **46 % MIV Fahrer**
 - **11 % MIV Mitfahrer**
 - **7 % ÖPNV**
 - **11 % Radfahrer**
 - **25 % Fußgänger**
- **Länge des Bundesstraßennetzes: 134 km**
- **Länge des klassifizierten Straßennetzes (Bundes-, Land- und Kreisstraßen): 1.066 km**
- **Anzahl an Knotenpunkten mit Bau- und Betriebsform als Lichtsignalanlage: 70**

Darüber hinaus wurde die Realisation der in Kapitel 5 beschriebenen Maßnahmen angenommen. Da sich das Verkehrsmanagement im Raum Heilbronn-Neckarsulm noch in einem frühen Stadium befindet und die einzelnen Maßnahmen detailliert ausgearbeitet werden müssen, wurden folgende Annahmen für die Berechnung getroffen:

- **Busbevorrechtigung an zehn Knotenpunkten**
- **GLOSA für Busse über 10,66 km** (1% der Streckenlänge des klassifizierten Netzes)
- **Temporäre Seitenstreifenfreigabe über 1,34 km** (1% der Streckenlänge des Bundesstraßennetzes)
- **Zehn Strategien für Zuflusdosierungen**
- **GLOSA für Kfz-Verkehr über 10,66 km** (1% der Streckenlänge des klassifizierten Netzes)

¹ vgl. POTENTIALABSCHÄTZUNG FÜR REGIONALES VERKEHRSMANAGEMENT IN BADEN-WÜRTTEMBERG, Trafficon & BW, 2024

- 20 Strategien für übergeordnete Steuerung von Lichtsignalanlagen für Haupt- und Alternativrouten
- Zehn Strategien für dynamische Alternativroutensteuerung
- Dynamische Anpassung der zul. Höchstgeschwindigkeit auf 1,34 km (1% der Streckenlänge des Bundesstraßennetzes)
- Zehn Strategien mit dynamischen Verkehrsinformationen zur Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl
- Anpassung der Signalprogramme zugunsten des Radverkehrs an fünf Knotenpunkten
- Kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV ist möglich
- Radschnellverbindungen über 0,67 km (0,5% der Streckenlänge des Bundesstraßennetzes)

Die Realisierung der Maßnahme 11 „Lkw Lotse“ geht nicht mit in die Berechnung ein. Sie hat positive Auswirkungen auf die Lärmbelastung in schützenswerten Bereichen und die verkehrsbedingten Immissionen der Personen in den betroffenen Bereichen reduzieren sich. Da die Potenzialabschätzung auf Basis der Emissionen berechnet wird, können die beschriebenen Auswirkungen der Maßnahme nur qualitativ und nicht quantitativ berücksichtigt werden.

Für die Region Heilbronn-Neckarsulm wird ein jährliches Reduktionspotenzial von **rund 4.000 t CO₂** bzw. **7.000 kg NO_x** pro Jahr errechnet. Die auf Basis der INRIX-Analyse errechneten **Stautunden reduzieren sich um etwa 4,4%**. Der **volkswirtschaftliche Nutzen** durch weniger Stau wird überschlägig mit **rund 1,6 Mio. Euro pro Jahr beziffert**.

Zusätzlich zu diesen Potenzialen bewirkt ein Verkehrsmanagement mit den zuvor genannten Maßnahmen nicht nur eine optimierte Nutzung vorhandener Infrastruktur, sondern fördert den Modal Shift hin zum Umweltverbund (Fuß, Rad, ÖV) und senkt somit die Verkehrsbelastungen.

7 KOSTENANNAHME

7.1 MAßNAHMEN IM ÖFFENTLICHEN VERKEHR

Zur Steigerung der Effizienz und der Fahrgastzahlen sowie zur Verflüssigung des öffentlichen Verkehrs (ÖV) entlang bedeutsamer Strecken und Linien können insbesondere nachfolgende Maßnahmen adressiert werden.

Der Handlungsbedarf sind die Installation neuer bzw. die Ertüchtigung bestehender Lichtsignalanlagen mit entsprechenden verkehrsabhängigen Signalprogrammen zur Verkehrssteuerung und Road Side Units (RSU) sowie die Ausstattung der Fahrzeugflotten mit On-Board-Units (Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation).

7.1.1.1 SITUATIONSABHÄNGIGE BUSBEVORRECHTIGUNG

ÖPNV-Priorisierung an bedeutsamen Knotenpunkten sowohl in der regionalen Verbindung als auch im Zulauf zu den Innenstadtbereichen von Heilbronn und Neckarsulm, z. B. B27, L1100 Neckartalstraße, K9562 Frankenbacher Straße, Karl-Wüst-Straße.

Investitionskosten für eine Lichtsignalanlage zur Ausstattung mit einer Busbevorrechtigung:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 19.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - DFE/DFA: 1.200 €/1.200 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto. Die Kostenschätzung beruht auf der Annahme einer Lichtsignalanlage ohne Berücksichtigung von Vorarbeiten durch Dritte (ohne Übernahme von bestehenden Signalplanungen).

7.1.1.2 GLOSA-DIENST FÜR ÖV

GLOSA (Green Light Optimized Speed Advisory) für Busse und Straßenbahnen entlang bedeutsamer Linienverläufe mit hoher Taktung und Fahrgastzahlen.

Investitionskosten für eine Lichtsignalanlage zur Ausstattung mit einer Roadside Unit (RSU):

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 19.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - RSU: 3.500 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Investitionskosten je Onboard-Unit in Bus oder Straßenbahn:

- Planungskosten: 1.500 €
- Baukosten: 10.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2 MAßNAHMEN IM MOTORISIERTEN INDIVIDUALVERKEHR

Zur Verflüssigung und Verstetigung des Verkehrs im motorisierten Individualverkehr (MIV) können folgende Maßnahmen für die Region adressiert werden.

7.2.1 TEMPORÄRE SEITENSTREIFENFREIGABE

Temporäre Seitenstreifenfreigaben (TSF) auf der A6, z. B. zwischen AS Bad Rappenau und AK Weinsberg oder zwischen AS Bretzfeld und AK Weinsberg für das zeitweise Befahren des Seitenstreifens an hochbelasteten Streckenabschnitten vermeiden Durchgangs- und Ausweichverkehre durch Heilbronn und Neckarsulm.

Investitionskosten für 1 km Strecke auf einer Bundesautobahn:

- Planungskosten: 13.000 €
- Baukosten: 135.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.2 ZUFLUSSDOSIERUNG

Verkehrs- und situationsabhängige Steuerung des Zuflusses des Kfz-Verkehrs an strategisch bedeutsamen Knotenpunkten in Richtung Neckarsulm, z. B. L1100 in Untereisesheim, L1095, K9560 in Biberach und in Richtung Heilbronn, z. B. B293 Großgartacher Straße, L1106 Ludwigsburger Straße mit ausreichend Aufstellfläche für den Kfz-Verkehr zur Reduzierung lokaler Umwelt- und Umfeldbelastungen in innerörtlichen Netzbereichen (Umweltsensitives Verkehrsmanagement).

Investitionskosten zur verkehrsabhängigen Steuerung einer LSA:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 16.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - z. B. zusätzlicher Detektor (Stauschleife) mit Tiefbau: 12.000 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.3 OPTIMIERTE KOORDINIERUNG DER GRÜNZEITEN AN LICHTSIGNALANLAGEN (GRÜNE WELLE)

Grüne Welle entlang hoch belasteter Streckenzüge mit vermehrten Stop-and-Go-Verkehren in Richtung Heilbronn, z. B. B27/K9564 Neckartalstraße bzw. L1100 Neckartalstraße im Übergang zur K9562 Neckargartacher Brücke oder L1095 zur Auffahrt auf die B27 in Richtung Neckarsulm.

Investitionskosten für einen Streckenzug mit einer Annahme von 4 LSA zur Koordinierung:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 70.000 € (Neuplanung komplett inkl. Simulation)
 - Test/Inbetriebnahme: 10.000 €
- Baukosten:
 - Installation: 9.600 €
 - Test/Inbetriebnahme: 6.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto. Die Kostenschätzung beruht auf der Annahme einer Lichtsignalanlage ohne Berücksichtigung von Vorarbeiten durch Dritte (ohne Übernahme von bestehenden Signalplanungen).

7.2.4 GLOSA-DIENST FÜR KFZ

Green Light Optimized Speed Advisory für den Kfz-Verkehr entlang hoch belasteter Streckenzüge mit vermehrten Stop'n'Go-Verkehren in Richtung Heilbronn und Neckarsulm (B27/K9564, L1100, L1095 etc.) zur Verstetigung des Verkehrsablaufs.

Investitionskosten für eine Lichtsignalanlage zur Ausstattung mit einer Roadside Unit (RSU):

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 19.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - RSU: 3.500 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.5 VERNETZUNG VON LSA AN VERKEHRSRECHNER

Zwischen den Straßenbaulastträgern und Betreibern der verkehrstechnischen Infrastrukturen **abgestimmte übergeordnete Steuerung von Lichtsignalanlagen (Verkehrssteuerung) in Abhängigkeit zu regionalen Verkehrsmanagementstrategien einer Verkehrsleitzentrale** mit der situationsabhängigen Schaltung strategiekonformer Haupt- und Alternativrouten in der Region. Als Folge sind die Ertüchtigung bestehender Lichtsignalanlagen mit der Implementierung strategischer Signalprogramme und die Vernetzung von städtischen Verkehrssystemen und Systemen der Mobilitätszentrale des Landes Baden-Württemberg zu adressieren.

Investitionskosten für eine LSA zur Anbindung an einen Verkehrsrechner:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 19.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - z. B. neues Steuergerät: 17.000 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 € brutto

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.6 DYNAMISCHE ALTERNATIVROUTENSTEUERUNG

Dynamische Alternativroutensteuerung von überregionalen Verkehrsströmen („**Strategiekonformes Routing**“) mit Verkehrsinformationen sowie intelligenter Routenführung bei verkehrlichen Ereignissen (z. B. Stau, Unfall, Baustelle, Veranstaltungen). Dies bedingt vorausgehend die Digitalisierung und Bereitstellung solcher Alternativrouting-Strategien und dynamischen Verkehrsdaten über den Nationalen Zugangspunkt „Mobilithek“ sowie die Nutzung des Baustellen- und Ereignismanagementsystems BEMaS des Landes Baden-Württemberg.

Investitionskosten für eine Verkehrsmanagementsoftware zur Digitalisierung von Verkehrsmanagementstrategien und Publikation dieser an die Mobilithek:

- Planungskosten (Konzeption Software): 150.000 €
- Software (Beschaffungskosten): 1.500.000 €
- Betriebs- und Lizenzkosten (jährlich): 100.000 – 150.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.7 STRECKENBEEINFLUSSUNGSANLAGE

Dynamische Anpassung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von Süden kommend auf der B27 und L1100/K9554 Neckartalstraße in Richtung Heilbronn sowie von Westen kommend entlang der B293 in Richtung Heilbronn und von Norden kommend auf der B27 und L1100 Neckartalstraße in Richtung Heilbronn und Neckarsulm.

Investitionskosten für 1 km Strecke an einer Bundesstraße:

- Planungskosten: 15.000 €
- Baukosten: 150.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.8 BEEINFLUSSUNG DER VERKEHRSMITTELWAHL DURCH DYNAMISCHE VERKEHRSINFORMATIONEN

(Abfahrtszeit/Takt des SPNV und Auslastung freier Parkplätze) mittels Vario-/Infotafeln bzw. virtuellen Schildern mit Empfehlungen zum Umstieg auf den Umweltverbund entlang der B27 für die P+R-Anlage in Bad Friedrichshall-Jagstfeld und Lauffen am Neckar sowie entlang der A6 für die P+R-Anlage Bad Rappenau und entlang der B293 für die P+R-Anlage Eppingen. Diese Maßnahme kann die identifizierten regionalen **Problemstellen 5, 7, 9, 10, 12 und 17** entlasten (vgl. Abbildung 2). Zudem unterstützt die Maßnahme die **Maßnahmen Ö4** (Haltepunkt Bad Friedrichshall-Süd) und **Ö6** (Verbesserung der Haltestelleninfrastruktur) des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm.

Investitionskosten für eine Verkehrsinformationsanzeigetafel (VAT) an einer Bundesstraße:

- Planungskosten: 18.000 € - 20.000 €
- Baukosten: 180.000 € - 200.000 €

Publikation von virtuellen Schilderhalten/Verkehrsinformationen an die Verkehrsteilnehmenden:

- siehe Kapitel 7.2.6

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.2.9 LKW-LOTSE - VOM VORRANGNETZ ZUR LKW-NAVIGATION

Einrichtung eines Vorrangnetzes (Straßennetz, Lkw-Verkehrsbeschränkungen, Gewerbegebiete, schützenswerte Bereiche, bestehende Führungsnetze / Lkw-Wegweisung) für anschließendes Lkw-Routing zur Nutzung geeigneter und verträglicher Routen unter Berücksichtigung der geltenden Lkw-Beschränkungen.

Investitionskosten für eine Verkehrsmanagementsoftware zur Digitalisierung eines Lkw-Vorrangnetzes und Publikation dieser an die Mobilithek für die Routingdienste/Service Provider:

- Planungskosten (Konzeption Software): 50.000 €

- Software (Beschaffungskosten): 500.000 €
- Betriebs- und Lizenzkosten (jährlich): 25.000 – 50.000 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.3 MAßNAHMEN FÜR DEN FUß- UND RADVERKEHR

Neben Maßnahmen für den Öffentlichen Verkehr und Motorisierten Individualverkehr können in Abstimmung mit den zuständigen Akteuren (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, Regionalverbände, Landkreise, kreisfreie Städte, Kommunen) nachfolgende Maßnahmen für den Fuß- und Radverkehr im Rahmen des Verkehrsmanagementplans adressiert werden.

7.3.1 ANPASSUNG DER SIGNALPROGRAMME ZUGUNSTEN DES RADVERKEHRS

Anpassung der Signalprogramme an Lichtsignalanlagen mit erhöhtem Radverkehrsaufkommen zugunsten des Radverkehrs entlang von relevanten Strecken (Grüne Welle).

Investitionskosten für eine LSA inkl. neuer Signalprogramme:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 16.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - z. B. 4 weitere Kameras für Radverkehr: 18.000 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.3.2 KOSTENLOSE FAHRRADMITNAHME IM SPNV

Kostenlose Fahrradmitnahme im SPNV an Werktagen ab 8.30 Uhr und am Wochenende ab 9.00 Uhr. Diese Maßnahme greift die bestehende Maßnahme M6 des Mobilitätspakts Heilbronn-Neckarsulm auf. Es sind keine Investitionskosten zu erwarten.

7.3.3 UMSETZUNG VON RADSCHNELLVERBINDUNGEN

Auf Landesebene ist die Umsetzung von zehn Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg bis 2025 in der Verbindung von Bad-Wimpfen – Neckarsulm – Heilbronn als eine von drei Pilotstrecken für eine künftige dynamische Steuerung des Radverkehrs geplant. Für eine verkehrssichere und intelligente Bevorrechtigung des Radverkehrs wird empfohlen, die zu kreuzenden Knotenpunkte und deren Infrastrukturen (insbesondere Lichtsignalanlagen) entlang der Radschnellverbindungen mit

entsprechender C-ITS-Technik (Road Side Unit) zur Kommunikation zwischen Signalgeber und Radfahrenden auszustatten.

Investitionskosten für eine Lichtsignalanlage zur Ausstattung mit einer Roadside Unit (RSU):

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 19.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - RSU: 3.500 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.3.4 ANPASSUNG DER SIGNALPROGRAMME ZUGUNSTEN DES FUßVERKEHRS

Anpassung der Signalprogramme an Lichtsignalanlagen zur Bevorrechtigung des Fußverkehrs entlang von relevanten Strecken (Grüne Welle).

Investitionskosten für eine LSA inkl. neuer Signalprogramme:

- Planungskosten:
 - SLP/Planung/LV: 16.000 € (Neuplanung komplett)
 - Test/Inbetriebnahme: 2.500 €
- Baukosten:
 - z. B. 4 weitere Kameras für Fußgänger-Verkehr: 18.000 €
 - Installation: 2.400 €
 - Test/Inbetriebnahme: 1.500 €

Hinweis: Alle Werte in € sind brutto.

7.4 GESAMTKOSTEN DES VM-PLANS

Auf Grundlage der Kostenaufstellung werden folgende Kosten für die Planung, Beschaffung und Umsetzung sowie den Betrieb der gemäß des Verkehrsmanagementplans vorgeschlagenen Maßnahmen (Art und Anzahl) angenommen. Eine Übersicht aller Kosten nach Positionen und aufgeschlüsselt nach deren Anzahl kann der Anlage 6 (Gesamtkalkulation) entnommen werden.

Gesamte Investitionskosten: 12.719.000 €

Jährliche Betriebskosten: 1.071.900€

8 ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

Das folgende Kapitel fasst die wichtigsten Erkenntnisse für einen künftigen ausführungsfähigen Verkehrsmanagementplan für die Region Heilbronn-Neckarsulm zusammen. Die identifizierten verkehrlichen Problemstellen (vgl. Kapitel 4) und die dafür vorgeschlagenen Maßnahmen (vgl. Kapitel 5) zur Verringerung dieser wurden hinsichtlich der zu erwartenden Potentiale zur Reduzierung von Umwelt- und Umfeldbelastungen (vgl. Kapitel 6) zusammenfassend betrachtet.

Insgesamt wurden im Untersuchungsraum durch die FCD-Analyse und das hinzugezogene Expertenwissen des Auftraggebers 19 verkehrlich bedeutsame Problemstellen identifiziert, die erwartbare Reduktionspotentiale durch geeignete Maßnahmen des regionalen Verkehrsmanagements innehaben. Charakteristisch für das Untersuchungsgebiet sind insbesondere die periodischen Belastungsschwankungen (morgens, abends) durch die täglichen Pendlerverkehre. Zudem führen auch geplante Maßnahmen, wie Baustellen und nicht planbare Ereignisse, wie Unfälle, insbesondere auf den Autobahnen zu längeren Verkehrseinschränkungen und in Teilen zu Verlagerungsverkehren in das nachgeordnete Netz. Auf Grundlage dieser Problemstellen wurden geeignete Maßnahmen des Regionalen Verkehrsmanagements für den ÖPNV und MIV sowie begleitend für den Rad- und Fußverkehr skizziert. Im Ergebnis liegen konkrete Maßnahmenvorschläge mit Ortsbezug und Kurzbeschreibung zur Verkehrslenkung, -steuerung und -information vor. Diese zielen ganzheitlich auf eine vernetzte und intermodale Mobilität im Einklang der Ziele der Verkehrswende des Landes Baden-Württemberg bis 2030 ab. Mit Hilfe der Potentialanalyse konnten maßgebliche Hebel zur Reduzierung der verkehrlichen Problemstellen unter Umsetzung der entwickelten Maßnahmenvorschläge des Verkehrsmanagementplans identifiziert werden.

Für die Region Heilbronn-Neckarsulm wird ein jährliches Reduktionspotenzial von rund 4.000 t CO₂ bzw. rund 7.000 kg NO_x errechnet. Die auf Basis der INRIX-Analyse errechneten Staustunden reduzieren sich um etwa 4,4%. Der volkswirtschaftliche Nutzen durch weniger Stau wird überschlägig mit rund 1,6 Mio. Euro beziffert.

Dem gegenüber stehen zu erwartende Investitionskosten in Höhe von 12.719.000 € und Betriebskosten von 1.071.900€.

Der Verkehrsmanagementplan adressiert und flankiert darüber hinaus sowohl die bereits bestehenden als auch geplanten Vorhaben des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg. Die ganzheitliche Strategie zur Verkehrswende verstärkt zum einen den etablierten Mobilitätspakt, zum anderen fassen somit die Aktivitäten des regionalen Verkehrsmanagements unter Berücksichtigung des erarbeiteten Verkehrsmanagementplans für die Region Heilbronn-Neckarsulm Fuß. Vor diesem Hintergrund werden eine Intensivierung (bereits in der Umsetzung bzw. umgesetzt) sowie Initialisierung (in Planung) nachfolgender Aktivitäten zur Stärkung des Mobilitätspaktes und des regionalen Verkehrsmanagements empfohlen:

Bereits umgesetzte Maßnahmen:

- BEMaS – Baustellen- und Ereignismanagementsystem des Landes Baden-Württemberg: Das System unterstützt Kommunen und deren Behörden bei der Digitalisierung von Baustellen und Ereignissen sowie deren Genehmigungen. Die gesammelten Daten helfen unter anderem Navigationsdienstleistern dabei, die beste Route zum Ziel zu berechnen, und sorgen somit für ein strategiekonformes Routing im Interesse der öffentlichen Hand.
- Lichtsignalanlagen-Zentrale des Landes Baden-Württemberg: Anbindung von Lichtsignalanlagen der Straßenbaulastträger zur ganzheitlichen Überwachung und Steuerung der Anlagen im Betrieb sowie zur verkehrsabhängigen Beeinflussung regionaler Verkehrsströme im Interesse der Verkehrswende.
- Mobilitätsstationen/-säulen des Landes Baden-Württemberg: Umsteigeangebote für den Umweltverbund an Orten mit drei oder mehr klimafreundlichen überregionalen Verkehrsmitteln für eine zukunftssträchtige, klimafreundliche und praktische Mobilität.

Geplante Vorhaben:

- Errichtung einer Verkehrsmanagementzentrale durch das Land Baden-Württemberg mit spezieller Software und Hardware für ein Verkehrsmanagementsystem und einen Strategiearbeitsplatz zur Schaltung von zuständigkeitsübergreifenden Verkehrsmanagementstrategien in Echtzeit.

Die Region Heilbronn-Neckarsulm bietet deutliches Potential, welches durch RVM aktiviert werden kann. Für eine konkrete erfolgreiche Umsetzung der im Verkehrsmanagementplan skizzierten Maßnahmenvorschläge wird daher die Entwicklung und **Einführung eines regionalen Verkehrsmanagements auf Grundlage des bestehenden Mobilitätspakts, sowie der Aktivitäten des Landes Baden-Württembergs** für den Ballungsraum empfohlen. Dieses regionale Verkehrsmanagement dient dabei der ganzheitlich abgestimmten Verkehrsbeeinflussung zwischen den Straßenbaulastträgern und der Reduzierung von Umwelt- und Umfeldbelastungen. Folgende Schritte können bei der Umsetzung dieses Ziels in Angriff genommen werden:

- Ein durch das Ministerium für Verkehr des Landes Baden-Württemberg initiiertes und etabliertes Expertenforum unter Einbezug der Autobahn GmbH des Bundes, der Landkreise, Kommunen und Gemeinden auf Ebene der Straßenbaulastträger in Form eines Facharbeitskreises sowie eines politischen Entscheidergremiums zur langfristigen Kooperation.
- Unterstützung des Landes Baden-Württemberg in der ausführungsfähigen Planung und Begleitung der Umsetzung des Verkehrsmanagementplans sowie der entwickelten Maßnahmenvorschläge durch ein externes Projektbüro.
- Fortlaufende Abstimmung mit den Akteuren des Mobilitätspaktes Heilbronn-Neckarsulm zur Schaffung von Synergien in der Umsetzung des regionalen Verkehrsmanagementplans.
- Fortlaufendes Monitoring der im Verkehrsmanagementplan zukünftig realisierten Verkehrsmanagementstrategien und Maßnahmen unter Verwendung von



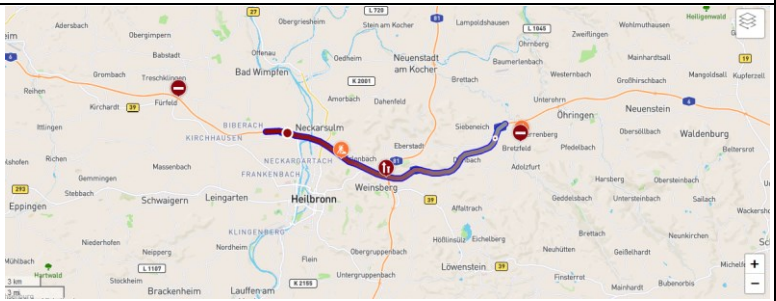
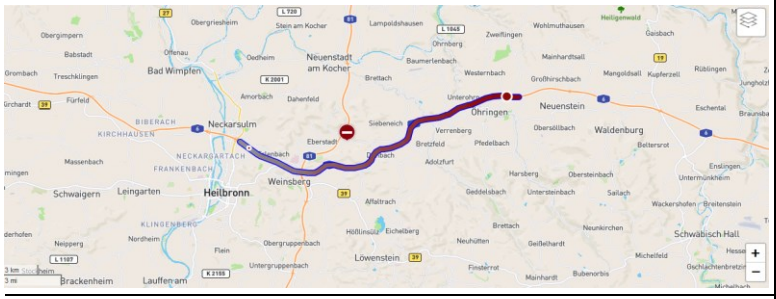
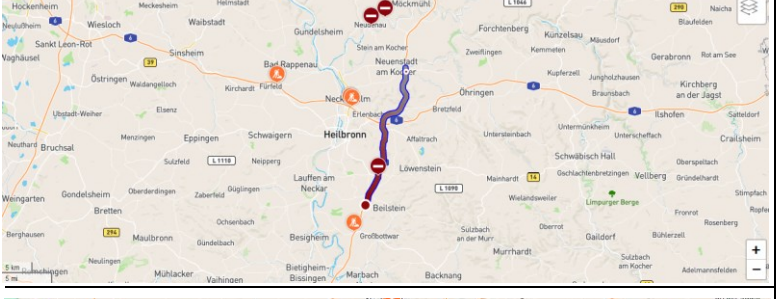
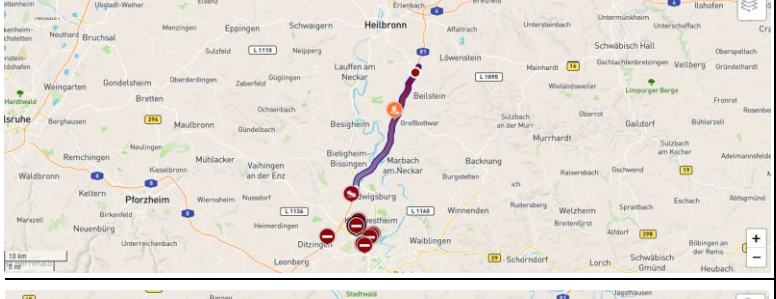
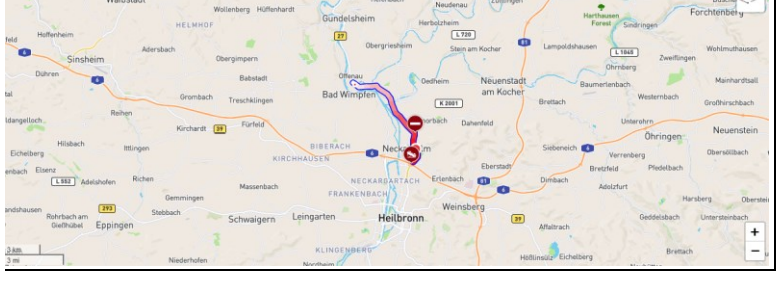
Echtzeitverkehrsdaten der Verkehrsmanagementzentrale des Landes Baden-Württemberg sowie Verwendung einer Wirkungsanalyse geschalteter Verkehrsmanagementstrategien zur Optimierung der Prozesse und Abläufe im Verkehrssystem Straße.

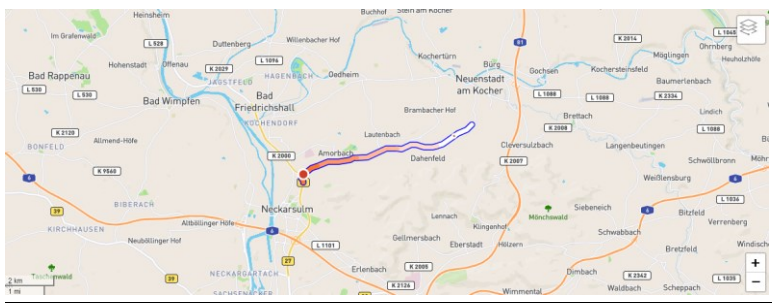
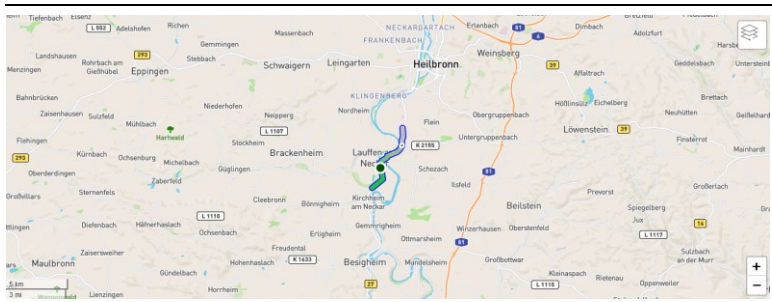


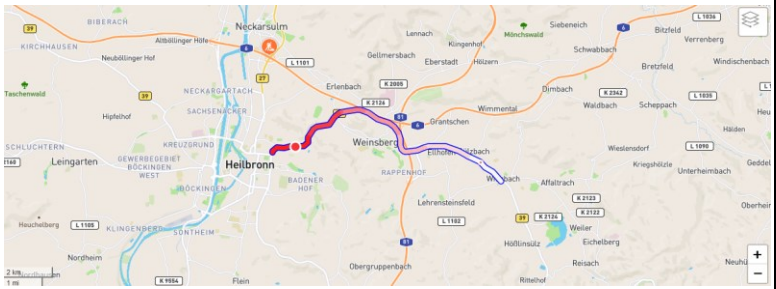
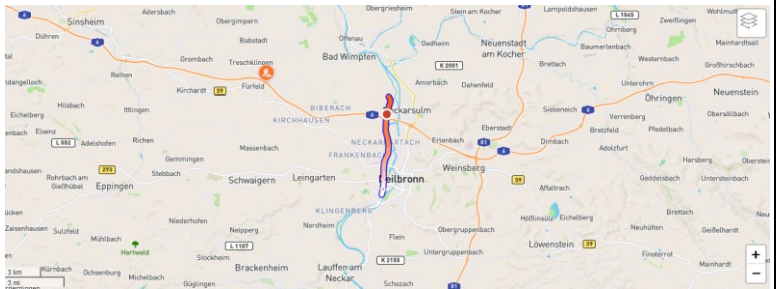
ANLAGEN

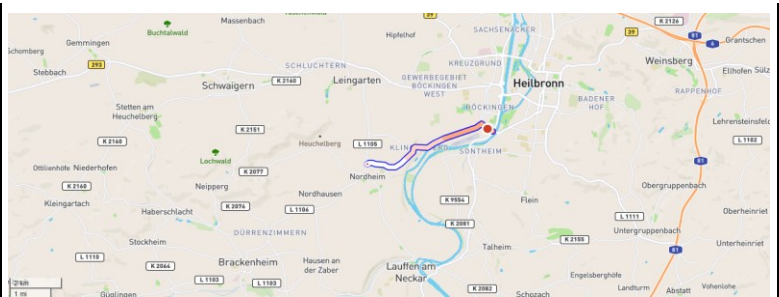
ANLAGE 1: PROBLEMSTELLENDATENBANK

ANLAGE 6: GESAMTKALKULATION

Problemstellenanalyse												
INRIX Roadway Analytics												
Nummer	Situation	Bottleneck Summary Index	Region Name	Road Name	Road Frc.	Road Direction	To Intersection Name	Avg. Duration Minutes	Avg. Max. Length Km	Number of Occurrences	Impact Factor	Räumliche Verortung der Problemstelle
1	Morgenspitze & Abendspitze	23	Region Heilbronn-Neckarsulm	A6 / E50	1	W	A6	28	4,68	3237	423479	
2	Abendspitze	22	Region Heilbronn-Neckarsulm	A6 / E50	1	E	A6	21	4,69	1371	133935	
3	Baustelle	7	Region Heilbronn-Neckarsulm	E41 / A81	1	S	A81	38	4,87	234	43227	
4	Baustelle	42	Region Heilbronn-Neckarsulm	E41 / A81	1	N	A81 11 / L1111 / Siegfried-Levi-Straße	42	5,95	75	18938	
5	Baustelle	48	Region Heilbronn-Neckarsulm	B27 / B292	2	S	B27	58	0,45	63	16369	

6	Morgenspitze	25	Region Heilbronn-Neckarsulm	L1095	3	W	B27 / L1095 / K2116	41	3,94	81	13078	
7	Unfall	440	Region Heilbronn-Neckarsulm	K9560 / Bonfelder Straße / Unterlandstraße / K2141	3	E	L1100 / K9560	94	0,43	16	6445	
8	Morgenspitze	78	Region Heilbronn-Neckarsulm	B27 / B292	2	S	B27 / Neuenstädter Straße	64	4,49	22	6284	
9	Morgenspitze	51	Region Heilbronn-Neckarsulm	B293	2	E	B293 / K2154	30	3,88	40	4633	
10	Abendspitze	13	Region Heilbronn-Neckarsulm	B27	2	S	B27 / In Den Herrenäckern / Am Forchenwald	32	1,73	82	4556	
11	Morgenspitze	313	Region Heilbronn-Neckarsulm	B27 / Neckarsulmer Straße / Uhlandstraße	2	S	B27	36	4,14	27	4027	

12	Morgenspitze	112	Region Heilbronn-Neckarsulm	B293	2	E	B293	26	4,23	36	4007	
13	Baustelle	1	Region Heilbronn-Neckarsulm	B39 / Schlossstraße / B292	2	W	B39 / Riedstraße	25	4,01	40	3996	
14	Abendspitze	30	Region Heilbronn-Neckarsulm	L1100 / Neckartalstraße / K9564	2	N	L1100	17	3,24	68	3702	
15	Morgenspitze	153	Region Heilbronn-Neckarsulm	K9562 / Frankenbacher Straße / Karl-Wüst-Straße / Würzburger Straße	2	E	B27 / K9562	60	2,03	30	3644	
16	Baustelle	120	Region Heilbronn-Neckarsulm	L1111 / Stuttgarter Straße	2	E	L1111 / Kirchweg	85	4,59	8	3111	
17	Baustelle	414	Region Heilbronn-Neckarsulm	B27 / Neckarsulmer Straße	2	N	B27 / Talweg	85	4,46	8	3028	

18	Morgenspitze	6	Region Heilbronn-Neckarsulm	L1106 / Theodor-Heuss-Straße / Ludwigsburger Straße	2 E	L1106	17	3,71	41	2586	
19	Abendspitze	43	Region Heilbronn-Neckarsulm	B39 / Schlossstraße / B292	2 W	B39 / K9562	37	2,25	31	2542	