
Verkehrsleitsystem Bielefeld

- Konzeptstudie für ein Leitsystem im Raum Bielefeld -

- Schlussbericht -

August 2021

Verkehrsleitsystem Bielefeld

- Konzeptstudie für ein Leitsystem im Raum Bielefeld -

- Schlussbericht -

Projekt-Nr.: 321001

Auftraggeber: Stadt Bielefeld
Amt für Verkehr

August-Bebel-Straße 92
33602 Bielefeld

und

moBiel GmbH
Otto-Brenner-Straße 242
33604 Bielefeld

Ansprechpartner: Herr Patrick Kühn (AfV)
Herr Günther Till (moBiel)

Anbieter: SSP Consult
Beratende Ingenieure GmbH
LESKANPARK; Haus 33; 2. OG
Waltherstr. 49-51
51069 Köln

Telefon: 0221 / 968100-0
Telefax: 0221 / 968100-69

Ansprechpartner: Dipl.-Ing. S. Trupat
Telefon: 0221 / 968100 - 11
E-Mail: trupat@ssp-consult.de

T. Bechmann, M. Sc.
Telefon: 0221 / 968100 - 24
E-Mail: bechmann@ssp-consult.de

Köln im August 2021

Inhalt	Seite
Abkürzungsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
1 Ausgangssituation / Aufgabenstellung und Datengrundlagen	4
1.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung der Studie	4
1.2 Datengrundlagen	4
1.3 Zusammenstellung der Grundlagen des Arbeitsprogramms	5
2 Darstellung der Bestandsituation in Bielefeld	6
2.1 Einrichtungen der Stadt Bielefeld im MIV	6
2.2 Einrichtungen Dritter im MIV	8
2.3 Einrichtungen im ÖV	8
2.4 Rad und Fußverkehr	10
3 AP 1: Darstellung von Einzelmaßnahmen und Best-Practice-Beispielen	12
3.1 Grundlagen der Auswahl der Städte für die Marktanalyse	12
3.2 Auswahl der „Vergleichsstädte“ und Vorgehen bei der Analyse	12
3.3 Verkehrslsitsysteme der Stadt Bonn	13
3.4 Verkehrslsitsysteme der Stadt Dortmund	16
3.5 Verkehrslsitsysteme der Stadt Stuttgart	18
3.6 Potenzielle Dienstleister für telematische Anwendungen	21
3.7 Abschätzung der Potenziale, Chancen und Risiken	22
3.8 Finale Einschätzung der Adaptierbarkeit auf die Situation in Bielefeld	23
4 AP 2: Entwicklung von Szenarien für Bielefeld	24
4.1 Grundlagen der Szenarienentwicklung	24
4.2 Ableitung und Darstellung der 2 betrachteten Szenarien	24
4.2.1 Einleitung / Entscheidungsfindung	24
4.2.2 Grundsätzlicher Aufbau	25
4.2.3 Detaillierte Ausgestaltung des Szenarios 1	27
4.3 Auswirkungen auf Verkehrsgeschehen und Emissionen	36
4.4 Berücksichtigung Aspekte und Maßnahmen im Rahmen des Störfall- bzw. Baustellenmanagements	37
4.5 Potenzial-, Risiko- und Chancenanalyse zum Vorzugsszenario hinsichtlich der Verkehrsträger MIV, ÖV und Radverkehr	38
4.6 Bewertung des Vorzugsszenarios anhand der vorgenannten Kriterien	43
5 AP 3: Detailanalysen zu den personellen, kosten- und nutzenseitigen Aspekten	44
5.1 Allgemeine Grundlagen	44
5.2 Darstellung des zeitlichen, personellen und organisatorischen Aufwandes	44

5.3	Ermittlung und Darstellung der erforderlichen Investitions- und Betriebskosten	45
5.4	Ermittlung der zu erwartenden Wirkungen	47
5.5	Analyse des zu erwartenden Nutzens	48
5.6	Zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse	49
6	AP 4: Empfehlungen zum weiteren Vorgehen / Darstellung möglicher Organisations- und Beteiligungsstrukturen	50
6.1	Darstellung der verschiedenen Einzelpakete bezogen auf schrittweise Teilumsetzungen	50
6.2	Beschreibung / Darstellung geeigneter Organisations- und Beteiligungs-Strukturen	50
6.3	Zu beteiligende Stakeholder in der weiteren Planung und Umsetzung	51
7	Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick auf das weitere Vorgehen	53
7.1	Bestandssituation Bielefeld	53
7.2	Best- Practice Beispiele und Adaptierbarkeit auf Bielefeld	53
7.3	Aufbau eines Verkehrsleitsystems – Mögliches Umsetzungsszenario	54
7.4	Kosten sowie Organisations- und Betriebsaufwand	55
	Anlagenverzeichnis:	56

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AP	Arbeitspaket
BÜ	Bahnübergang
EFA	Elektronische Fahrplanauskunft
IBIS	Integriertes Bord-Informations-System
ITCS	Intermodal Transport Control System
IVLZ	Integrierte Verkehrsleitzentrale
LSA	Lichtsignalanlage
MDM	Mobilitätsdatenmarkt
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖPP	Öffentliche Private Partnerschaft
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PLS	Parkleitsystem
VLS	Verkehrssystem
VPLS	Veranstaltungsparkleitsystem
VSR	Verkehrsrechner

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: ITCS- Architektur von moBiel	9
Abbildung 2.2: Übersicht Konzept Dauerzählstellen Radverkehr	10
Abbildung 2.3: Übersicht Siggis- Stationen	11
Abbildung 3.1: Beispiel-AQ VLS Bonn	14
Abbildung 4.1: Schematische Darstellung Systemarchitektur	26
Abbildung 4.2: Beispiel für Ausweichroutenempfehlungen auf einem LED-AQ	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Einschätzung der Potenziale, Risiken und Chancen	39
Tabelle 5.1: Nutzenfaktoren	48

ANLAGEN

ANLAGE 1: BEISPIEL FÜR EIN VLS IN BONN

ANLAGE 2: BEISPIEL FÜR EIN VLS IN DORTMUND

ANLAGE 3: TABELLARISCHE ÜBERSICHT VORZUGSSZENARIO

ANLAGE 4-1: PLANSKIZZE VLS BIELEFELD - ÜBERGEORDNETER LAGEPLAN

ANLAGE 4-2: PLANSKIZZE VLS BIELEFELD - BEREICH INNENSTADT

1 Ausgangssituation / Aufgabenstellung und Datengrundlagen

1.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung der Studie

Die Stadt Bielefeld gehört zu den 20 größten Städten Deutschlands (ca. 340.000 Einwohner). Als Oberzentrum mit einer Vielzahl von Aus- und Einpendlern ist es wichtig, ein leistungsfähiges Straßennetz vorzuweisen und gleichzeitig alternative Verkehrsmittel anbieten zu können. Deshalb wurde die Mobilitätsstrategie 2030 beschlossen. Das Ziel dabei ist die Reduzierung des Anteils des motorisierten Individualverkehrs (MIV) im Modal Split von heute 50 auf 25 %, sowie die Anhebung des Anteils des Umweltverbunds (Fuß, Rad und ÖV) von heute 50 auf 75%. Dazu wurden bereits mehrere Konzepte beauftragt. Im Bereich des MIV sind dies „Fließender Verkehr MIV und Wirtschaftsverkehr“ sowie „Strategie Ruhender Verkehr“.

Der vorliegende Bericht umfasst die Ergebnisse aus der Erarbeitung einer Konzeptstudie für ein Verkehrsleitsystem (VLS). Dabei wird dargestellt, wie ein künftiges modernes und innovatives VLS für Bielefeld aufgebaut werden kann. Die hierbei relevanten Randbedingungen sind den nachfolgenden Ausführungen zu entnehmen.

1.2 Datengrundlagen

Grundlagen der Bearbeitung der Studie sind neben den Ergebnissen der Befahrung vom 18.02.2021 sowie den Besprechungsergebnissen mit dem Auftraggeber (AG) die unten aufgeführten Unterlagen:

- Auszüge aus verfügbaren Planunterlagen sowie sonstigen Unterlagen aus den „Vergleichsstädten“ Bonn, Dortmund und Stuttgart;
- Parallele Planungen / Informationen zu den anderen Teilprojekten aus der Mobilitätsstrategie 2030 seitens der Stadt Bielefeld (soweit relevant);
- Verfügbare Informationen zu den zu verwendenden Schnittstellen zur Einbindung in bestehende Zentralen- bzw. sonstigen Drittsystemen (insbesondere Verkehrsrechner und Parkleitsystemrechner der Stadt Bielefeld, Landesbetrieb Straßen NRW, moBiel, LANUV und BVO);
- Verfügbare Karten- bzw. Plangrundlagen in digitaler Form zur Darstellung der Ergebnisse des Projektes;
- Informationen und Daten zu Bestandssystemen für den MIV und öffentlicher Verkehr (ÖV) sowie bereits vorhandenen Messquerschnitten, welche in die Planung mit einzubeziehen sind;
- Vorgaben hinsichtlich baulicher, technischer oder zeitlicher Restriktionen, welche bei der Konzeptionierung seitens SSP zu berücksichtigen sind;
- Informationen zu innovativen Themen wie z. B. Handyparken oder Smart Parking, die bei der Stadt Bielefeld, z.B. aus Kontakten mit Betreibern oder Telekom, bereits vorliegen sowie
- administrative / betriebliche Vorgaben, die zwingend zu beachten sind.

Weitere Grundlagen der Bearbeitung sind neben den o. g. Vorgaben insbesondere auch – die verfügbaren Dokumentationsunterlagen der vorhandenen Einrichtungen sowie alle für die Konzeption eines VLS relevanten Regelwerke und Hinweispapiere, hier insbesondere die RWB, das HAV sowie die RWVZ, das Merkblatt dWiSta sowie die Hinweise der FSGV.

1.3 Zusammenstellung der Grundlagen des Arbeitsprogramms

Das nachfolgend abgeleitete Konzept für das VLS Bielefeld orientiert sich hinsichtlich seiner Ausrichtung schwerpunktmäßig an den Bewertungskriterien

- Zielorientierung;
- Innovation sowie
- Verständlichkeit.

Aufbauend auf der im Kapitel 2 beschriebenen Bestandssituation (IST-Analyse) ist folgendes Arbeitsprogramm im Rahmen der Studie bearbeitet worden (Details siehe Kapitel 3 bis 6):

AP 1: Darstellung von Einzelmaßnahmen und Best-Practice-Beispielen

AP 2: Entwicklung von Szenarien für Bielefeld

AP 3: Detailuntersuchung für ausgewählte Szenarien (Wirkung, Kosten, Nutzen)

AP 4: Empfehlungen zum weiteren Vorgehen / Darstellung Organisations- und Beteiligungsstrukturen

2 Darstellung der Bestandsituation in Bielefeld

Im Kapitel 2 ist die derzeitige Bestandssituation hinsichtlich verkehrstechnischer Komponenten in Bielefeld, Stand März 2021, im Rahmen einer IST-Analyse zusammengestellt. Dabei wird unterschieden zwischen den Einrichtungen im MIV sowie im ÖV als auch zwischen Einrichtungen der Stadt Bielefeld und Dritten. Im Stadtgebiet Bielefeld sind unterschiedliche Straßenbaulastträger (Stadt Bielefeld, Landesbetrieb Straßen NRW) sowie die städtischen Verkehrsbetriebe (moBiel GmbH,) am Betrieb der Verkehrsinfrastruktur beteiligt. Zudem werden Busleistungen im Stadtgebiet auch von weiteren Verkehrsgesellschaften (Transdev GmbH, GO.ON mbH, Busverkehr Ostwestfalen- Lippe GmbH (BVO) erbracht.

2.1 Einrichtungen der Stadt Bielefeld im MIV

Die Stadt Bielefeld betreibt mehrere Verkehrsrechner (VSR1 – VSR3) an drei Standorten mit insgesamt zurzeit 245 Lichtsignalanlagen (LSA). In der Hauptzentrale befindet sich auch die Sicherungstechnik für den Ostwestfalentunnel sowie das städtische Parkleitsystem (PLS). Durch den Verkehrsrechner werden zurzeit lediglich wochentags und tageszeitabhängig unterschiedlich leistungsfähige Programme geschaltet. Zusätzlich gibt es Schaltmöglichkeiten für die Feuerwehr zu unterschiedlichen Feuerwehrfahrstraßen und Zielen sowie ein Szenario zur Schaltung bei der Anfahrt bzw. Abfahrt zu Spielen des DSC Arminia Bielefeld.

Zusätzlich existieren in Bielefeld mehrere Messstationen des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW). Von diesen Messstellen werden Messwerte im Internet veröffentlicht. Ein Online-Dienst existiert hier aber bisher nicht.

Das PLS wird seit 2000 für die Innenstadt betrieben und teilt sich in drei Zonen (Altstadt, City und Bahnhof) auf. Insgesamt sind 22 Parkhäuser an das Parkleitsystem angeschlossen, womit in Summe 7.200 Einzelparkstände erfasst werden. An der Universität bestehen weiterhin Parkmöglichkeiten. Hier ist eine zukünftige Einbindung in das VLS Bielefeld im Rahmen der Szenariendefinition zu prüfen. Zur Verkehrsführungen werden

- 11 statische Vorankündigungstafeln an den Haupteinfallstraßen,



- 91 statische Parkleitwegweiser sowie



- 78 dynamische Anzeigetafeln



Eigene Fotos SSP

an insgesamt 46 Standorten eingesetzt.

Die Steuerung erfolgt über einen Verkehrsrechner in der Verkehrszentrale. Der aktuelle Auslastungsstand der angeschlossenen Parkhäuser kann zudem in Echtzeit online über die Homepage der Stadt Bielefeld abgerufen werden.¹ Der entsprechende Provider befindet sich in Düsseldorf. Finanziert wird das Parkleitsystem durch die privaten und öffentlichen Parkhausbetreiber sowie die Stadt Bielefeld vertreten durch das Amt für Verkehr.²

An den Endhaltestellen der Stadtbahn gibt es entsprechend P+R- Parkplätze (insgesamt sechs an der Zahl). Diese sind derzeit nicht in das Parkleitsystem eingebunden; eine Stellplatzdetektion ist ebenfalls nicht vorhanden. Auf Grund ihrer Größe besonders interessant sind die Anlagen an der Brackwerder Straße (insgesamt ca. 160 Stellplätze) und der Milser Straße (260 Stellplätze). Die innenstadt-nächste Anlage befindet sich an der Otto- Brenner- Straße (66 Stellplätze). Weitere P+R- Anlagen sind in Planung und werden berücksichtigt.

¹ Unter <https://www.bielefeld.de/de/sv/verkehr/parken/park/>

² Bielefeld.de (2021) <<https://www.bielefeld.de/de/sv/verkehr/parken/parkleit/>>

Bei größeren bzw. länger andauernden Baustellen erfolgt im Vorfeld ein Baustellenmanagement zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsablaufs, zum Beispiel durch gezielten Eingriff in die LSA- Programme.

2.2 Einrichtungen Dritter im MIV

Der Landesbetrieb Straßen NRW verfügt über zwei Dirigenten, welche Lichtsignalanlagen jeweils des Ostrings bzw. des Südrings / Brackweder Straße steuern. Die Anordnung der LSA- Programme läuft gemäß Abstimmung / Vereinbarung zwischen den Beteiligten über die Stadt Bielefeld. Es wird auch hier eine wochentags- und tageszeitabhängige Signalprogrammauswahl getroffen. Für einen Teil der LSA besteht ein Anschluss an das RedCon-System der Firma Stüh- renberg.

Die ca. 60 Lichtsignalanlagen des Landesbetriebs NRW und die 4 LSA des zurzeit (in 2020) noch Autobahnamtes Hamm sind dadurch nicht mit dem städtischen VSR`s verbunden. Die Anlagen des Autobahnamtes Hamm wurden mit dem Produktivstart der neuen Autobahnorganisation (dem Bundesfernstraßenamt und der Autobahn GmbH) von diesen am 01.01.2021 formal als Betreiber der Autobahnen übernommen, sind aber dann in die Betreiberfunktion des Landesbe- triebs Straßen NRW (NL Bielefeld) übergegangen.

Um auf Ereignisse im Bereich der Autobahnen reagieren zu können, ist eine Anbindung der Lan- desbetriebsanlagen erforderlich. Dies gilt auch in dem Kontext, dass erst damit eine automatische Umschaltung in ein vorher erarbeitetes Szenario möglich wird.

Seit Ende 2015 ist in Bielefeld in einigen Bereichen der Stadt Handyparken möglich. Insgesamt sind sieben private Anbieter zertifiziert und berechtigt, das Handyparken in Bielefeld durchzufüh- ren. Der Nutzer kann selber entscheiden, über welchen Anbieter er die Parkgebühren entrichten möchte.³ Die Abrechnung erfolgt minutengenau nach getätigtem Parkvorgang. Eine Reservie- rungsmöglichkeit besteht nicht.

2.3 Einrichtungen im ÖV

Die Stadt Bielefeld verfügt sowohl über ein gut ausgebautes Stadtbahn-Netz (Länge ca. 74 km) als auch ein breit aufgestelltes Buslinien-Netz (Länge ca. 1.099 km). Jährlich werden ca. 60 Mio. Fahrgäste bewegt. Zur Verkehrsführung existieren infrastruktureitig

- 9 Fahrplananlagen,
- 10 Weichensteuerungen,
- 16 BÜ-Anlagen sowie

³ <http://www.smartparking.de/fuer-verbraucher>

- 160 ÖPNV-beschleunigte Lichtsignalanlagen.

30 Haltestellen verfügen über eine dynamische Fahrgastinformation (DFI) und 70 Haltestellen sind mit zusätzlicher DFI-Anzeige direkt im Ticketautomaten ausgestattet.

Die moBiel setzt ein ITCS-System (Intermodal Transport Control System) zur Kommunikation und Datenübertragung zwischen Verkehrsleitzentrale und sämtlichen Fahrzeugen sowie sonstigen Systemen im gesamten Liniennetz wie folgt ein:

- für den rechnergestützten Fahrbetrieb;
- als Fahrzeug-IBIS-Geräte (Integriertes Bord-Informationssystem) für Fahrplan- und Routendaten;
- als Fahrzeug-Fahrgastinformationssystem (digitale Ansagegeräte, Linien-, Haltestellenangaben sowie zur Anschlussanzeige und Anschlusssicherung);
- als dynamische Fahrgastinformation an den Haltestellen sowie
- zur Lichtsignalbeeinflussung.

Die Kommunikation zwischen Fahrzeugen und LSA erfolgen über Funk. Bei älteren LSA befindet sich das Modem in Kleinschränken im Umfeld, bei neueren Anlagen direkt in der Anlage. Die nachfolgende Abbildung zeigt die ITCS-Architektur der Fahrgastkommunikation bei moBiel.

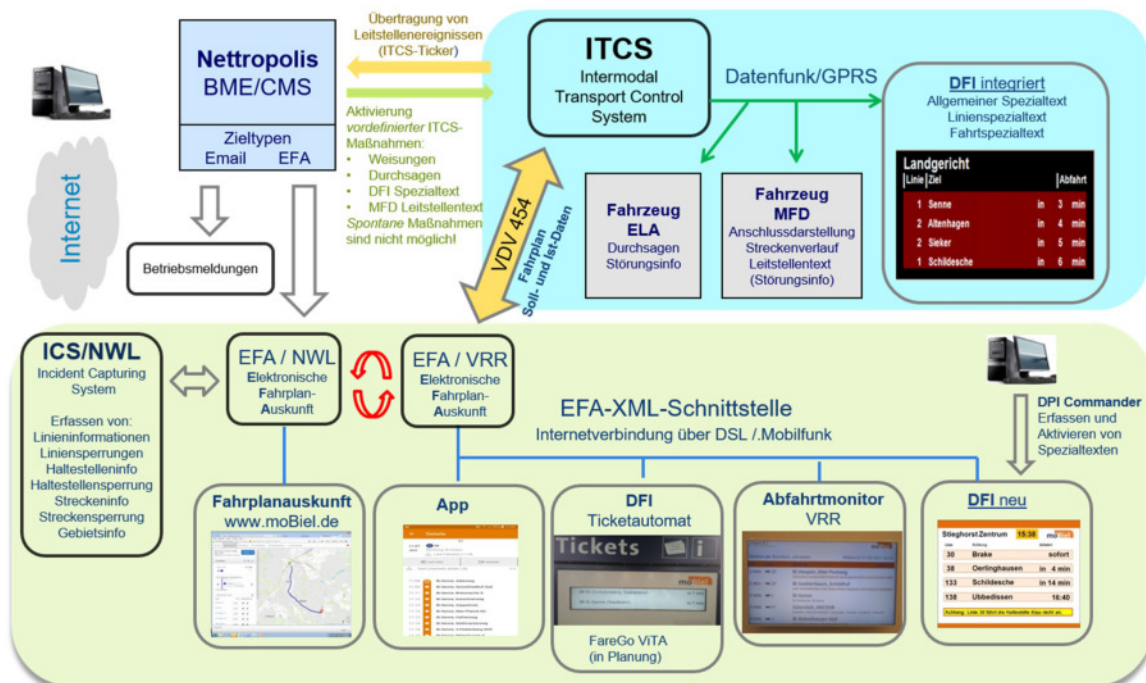


Abbildung 2.1: ITCS- Architektur von moBiel

Eine direkte Schnittstelle zwischen den VSR's und dem ITCS existieren derzeit noch nicht, ist von der Stadt Bielefeld bisher jedoch auch noch nicht forciert worden.

Das ITCS ist über eine Schnittstelle mit der EFA (Elektronische Fahrplanauskunft) zum Abgleich von Soll und Ist-Fahrplandaten verbunden. Das ITCS von moBiel ermöglicht dadurch dynamische Fahrgastinformationen. In die EFA werden durch die verschiedenen Verkehrsunternehmen in der Region bzw. der OWL Verkehr GmbH (Servicegesellschaft der Verkehrsunternehmen in OWL) die statischen Fahrplaninformationen eingebracht

2.4 Rad und Fußverkehr

In Bielefeld wurde in 2020 ein Radverkehrskonzept beschlossen. Parallel wurde ein integriertes Radverkehrskonzept für die Regiopolregion Bielefeld als auch für die gesamte Regio OWL erarbeitet. Das oberste Ziel der Stadt Bielefeld ist es, das Radfahren in Bielefeld attraktiver und sicherer zu machen und somit einen starken Anreiz zu schaffen, den Radverkehrsanteil am Modal Split zu erhöhen. Im Radverkehrskonzept wurde ein hierarchisch aufgebauter Zielnetzplan erarbeitet, der sich insgesamt in vier Streckenkategorien aufteilt (Hauptroute Kategorie I, Hauptroute Kategorie II, Radverkehrsverbindung Freizeit, Alltagsradverbindung in Grünzügen). Die Hauptverkehrsrouten, insbesondere im Innenstadtbereich, bilden somit große Überschneidungen mit den Hauptverkehrsachsen im MIV, weshalb bei einem zukünftigen Verkehrslitsystem diese Anforderungen berücksichtig müssen.

Gemäß aktuell gültigem Radverkehrskonzept hat die Stadt Bielefeld im Jahr 2020 ein erstes Konzept für Errichtung von Dauerzählstellen für Radverkehr erarbeitet (Abbildung 2.1).



Abbildung 2.2: Übersicht Konzept Dauerzählstellen Radverkehr⁴

⁴ Quelle: Stadt Bielefeld

Am Bielefelder Hauptbahnhof gibt es Pläne für ein neues Fahrradparkhaus, die Planungen sind aber bis dato noch nicht weiter konkretisiert. Derzeit können Fahrräder in einer „Übergangslösung“ abgestellt werden. Derzeit erfolgt die Untersuchung auf Machbarkeit für ein weiteres Fahrradparkhaus am Jahnplatz. Weitere Planungen für Fahrradparkhäuser existieren nicht. An verschiedenen Haltestellen sind aber Fahrradboxen mit elektrischen Schlössern vorhanden, welche ggf., soweit nicht dauerhaft vermietet, auch im Rahmen der Maßnahme mit eingebunden werden können.

Weiterhin setzt die Stadt Bielefeld in Kooperation mit moBiel ein stationsbasiertes Bikesharing-System um, das sich bis April 2021 in einer Pilotphase befunden hat und seit Mai 2021 gesamtstädtisch verfügbar ist. Das sogenannte „Sigggi“- System funktioniert über eine kostenfreie App. Die Abrechnung erfolgt ebenfalls über die App. Die Fahrräder befinden sich an festinstallierten Stationen, hauptsächlich im Innenstadt- und Universitätsbereich (vgl. Abbildung 2.3). Einige Stationen bestehen nur aus markierten Flächen auf dem Boden, in deren Bereich das Abstellen möglich ist. Mit Start der generellen Verfügbarkeit wurden neben Stationen auch sog. Flexzonen (Korridore entlang von Hauptverkehrsstraßen) geschaffen, in denen die Räder ortsunabhängig abgestellt werden können.

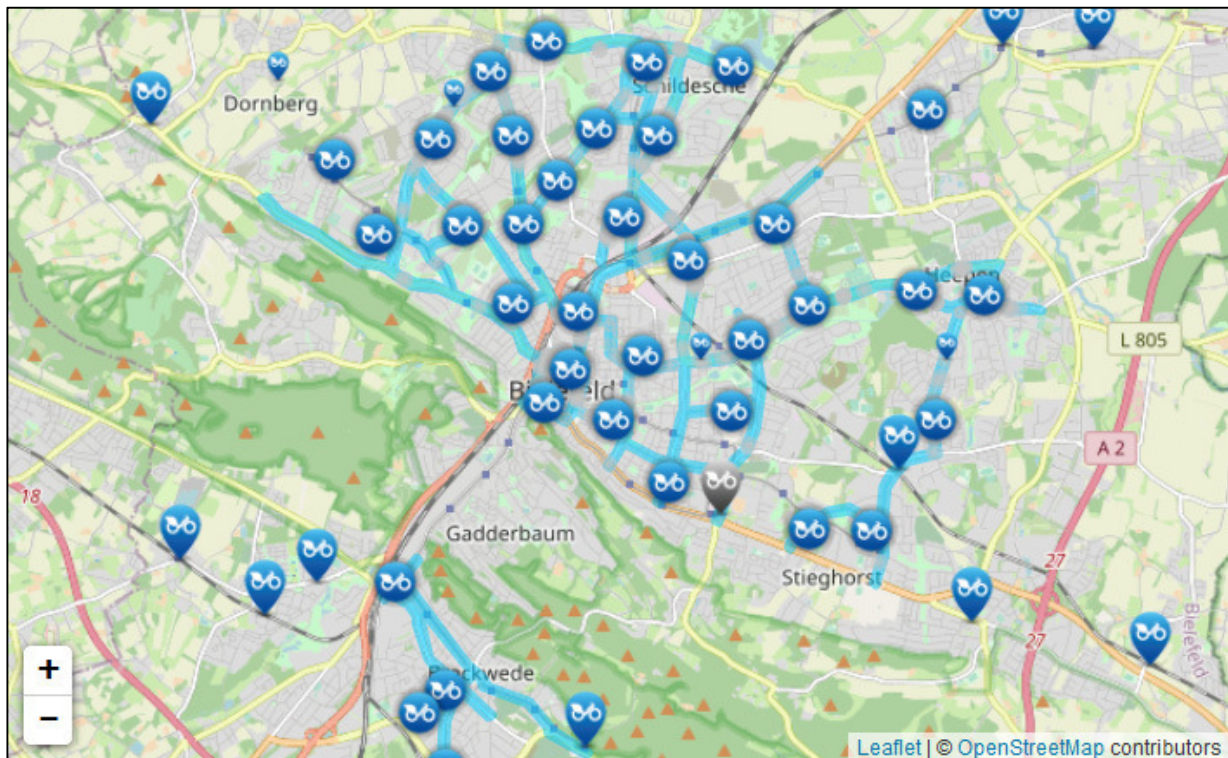


Abbildung 2.3: Übersicht Sigggi- Stationen⁵

Im Bereich des Fußverkehrs wird aktuell eine Fußverkehrsstrategie für die Stadt Bielefeld erarbeitet.

⁵ Quelle: Homepage der Stadt Bielefeld

3 AP 1: Darstellung von Einzelmaßnahmen und Best-Practice-Beispielen

3.1 Grundlagen der Auswahl der Städte für die Marktanalyse

Im Rahmen des Arbeitspaktes (AP) 1 werden auf Basis der Ergebnisse der im Kapitel 2 beschriebenen IST-Analyse der bestehenden Systeme der verschiedenen Beteiligten in Bielefeld zunächst gezielt Best-Practice-Beispiele ausgewählt. Dies erfolgt im Rahmen einer Marktanalyse mit Auswahl von 3 städtischen Verkehrsmanagementsystemen mit vergleichbarer Zielsetzung.

Dabei wird im Hinblick auf die Auswahl der Städte / Systeme, um hier entsprechende Rahmenbedingungen für Bielefeld gezielt bewerten und auswählen zu können, unterschieden zwischen

- technischen Lösungen für die Erfassung und Anzeige unter besonderer Betrachtung einer guten Lesbarkeit und leichten Verständlichkeit;
- drahtgebundene und drahtlose Lösungen zur Datenübertragung und Versorgung;
- zentralenseitiger Darstellung / Aufbereitung der Lösung (auch innovative virtuelle oder web-basierte Lösungen);
- ergänzenden innovativen Optionen wie z. B. emissionsabhängiger Alternativroutensteuerung oder Handyrouting sowie
- speziellen Aspekten wie z. B. verkehrsträgerübergreifenden oder kaskadierenden Informationen (von allgemeinen großräumigen bis herunter zu konkreten lokalen Informationen) etc.

3.2 Auswahl der „Vergleichsstädte“ und Vorgehen bei der Analyse

Als besonders geeignet im Hinblick der Ableitung einer Empfehlung für ein VLS Bielefeld wurden auf Basis der oben genannten Entscheidungskriterien sowie einer grundsätzlichen Vergleichbarkeit durch vorliegenden Erfahrungen des Erstellers der Studie

- Bonn (ca. 318.000 Einwohner),
- Dortmund (ca. 585.000 Einwohner) sowie
- Stuttgart (ca. 634.000 Einwohner)

ausgewählt. Es handelt sich hier ebenfalls um größere Städte, welche bereits Grundstrukturen für ein VLS umgesetzt haben, die aber wiederum nicht so groß sind, dass ein direkter Vergleich nicht möglich wäre.

Es erfolgen in allen 3 Beispielen zunächst kurz Beschreibungen der IST-Situation sowie dann kurze Bewertungen im Hinblick auf die drei im Kapitel 3.1 benannten Bewertungskriterien sowie abschließend eine (Teil)Adaption auf die Stadt Bielefeld (siehe Kapitel 3.3 bis 3.5).

Ergänzt wird diese Recherche im Kapitel 3.6 um eine Darstellung der am Markt vorhandenen Dienstleister für verkehrstechnische Anwendungen und Navigationsdienstleister im Hinblick auf deren Angebote zur Umsetzung eines Verkehrsmanagementsystems sowie deren Innovationspotenzial.

Des Weiteren werden im Kapitel 3.7 die beschriebenen Systemkomponenten hinsichtlich der Potenziale, Chancen und Risiken im Zuge des Einsatzes im Rahmen eines Verkehrsmanagementsystems analysiert und bewertet. Dabei ist auch hier eine Bewertung nach den Kriterien Zielerreichung / Zielorientierung, Innovationspotenzial / Betriebssicherheit sowie Verständlichkeit / Erkennbarkeit einerseits sowie Integrationsmöglichkeiten in bestehende Strukturen andererseits erfolgt.

Kapitel 3.8 umfasst dann die Darstellung der notwendigen begleitenden Maßnahmen in textlichen Ausführungen sowie ergänzenden grafischen Darstellungen zur besseren Verständlichkeit für Dritte. Dies steht im Zusammenhang mit einer abschließenden Analyse der Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Schnittstellen und Datenformate.

In Kapitel 3.8 werden neben den Zielen in Bielefeld insbesondere die hier konkret adaptierbaren Lösungen und potenziellen Hersteller / Lieferanten zusammengefasst.

3.3 Verkehrsleitsysteme der Stadt Bonn

Die Stadt Bonn verfügt derzeit über folgende im Hinblick auf die Funktionalitäten eines VLS relevanten Systeme / Komponenten:

- Dynamisches erweiterbares Park- und Verkehrsleitsystem mit derzeit 32 dynamischen frei programmierbaren LED-Anzeigequerschnitten auf 3 Ebenen – Ebene 1: innerstädtischer Bereich / Ebene 2: innenstadtnaher Bereich / Ebene 3: Außenbereich (Hersteller: Swarco)
- Verkehrsrechner mit Bluetooth-Strecken und Kameras zur Generierung von Verkehrslage- und Reisezeitinformationen (Hersteller: Gesig). Dieser generiert auch eine Feuerwehrvorrangschaltung, die auch auf den LED-Schildern visuell angezeigt wird.
- LSA-Rechner

Eine Übersichtskarte zum VLS Bonn ist in Anhang 1 abgelegt.

Bei der Auswahl der Anzeigesysteme wurde bewusst ein vollflächig frei programmierbares System gewählt, auf dem neben Text- auch beliebige grafische Informationen gegeben werden können. Die lichttechnischen Eigenschaften sind optimiert auf die seitliche Aufstellung. Über die Kombination aus kurzen Text- und einfachen grafischen Anzeigen wird eine hohe Verständlichkeit der Anzeigen angestrebt. Abbildung 3.1 zeigt einen Anzeigequerschnitt mit exemplarischen Musterinhalt.



Abbildung 3.1: Beispiel-AQ VLS Bonn⁶

Hinsichtlich der Datenübertragung und der Energieversorgung wurde bewusst in beiden Punkten bis auf einzelne Ausnahmen eine drahtgebundene Lösung gewählt, um einerseits eine hohe Versorgungs- und Übertragungssicherheit sicherzustellen sowie andererseits die Betriebs- und Instandhaltungskosten zu minimieren. Lediglich in 2 Außenbereichen war der Aufwand für die Herstellung der Anbindung an das Datenkabelnetz der Stadt zu aufwändig. Dort wurde dann eine Anbindung per LTE / UMTS umgesetzt.

Zentralenseitig wurde eine Lösung derart gewählt, dass eine separate Zentrale für das VLS errichtet wurde, in welcher die Strategien mit entsprechender Priorisierung hinterlegt sind. Von der Zentrale aus werden alle AQ angesteuert und überwacht. Über die Schnittstellen zu den Parkhausbetreibern werden alle Füllstands- und Verfügbarkeitsinformationen zu den Parkhäusern aktuell abgefragt und weiterverarbeitet.

Darüber hinaus werden über die Schnittstelle zum Verkehrsrechner Reisezeitinformationen, Schadstoffinformationen, Informationen zu Veranstaltungen sowie zu Sondereinsätzen (etwa Feuerwehr) abgerufen und in die Strategieentscheidungen eingebunden. Neben klassischen Bedienstationen können zu Bedienung und Abruf von Stati / Informationen auch webbasierte Zugriffsmöglichkeiten genutzt werden. Abbildung 3.2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Zentralenlösung.

⁶ Foto von SSP Consult

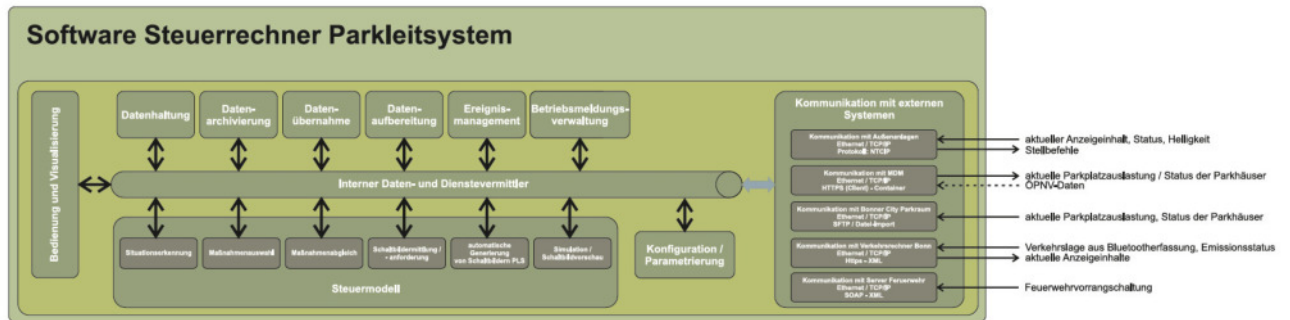


Abbildung 3.2: Schematischer Aufbau der Zentralenlösung des VLS Bonn

Besonders innovativ sind einerseits die schadstoffbasierten Szenarien, andererseits die in der 2. Stufe geplante Verknüpfung mit dem ÖV-Betreiber derart, dass nicht nur Fahrplan-, sondern auch Verfügbarkeits- und Betriebszustandsinformationen ausgetauscht und in das Strategiemangement integriert werden. Darüber hinaus sind Schnittstellen zum Handyparken und zum MDM vorgesehen. Die Lösung ist so ausgelegt, dass künftig auch E-Ladeplätze, Behindertenparkplätze etc. separat ausweisbar sind.

Wie bereits weiter oben ausgeführt ist das VLS Bonn kaskadierend derart ausgelegt, dass die Informationen derzeit in den 3 Ebenen

- Direkter Innenstadtbereich;
- Innenstadtnahe Bereich sowie
- Außenbereich

angezeigt werden. Die AQ-Dimensionierung ist außen größer, um hier umfangreichere allgemeine Informationen anzeigen zu können und wird, je näher man der Innenstadt kommt, kleiner. Insgesamt gibt es 3 Schildgrößen. Das System ist bewusst derart erweiterbar, dass auch Vorstadtbereiche oder Bereiche außerhalb der Stadt Bonn eingebunden werden können. Durch die Schnittstelle zum ÖV ist es möglich, gezielt Hinweise zur Verschiebung des Modal Split zu geben.

Darüber hinaus ist es möglich einmalige oder wiederkehrende Ereignisse mit eigenen, speziell angepassten Schaltbildern zu versehen. So wird beispielsweise in Bonn bei Hochwasser auf die gesperrten Uferbereiche hingewiesen und gleichzeitig die Verkehrsführung für den Parksuchverkehr so angepasst, dass die gesperrten Bereiche möglichst großräumig umfahren werden.

Ein aktuelles Beispiel ist der Hinweis von zwei LED-Tafeln auf das im WorldCongressCenter Bonn befindliche SARS-CoV2-Impfcenter.

Zukünftig ist die Einbindung von P+R- Anlagen und Bahnhöfen sowie die Berücksichtigung von Fahrradabstellinformationen geplant.

3.4 Verkehrssysteme der Stadt Dortmund

Die aktuelle Planung der Stadt Dortmund sieht derzeit folgende im Hinblick auf die Funktionalitäten eines VLS relevanten Systeme / Komponenten vor:

- Dynamisches erweiterbares Park- und Verkehrssystem mit 67 dynamischen frei programmierbaren LED-Anzeigequerschnitten auf 3 Ebenen – Ebene 1: innerstädtischer Bereich / Ebene 2: innenstadtnaher Bereich / Ebene 3: Außenbereich
- Zentrale Generierung von Verkehrslage und Reisezeiten mittels Bluetooth-Strecken
- Vorhandener LSA-Rechner
- Vorhandenes Veranstaltungs-Parkleitsystem (VPLS)

Eine Übersichtskarte zum aktuell in der Ausschreibungsphase befindlichen VLS Dortmund ist in Anhang 2 abgelegt.

Bei der Auswahl der Anzeigesysteme wird bewusst ebenfalls ein vollflächig frei programmierbares System gewählt, auf dem neben Text- auch beliebige grafische Informationen gegeben werden können. Die lichttechnischen Eigenschaften sind optimiert auf die seitliche Aufstellung, aber auch eine Überkopfmontage ist generell möglich. Über die Kombination aus kurzen Text- und einfachen grafischen Anzeigen wird eine hohe Verständlichkeit der Anzeigen angestrebt. Abbildung 3.3 zeigt eine geplante LED-Anzeige mit Musterinhalt.



Abbildung 3.3: Beispiel-AQ VLS Dortmund

Generell wird zur sichereren und schnelleren Datenübertragung ein kabelgebundenes und redundantes LWL-Netz vorgesehen. Lediglich in entlegenen Außenbereichen werden Anzeigequerschnitte und Bluetooth-Geräte mit LTE-Modulen vorgesehen, da die Erreichbarkeit keine wirtschaftliche kabelgebundene Lösung zulässt. Die Energieversorgung wird in diesem Projekt größtenteils über vorhandene Schaltgeräte nahegelegener LSA sichergestellt. Nur in Ausnahmesituationen sind neue Zähleranschlussssäulen geplant.

Zentralseitig wird eine Lösung derart angestrebt, dass eine separate Zentrale für das VLS errichtet wird. Vom vorhandenen Verkehrssystemrechner, welcher im Zuge des Projekts erweitert wird und als Hauptzentrale Hauptsteuereinheit dient, werden Strategien an die VLS-Zentrale übermittelt. Die VLS-Zentrale wertet diese Anforderungen aus und gibt, so eine höhere Priorisierung der Schaltinhalte gegeben ist, diese an die Anzeigen weiter. Von der VLS-Zentrale aus werden alle AQ angesteuert und überwacht.

Über die Schnittstellen vom Verkehrssystemrechner zu den Parkhausbetreibern werden alle Füllstands- und Verfügbarkeitsinformationen zu den Parkhäusern aktuell abgefragt und weiterverarbeitet, inkl. der Informationen zu freien E-Stellplätzen. Darüber hinaus werden über die Schnittstelle zur neu geschaffenen Reisezeit-Zentrale Reisezeitinformationen und Verkehrslage integriert. Informationen zu Veranstaltungen oder Sondereinsätzen können in die Strategieentscheidungen eingebunden. Neben klassischen Bedienstationen können zu Bedienung und Abruf von Stati / Informationen auch webbasierte Zugriffsmöglichkeiten genutzt werden. Abbildung 3.4 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Zentralenlösung.

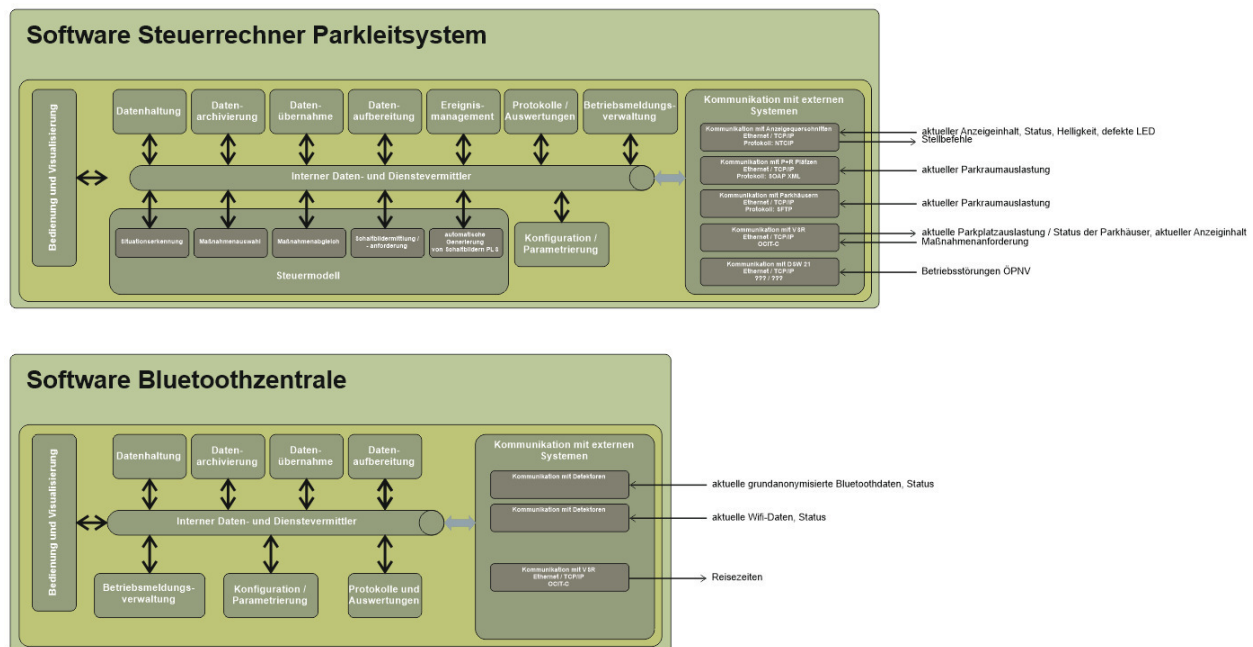


Abbildung 3.4: Schematischer Aufbau der Zentralenlösung des VLS Dortmund

An dieser Stelle ist besonders zu erwähnen, dass durch gezielte Maßnahmen im Projekt der ÖPNV in der Stadt Dortmund gestärkt wird. So werden über eine Schnittstelle zum VRR und der DSW21 Echtzeitdaten zu Fahrplänen auf die LED-Anzeigen geschaltet. In Kombination mit der Auswertung der Reisezeit soll so auf den Schildern der zeitliche Vorteil der Nutzung des ÖPNV dargestellt werden.

Darüber hinaus ist es geplant, dass der Nutzer auf vier P+R-Anlagen, die im Projekt ertüchtigt und mit Kassen-Schranken-Systemen ausgestattet wurden, gebührenlos parken kann, sofern er ein gültiges ÖPNV-Ticket vorweisen kann.

Neben dem VLS ist in Dortmund auch ein Veranstaltungssystem in Betrieb. Dieses leitet den Verkehr rund um den Westfalenpark, wenn bei Veranstaltungen in den Westfalenhallen oder im Westfalenstadion mit großem Besucherandrang zu rechnen ist. Das geplante VLS erhält in der Projektdurchführung die Möglichkeit mit dem Veranstaltungssystem zu interagieren. Wie bereits weiter oben ausgeführt ist das VLS Dortmund kaskadierend derart ausgelegt, dass die Informationen derzeit in den 3 Ebenen

- Direkter Innenstadtbereich;
- Innenstadtnahe Bereich sowie
- Außenbereich

angezeigt werden. Die AQ-Dimensionierung ist außen tendenziell größer, um hier umfangreichere allgemeine Informationen anzeigen zu können und wird, je näher man der Innenstadt kommt, kleiner. Insgesamt gibt es 2 Schildgrößen. Das System ist bewusst derart erweiterbar, dass auch Vorstadtbereiche oder Bereiche außerhalb der Stadt Dortmund eingebunden werden können.

Generell ist das System so aufgebaut, dass auch Informationen zum Rad- oder Fußgängerverkehr angezeigt werden können.

3.5 Verkehrsleitsysteme der Stadt Stuttgart

Die Landeshauptstadt Stuttgart verfügt derzeit über folgende im Hinblick auf die Funktionalitäten eines VLS relevanten Systeme / Komponenten

- System IVLZ-Variotafeln mit über 30 Vario-Tafeln (vgl. Abbildung 3.5)
- Park- und Verkehrsleitsystem NeckarPark und Parkleitsystem Innenstadt mit 32 dynamischen LED- Anzeigen (vgl. Abbildung 3.5)
- Fahrstreifensignalisierung Talstraße
- Störfallroutingsystem Bad Cannstatt
- Tunnel-VLS Pragsattel
- Tunnel-VLS Rosensteintunnel
- Verschiedene Netzbeeinflussungsanlagen



Abbildung 3.5: Vario-Tafel (links) und dynamische LED- Parkanzeige (rechts) in Stuttgart⁷

In Stuttgart gibt es seit 2006 eine integrierte Verkehrsleitzentrale (IVLZ), in der das Amt für öffentliche Ordnung, das Tiefbauamt, die Stuttgarter Straßenbahn AG und die Polizei an einem Standort gebündelt sind. Vier Operatoren arbeiten in einer Schicht in einem Raum, so dass ein optimaler Informationsfluss zwischen den vier Einheiten für einen optimalen Verkehrsfluss gewährleistet wird.

Das Verkehrsgeschehen wird dabei mit Hilfe von 350 Messstellen erfasst, zusätzlich werden diverse Kameras zur Beobachtung der Verkehrssituation eingesetzt. An das IVLZ sind über 800 verkehrsabhängige Lichtsignalanlagen angeschlossen, an vielen Knotenpunkten ist eine ÖPNV- Priorisierung programmiert. Vom IVLZ lassen sich alle genannten Komponenten der Verkehrsbeeinflussung in Stuttgart steuern.

Im Wesentlichen umfasst die integrierte Verkehrsleitzentrale (IVLZ) folgende Funktionsbereiche:

Störfallmanagement im Falle von allgemeinen Verkehrsbehinderungen, Sperrungen von Straßen, Unfällen und sonstigen Ereignissen. Als Maßnahme stehen die dynamische Schaltung von Lichtsignalanlagen (Freigabe längerer Grünzeiten) und eine Ausweisung von Routenempfehlungen über die Vario-Tafeln bereit, um den Verkehrsfluss aufrecht zu erhalten. Der Operator der Polizei kann dabei über Funk Kontakt zu Einsatzkräften vor Ort halten und somit in Echtzeit auf ein Störereignis reagieren.

Veranstaltungsmanagement Im Vorfeld wichtiger Veranstaltungen werden entsprechende Konzepte zur Verkehrssteuerung erarbeitet. Alle Veranstaltungen werden im Veranstaltungskalender gelistet. Im Neckarpark und in der Innenstadt gibt es dynamische Parkleitsysteme, die in Echtzeit die Auslastung der Parkflächen darstellen. In Kombination mit den Vario-Tafeln werden die Verkehrsströme dynamisch zu freien Parkplätzen geleitet. Zusätzlich ermöglicht eine dynamische Fahrstreifensignalisierung – Freigabe von zusätzlichen Fahrstreifen (MIV, Fuß, ÖPNV).

⁷ © stuttgart.de <<https://www.stuttgart.de/leben/mobilitaet/verkehrsleitzentrale/technische-moeglichkeiten.php>>

Baustellenmanagement Es gibt einen stetigen Überblick über alle aktuellen und kommenden Baustellen im IVLZ. Sie wird bereits im Genehmigungsverfahren miteinbezogen, um mögliche Auswirkungen auf das Verkehrsgeschehen rechtzeitig absehen zu können. In der Zentrale ist eine detaillierte Anzeigemöglichkeit aller Baustufen möglich. Ziel ist eine möglichst geringe Auswirkung auf das Verkehrsgeschehen, beispielsweise durch eine dynamische Anpassung der LSA- Schaltung oder eine dynamische Verkehrsführung über die Vario-Tafeln.

Informationsmanagement Aktuelle Verkehrsinformationen werden mit einer gemeinsamen Software über Radiosender verbreitet. Weiterhin wird über eine TMC-Schnittstelle entsprechende Informationen an Navigationsgeräte weitergegeben. Besondere Ereignisse werden im Vorfeld via Pressemitteilung verbreitet.

Weitere Besonderheit: Im Jahr 2019 wurde in Stuttgart die App „moveBW“ nach dreijähriger Projektentwicklung präsentiert. Bei der App handelt es sich um eine Routing-App, die Mobilitätsinformationen aller Verkehrsträger bündelt und dem Anwender ein Live- Routing über alle Verkehrsträger hinweg anbietet. Getestet wurde die App in Stuttgart, bei der im Wesentlichen die integrierte Verkehrsleitzentrale aus Stuttgart angebunden wurde, um Verkehrsinformationen an den Nutzer in Echtzeit weiter geben zu können.

Ausblick:

Stuttgart hat sich im Masterplan Green Mobility⁸ das Ziel gesetzt, den Umweltverbund weiter zu stärken, in dem auch die Verkehrsbeeinflussung weiter ausgebaut und technologisiert wird. Der IVLZ kommt dabei eine besondere Rolle für die Erreichung dieses Ziels zu:

Umwelt: Ausbau des IVLZ zu einer umweltgerechten und immissionsabhängigen Verkehrssteuerung

ÖPNV: Beobachtung und Unterstützung des Betriebsablaufs von Bussen und Stadtbahnen. Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV

Fußgänger: bessere Verkehrsregelung an strategischen Punkten wie Haltestellen und Fußwegen, Grünzeitverlängerungen für Fußgänger

Radverkehr: dynamische Anpassung der LSA an das aktuelle Radverkehrsaufkommen, Verkürzung der Reisezeiten für Radfahrer

⁸ Masterplan Green Mobility Stuttgart (2018): <https://www.stuttgart.de/leben/mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet/mobilitaets-konzepte/green-city-plan.php>

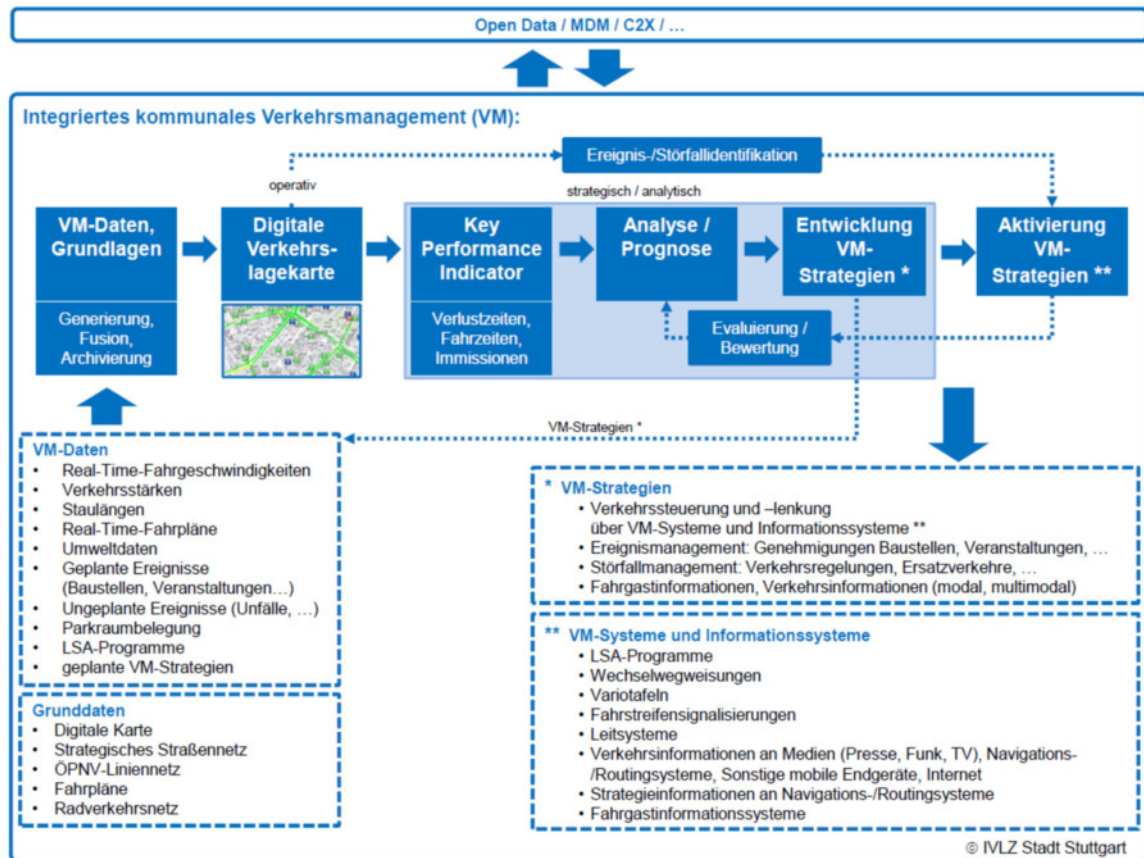


Abbildung 3.7: Kommunales Verkehrsmanagement im IVLZ⁹
3.6 Potenzielle Dienstleister für telematische Anwendungen

Hinsichtlich des Betriebes telematischer Einrichtungen ist es der Regelfall, dass die Öffentliche Hand bzw. der ÖV-Betreiber ihre jeweiligen telematischen Einrichtungen selber (wie in Bonn und Dortmund) bzw. in einer gemeinsamen Zentrale (wie in Stuttgart) betreiben. Die Hersteller werden meist unterstützend über anlagenspezifische Instandhaltungsverträge eingebunden.

In wenigen Ausnahmefällen kann aber auch ein privater Dienstleister ein VLS oder zumindest Teilkomponenten eines VLS über eine entsprechend gestaltete vertragliche Vereinbarung betreiben. Beispiele hierfür sind

- Reisezeitzentralen einzelner BT-Hersteller oder sonstiger VT-Dienstleister aus verschiedenen europäischen Ländern (z. B. DataCollect, Greenway Systems, Blids etc.)
- INRIX, TomTom oder Sonstige als Betreiber von FC-Daten-Zentralen
- Private Betreiber von Parkleitsystemen in verschiedenen Städten (allerdings in vielen Fällen als GmbH als 100%-ige Tochter der zuständigen Verwaltung)

⁹ Masterplan Green Mobility Stuttgart (2018): <https://www.stuttgart.de/leben/mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet/mobilitaets-konzepte/green-city-plan.php>

- Anbieter von Fuß- und Radverkehrserhebungen, u.a. die Firma Eco Counter, die von der Zählstelle bis zur Auswertung und Aufbereitung der Daten ein komplettes Angebot bietet.
- Private Betreiber von großen Fahrradparkanlagen (bekanntestes Beispiel ist die Radstation Münster, die mit 3.300 Stellplätzen privat betrieben wird.)

Welche der o. g. Ansätze ggf. für Bielefeld interessant ist, muss im Rahmen der Definition der beiden weiter zu betrachtenden Szenarien weiter analysiert werden.

3.7 Abschätzung der Potenziale, Chancen und Risiken

Die wesentlichen Potenziale und Chancen eines VLS wie in den 3 oben genannten Beispielen dargestellt liegen in folgenden Punkten:

- Optimierung der verfügbaren Verkehrs- und Parkraumkapazitäten;
- Förderung der Nutzung des ÖV über gezielte dynamische Umstiegswarnungen;
- schnelle und gezielte Berücksichtigung von Schadstoffprognosen – z. B. auch durch Einbeziehung des Rad- und Fußverkehrs an strategischen Stellen im Netz;
- Unterstützung von Feuerwehr- oder Polizeieinsätzen;
- bessere Lenkung des Veranstaltungsverkehrs sowie
- Zurverfügungstellung von Verkehrsinformationen bzw. Mobilitätsdiensten für die Bürger der Stadt Bielefeld bzw. private Dienstleister.

Die Risiken liegen im Wesentlichen in

- den mit einem Systemaufbau verbundenen Investitions- und Betriebskosten (abhängig vom Umfang des Systems – steuerbar z. B. über einen modularen, zeitlich geschichteten Aufbau);
- der Komplexität der Definition von Strategien, welche ggf. konfliktär im Hinblick auf die unterschiedlichen Interessen der verschiedenen Verkehrsträger sind (lösbar z. B. über entsprechend abgestimmte Priorisierungen) sowie
- der Sicherstellung des Betriebes durch entsprechend geschultes / qualifiziertes Personal unter gleichzeitiger Sicherstellung der sonstigen Aufgaben der Betroffenen (lösbar etwa über Neueinstellungen oder Verlagerung VLS-spezifischer bzw. sonstiger Aufgaben auf Dritte).

3.8 Finale Einschätzung der Adaptierbarkeit auf die Situation in Bielefeld

Als allgemeines Fazit für städtische VLS wie das hier geplante kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass ein dynamisches Verkehrslitsystem aus unterschiedlichen Komponenten besteht, die über entsprechende Schnittstellen miteinander verknüpft werden. In Bezug auf die dargestellten Best-Practice-Beispiele lässt sich erkennen, dass in Bonn und Dortmund der Weg gewählt wurde, die bestehenden Systeme zu verknüpfen und in ein neu geplantes VLS einzubinden. In Bezug auf die Verkehrssteuerung wird eine Mischung aus Verkehrsbeeinflussung (über LSA) und Verkehrsinformation (über neu gebaute LED-AQ) gewählt, welcher auch für Schnittstellen zu ÖV, Rad- und Fußverkehr offen ist.

In Stuttgart wurde ein anderer Weg gewählt, der in dem Sinne den Ansatz aus Bonn und Dortmund „übertrifft“, indem eine integrierte Verkehrsleitzentrale geschaffen worden ist, in der alle Komponenten aus MIV und ÖV an einem Standort verknüpft werden und mit entsprechenden Personalressourcen ein aktiverer „Rund-um-die-Uhr-Eingriff“ in die Verkehrssteuerung vorgenommen wird. In Bonn und Dortmund findet der Eingriff hingegen zu großen Teilen automatisiert über entsprechend priorisierte Eingriffsstrategien ab. Die Bedienung erfolgt über das Stammpersonal der Stadt, welches aber auch noch weitere Aufgaben hat.

Auf Bielefeld lassen sich grundsätzlich beide Ansätze adaptieren, da neben den klassischen Anwendungen des MIV (hier insbesondere Verkehrsrechner LSA, aber auch bestehendes Parkleitsystem) mit dem städtischem Verkehrsunternehmen moBiel auch ein gut aufgestellter ÖV-Partner mit eigener Zentrale und eigenen telematischen Anwendungen zur Verfügung steht. Auch erste Verknüpfungen mit den Einrichtungen des Landesbetriebes bestehen bereits. Eine enge Verknüpfung auch mit den beiden angrenzenden BAB A 2 und A 33 ist gegeben. Dementsprechend ist das Umfeld in Bielefeld variabel genug, sowohl verkehrsträgerbezogene als auch verkehrsträgerübergreifende VLS umzusetzen.

Auf Basis dieser Grundüberlegungen können im Rahmen des AP 2 die weiteren Szenarien ohne entsprechende Voreinschränkungen abgeleitet werden.

4 AP 2: Entwicklung von Szenarien für Bielefeld

4.1 Grundlagen der Szenarienentwicklung

Auf Basis der Ergebnisse der Bestandsanalyse (siehe Kapitel 2) sowie des AP 1 (siehe Kapitel 3) werden in enger Abstimmung mit dem AG und den weiteren beteiligten Organisationen 2 Szenarien für die Ausgestaltung eines VLS Bielefeld identifiziert, dann das weitere Vorgehen definiert sowie die dabei festgelegte Lösung ausgearbeitet und dargestellt (siehe Details im Kapitel 4.2). In dieser werden die geforderten Funktionalitäten dargestellt sowie sichergestellt, dass ein technisch konsistentes Verkehrsmanagementsystem zugrunde gelegt wird. Bearbeitet werden dabei für das im Kapitel 4.2 abgeleitete Vorzugsszenario die folgenden Fragestellungen:

- AP 2.1: Darstellung der Auswirkungen des Vorzugsszenarios auf das Verkehrsaufkommen und die Emissionen (auf Basis verfügbarer Untersuchungen, zu erwartender Verlagerungseffekte, verfügbarer Verkehrs- und Umweltdaten etc.) – siehe Kapitel 4.3
- AP 2.2: Berücksichtigung von Aspekten und Maßnahmen im Rahmen des Störfall- bzw. Baustellenmanagements (inkl. Kategorisierung der Störfälle räumlich-inhaltlich-zeitlich sowie der Baustellen nach den verkehrlichen und zeitlich-räumlichen Auswirkungen) sowohl organisatorisch als auch hinsichtlich der Aufbereitung und Weitergabe der Informationen an Dritte / Einbeziehung der ÖPNV-Informationen (Fahrplaninformationen, P+R-Optionen, Priorisierung an LSA, etc.) sowie gezielter Maßnahmen zur Steuerung des MIV (Zuflussregelung, Abflussregelung, LSA mit Pfortnerfunktion etc.) unter der Prämisse der optimalen Zielerreichung, Verständlichkeit und des Innovationspotenzials – siehe Kapitel 4.4
- AP 2.3: Potenzial-, Risiko- und Chancenanalyse zum Vorzugsszenario hinsichtlich der Verkehrsträger MIV, ÖV und Radverkehr – dies erfolgt auf Basis einer sogenannten Chancen- und Risikotabelle mit Wichtung der hier gemeinsam mit dem AG definierten Faktoren – gespiegelt an den städtischen Zielen im Bereich der Mobilität. Zu allen Risiken werden konkrete Lösungsvorschläge bzw. Gegenmaßnahmen definiert. Alle Chancen werden auch wirtschaftlich und wirkungsseitig kategorisiert. Dabei steht hier auch schon die später im Detail zu untersuchende ggf. schrittweise Umsetzung im Fokus – siehe Kapitel 4.5.
- AP 2.4: Der AP 2.4 umfasst die Bewertung der verschiedenen Komponenten des Vorzugsszenarios anhand der vorgenannten Kriterien auf Basis einer Bewertungsmatrix – dabei werden die einzelnen Unterkriterien mit Einzelbewertungen aufgelistet, die dann noch je nach Wertigkeit gewichtet werden können. Ergebnis ist ein quantitativ aus dieser Matrix abgeleitetes konkretisiertes Vorzugsszenario – siehe Kapitel 4.6.

4.2 Ableitung und Darstellung der 2 betrachteten Szenarien

4.2.1 Einleitung / Entscheidungsfindung

Auf Basis der vorgestellten Best-Practice-Beispiele, der Ergebnisse der ersten Risiko- und Chancenanalysen, der Einschätzung des Adaptionspotenzials sowie der bestehenden Infrastruktur wurden zunächst 2 Szenarien vorgeschlagen und diskutiert mit folgendem Ergebnis:

Szenario 1 – „Vereinfachtes Verkehrsleitsystem mit modularen Erweiterungsmöglichkeiten“

Das erste Szenario orientiert sich an den vorgestellten Best-Practice-Beispielen aus Bonn und Dortmund sowie stellt im Vergleich zum Szenario 2 aufgrund des modularen und zunächst vereinfachten Ansatz die „schlankere“ Lösung eines Verkehrsleitsystems dar. Es soll weitestgehend automatisiert umgesetzt werden und vom aktuellen Personal betreut und abgewickelt werden können.

Szenario 2 – „integrierte Verkehrsleitzentrale“

Das Szenario 2 orientiert sich am „Stuttgarter Modell“ im Sinne des Aufbaus einer integrierten Verkehrsleitzentrale. Der Unterschied in der integrierten Verkehrsleitzentrale zeichnet sich vor allem durch einen größeren Personal- und Ressourceneinsatz und damit einhergehend mit einem größeren und effektiveren Eingriffspotenzial in das Verkehrsgeschehen aus. In einer integrierten Verkehrsleitzentrale ist es möglich, neben den vordefinierten Szenarien per „Hand“ durch die entsprechenden Operatoren in das Verkehrsgeschehen einzugreifen. Es besteht beispielsweise Funkkontakt zu Einsatzkräften vor Ort, um in Echtzeit auf Störereignisse reagieren zu können.

Nach einer groben Aufwandsermittlung hinsichtlich Kosten, Personal- und Raumaufwand wird das 2. Szenario nach Absprache mit dem AG für die weitere Verfolgung ausgeschlossen. Insbesondere die hiermit verbundenen zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten im mittleren einstelligen Millionenbereich werden bei der derzeit angespannten Haushaltssituation der Stadt Bielefeld als zurzeit deutlich zu hoch eingestuft. Hinzu kommt, dass bestehende Räumlichkeiten für eine Umsetzung derzeit fehlen und erst neu gebaut werden müssten. Deshalb wurde festgelegt, im Folgenden nur das Szenario 1 weiterzuverfolgen und detailliert zu untersuchen.

Das Szenario 1 wird dabei gemäß Ergebnis der Abstimmungen mit den Beteiligten in zwei Erweiterungsstufen strukturiert, die sukzessive nacheinander umgesetzt werden können. Somit soll sichergestellt werden, dass die Stadt Bielefeld einerseits kurzfristig in die Lage versetzt wird, ein Verkehrsleitsystem aufzubauen, bei gleichzeitig andererseits der Option, dieses je nach Bedarf und Haushaltssituation sukzessive weiterentwickeln zu können.

In einer späteren Entwicklungsstufe ist es dann auch möglich, das Verkehrsleitsystem in einer zentralen Einheit ähnlich einer integrierten Verkehrsleitzentrale umzugestalten, also Szenario 2 nachträglich zu generieren.

4.2.2 Grundsätzlicher Aufbau

Der Aufbau des Verkehrsmanagementsystems für die Stadt Bielefeld soll stufenweise und modular erfolgen. Für ein funktionales Verkehrsleitsystem mit den hierfür vorgeschlagenen Einzelthemen und den wesentlichen Zielen der Intermodalität sowie Förderung der Anpassung des Modal Split werden folgende Teilsysteme bzw. Komponenten benötigt:¹⁰

- Gewinnung und Verarbeitung von Verkehrs- und Umfelddaten

¹⁰ (Sandrock & Riegelruth, 2014)

- (erweiterte) Verkehrslage- und Strategieermittlung
- Strategiemanagement
- Umsetzung einer einheitlichen Geodatenbasis
- System- und Datenmonitoring
- Vorgelagerte Strategieplanung

Hinzu kommen die externen Teilsysteme, die in Bielefeld teilweise schon vorhanden sind und entsprechend optimal in das Managementsystem eingebunden werden können. Dazu gehören

- das vorhandene Parkleitsystem,
- das ITCS von MoBiel,
- das Lichtsignalanlagensteuerungssystem,
- die Verkehrsdatenerfassung,
- die Verkehrslenkung Rad/ Fußgänger,
- vorhandene bzw. parallel geplante multimodale Verkehrssysteme,
- Systeme anderer Anbieter (Straßen NRW, Feuerwehr, Polizei etc.) sowie
- Private Anbieter (Navigationsanbieter etc.)

Eine schematische Übersicht der Systemarchitektur ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

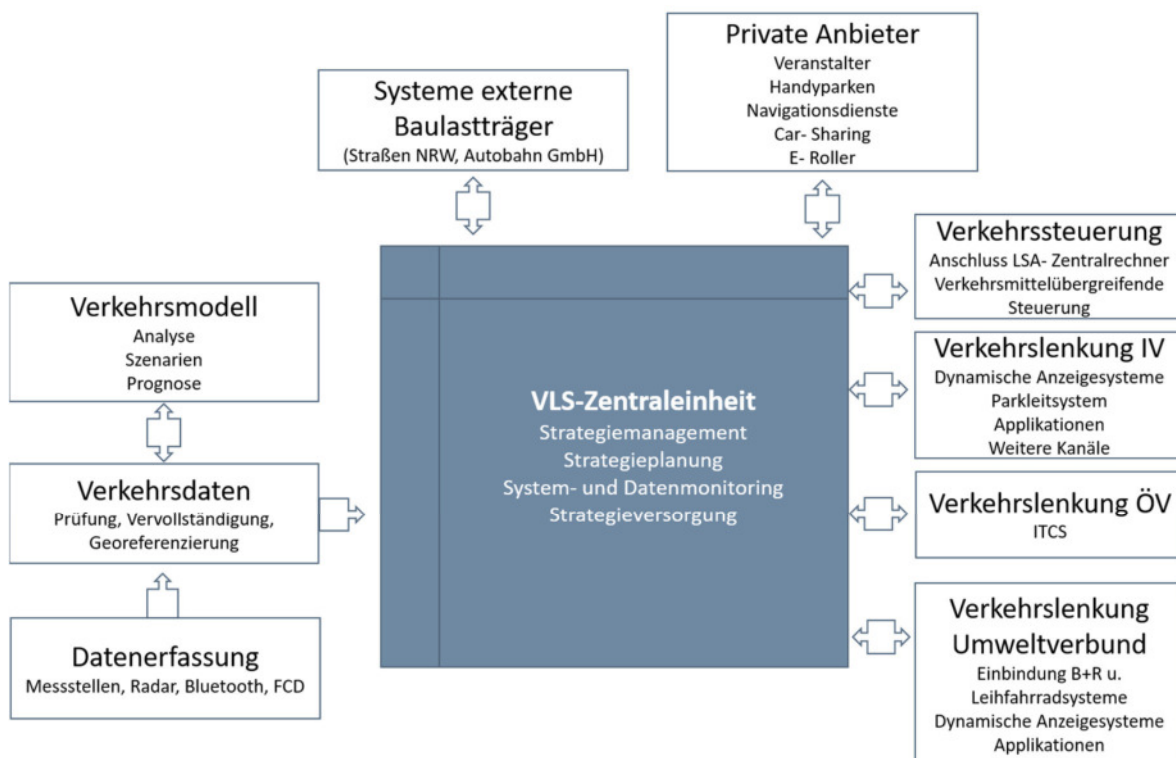


Abbildung 4.1: Schematische Darstellung Systemarchitektur

4.2.3 Detaillierte Ausgestaltung des Szenarios 1

Im Folgenden werden die für das Szenario 1 gemäß Konzept aus Kapitel 4.2.2 umzusetzenden Teilsysteme näher beschrieben. Eine tabellarische Übersicht findet sich in Anlage 3.

4.2.3.1 Benötigte Hardware

Es ist zunächst zu prüfen, ob die bestehende Hardware in der Hauptzentrale, in der auch die Sicherungstechnik des Ostwestfalentunnels, das Parkleitsystem und der Haupt- LSA-Rechner untergebracht sind, bei einer entsprechenden Erweiterung für den Betrieb eines Verkehrsmanagementsystems grundsätzlich geeignet ist oder ob ein separates Hardwarekonzept erforderlich ist. Es müssen genügend Server-Kapazitäten sowie ausreichend Schnittstellen für die Anbindung der externen Teilsysteme zur Verfügung gestellt werden können. Unter diesem Ansatz sowie der geplanten Ausbaubarkeit wird empfohlen, eine separate Hardwareplattform für das VLS Bielefeld aufzubauen.

Grundsätzlich ist auch eine cloudbasierte Lösung denkbar, in der die notwendige Speicherkapazität eingekauft wird. Aktuellen Erfahrungen nach ist eine Cloud-Lösung aktuell aufgrund der hohen monatlichen Gebühren für ein geeignetes System und die Leitungen jedoch noch als kostenintensiver zu beurteilen. Da sich dies aber in Zukunft ändern kann, sollte die Entscheidung hier erst in der nächsten Planungsphase getroffen werden.

Als dritte Option bietet sich auch die Möglichkeit, eine stadteigene Cloudlösung aufzubauen, über die dann auch das angedachte VLS abgewickelt werden kann. Diese Lösung setzt jedoch voraus, dass die Stadt Bielefeld in Erwägung zieht, eine eigene IT- Plattform – Stichwort E-Government / Smart City - auf den Weg zu bringen. In diesem Fall ergeben sich durch die Mitbenutzung eines VLS natürlich starke Synergieeffekte, die genutzt werden können und sollten. Beispielhaft sei hier das Strategiepapier der Stadt Duisburg erwähnt, das hier einige Anregungen für eine solche Strategie enthält.¹¹

4.2.3.2 Beschreibung der Systemkomponenten und Teilsysteme

Verkehrs- und Umfelddaten

Die Systemkomponente „Verkehrs- und Umfelddaten“ hat die Aufgaben der Datenfusion, der Datenvervollständigung und der Qualitätsprüfung der Daten. Grundlage sind die Daten aus dem Teilsystem Verkehrsdatenerfassung (siehe Abschnitt „Verkehrsdatenerfassung“). Auf Grund der großen Datensätze, die verarbeitet werden müssen, ist eine hohe Performanz des Teilsystems notwendig. Dies gilt insbesondere, wenn zukünftig Echtzeitdaten eingebunden werden sollen.

Wichtiger Bestandteil des Datenmanagements ist eine gemeinsame Georeferenzierung, um die Daten systemübergreifend mit Geokoordinaten verschneiden zu können. Der Zugang auf das

¹¹ https://www.duisburg.de/vv/oe/dezernat-iv/10/1/it-management.php.media/73033/2018-07-04_E-Government-Strategie_v110.pdf

Teilsystem Verkehrs- und Umfelddaten sollte stets offen und standardisiert sein, so dass die anderen Teilsysteme stets mit den Verkehrsdaten synchronisiert werden können.

Für den Aufbau des Teilsystems ist zunächst zu prüfen, welche Daten aktuell bereits von der Stadt Bielefeld erhoben und verarbeitet werden sowie zur Einbindung in das VLS geeignet sind. Für die 1. Erweiterungsstufe werden folgende Arbeitsschwerpunkte vorgeschlagen:

- Zusammenführung verschiedener bestehender Datenquellen (Messstellen, LSA etc.)
- Ergänzende Erhebung von Bluetooth-Daten oder alternativ Zukauf von Floating-Car-Data auf den strategischen Routen / im strategischen Netz
- Datenvervollständigung
- Einheitliche Georeferenzierung der Datensätze
- Anschluss an den Mobilitätsdaten-Marktplatz (MDM)

In einer 2. Erweiterungsstufe sind dann ein weiterer Ausbau der Datenerhebung im Zuge der Erweiterung des strategischen Netzes sowie die Verarbeitung neuer Datensätze vorgesehen. Hier sind vor allem Car-to-Infrastructure- und/oder Car-to-Car-Informationen zu nennen, da hier in den nächsten Jahren große Entwicklungssprünge und eine stärkere Durchdringung des Marktes zu erwarten ist. Für das Teilsystem Verkehrs- und Umfelddaten sind daher entsprechende Kapazitätsbedarfe einzukalkulieren bzw. Erweiterungsmöglichkeiten bereit zu halten.

Teilsystem Datenerhebung MIV

Für ein funktionales Verkehrssystem ist eine umfassende Datenerhebung im MIV unabdingbar. Basis hierfür sind die Daten, welche von der Stadt Bielefeld bereits erhoben werden. Darauf aufbauend ist ein Erhebungskonzept zu entwickeln, das den notwendigen Anforderungen gerecht wird. Zusätzlich zu eigenen Erhebungen ist auch der Einkauf von externen Datensätzen denkbar.

Folgende Datenerhebungen sind – ggf. in mehreren Stufen – aufzubauen:

- LSA mit Messstellen (Schleifen)
- Weitere Verkehrszählstellen (z. B. Dauerzählstellen oder berührungslose Erfassungssysteme)
- Einbindung bzw. Aufbau von Schadstoffmessstellen
- Ergänzung von Videokameras zur Verkehrsbeobachtung an strategischen Stellen im Netz unter Berücksichtigung der Aspekte des Datenschutzes
- Einbindung externer FCD-Daten (ÖV, Taxi etc.) oder alternativ Aufbau einer eigenen Bluetooth-Daten-Erfassung zur Ableitung von Reisezeiten
- Dynamische Einbindung von Baustelleninformationen und Verkehrsmeldungen
- Austausch mit Externen (z.B. Polizei / Feuerwehr) über aktive Schnittstellen

Die Anforderungen an die benötigten Daten – so z. B. hinsichtlich der Erfassungsintervalle oder abzuleitenden Kenngrößen – sind fortführend zu prüfen und können jederzeit bei Bedarf erweitert werden.

Einbindung eines Verkehrsmodells – in einer späteren Stufe relevant

Es ist später in einer weiteren Stufe nach Etablierung des „konventionellen“ Erfassungskonzeptes zu prüfen, inwiefern das vorhandene Verkehrsmodell der Stadt Bielefeld erweitert und in das Verkehrsmanagementsystem eingebunden werden kann. Hochentwickelte Verkehrsleitsysteme greifen z. B. hinsichtlich der Ableitung von Umlenkungspotenzialen bzw. der Simulation von Szenarien im Vorfeld der Umsetzung auf Verkehrsmodelle zurück, um die Verkehrssteuerung weiter zu optimieren.

Es ist hier auf Basis ähnlicher Ansätze z. B. in Stuttgart und Bremen zu empfehlen, das Verkehrsmodell in einer späteren Entwicklungsstufe des VLS in automatisierte Situationsanalysen einzubinden, die vordefinierte Strategiemassnahmen auslösen. Insbesondere im Baustellen- und Veranstaltungsmanagement kann das – dann z. B. hinsichtlich der Einbindung des ÖV und des Radverkehrs optimierte – erweiterte Verkehrsmodell effizient eingesetzt werden, um die Gesamtverkehrslage zu verbessern.

Strategiemanagement / Strategieplanung

Dem Strategiemanagement kommt eine zentrale Rolle im Verkehrsmanagementsystem zu, da es dafür verantwortlich ist, aus allen auftretenden Ereignissen die richtige Massnahmenkombination zu treffen. Zentrales Element ist dabei das sogenannte Work-Flow-System, bei dem es sich um eine Softwarelösung handelt, die das Abbilden und Definieren von Arbeits- und Entscheidungsabläufen ermöglicht, dass bei der entsprechenden Auslösung des Ereignisses dann möglichst automatisch eine Massnahme bzw. Strategie gestartet wird. Ein manuelles Eingreifen durch den Benutzer muss jedoch auch jederzeit sichergestellt sein.

Das Work-Flow-System kann dabei als Strategiebibliothek von der Stadt Bielefeld selber gepflegt werden. Dazu ist eine möglichst benutzerfreundliche Softwarelösung zu wählen, mit dem die Strategieversorgung geregelt wird, die dem Strategiemanagement vorgelagert ist. Hier werden die Work-Flows editiert und verwaltet, der Datenzugriff geregelt sowie die Regeln für die Auslösung und Beendigung von Work-Flows definiert. Je komplexer die Strategieplanung wird, desto mehr wird auch ein Tool erforderlich, welches Widersprüche zwischen einzelnen Strategien automatisch identifiziert und eliminiert (Aktivitätenmanager). Die Einführung eines solchen Tools kann jedoch in der 2. Erweiterungsphase erfolgen, da in der 1. Stufe die Systemkomplexität noch nicht so hoch sein wird.

Eine weitere wichtige Komponente ist die Überwachung der Betriebszustände der einzelnen Komponenten. So muss es für den Benutzer jederzeit möglich sein, Ausfälle im System in den einzelnen Systemen angezeigt zu bekommen und darauf reagieren zu können.

An das Strategiemanagement ist auch das Informationssystem angekoppelt, das die Verkehrsteilnehmer über die entsprechenden Massnahmen informiert. Dabei werden alle zur Verfügung stehenden Kanäle genutzt. Hier wird auch das dynamische Anzeigesysteme gesteuert.

Als Anforderung an das Bielefelder System werden folgende Anforderungen für die 1. Stufe definiert:

Es soll möglich sein, sowohl Stau- bzw. Reisezeitinformationen und Umleitungsempfehlungen als auch Hinweise auf die Nutzung von P+R- bzw. ÖV-Nutzungen sowie gezielte Hinweise zur Förderung des Radverkehrs zu geben. Darüber hinaus soll es in weiteren Stufen des erweiterbar ausgelegten Systems möglich sein, auch umweltbedingte Informationen auf Basis von Schadstoffmessungen zu geben.

Dementsprechend müssen im hierfür gewählten Tool mindestens folgende Teilkomponenten umgesetzt werden:

- Ableitung von Strategien, welche auf Verkehrsdaten, Reisezeiten, Umweltdaten oder sonstigen Eingangsdaten basieren – inkl. Priorisierungsmöglichkeit;
- Erstellung und Hinterlegung von – festen oder spontan anzulegenden – Anzeigehalten;
- Bibliothek zur Ablage und Speicherung sowie ggf. Änderung der Strategien sowie
- Schnittstellen zur Übernahme externer Daten sowie zur Weiterleitung von Schallzuständen an Dritte.

Teilsystem Dynamische Verkehrslenkung

Für die dynamische Verkehrslenkung wird ein dynamisches Anzeigesystem benötigt. Dazu wird der Aufbau eines Voll-LED-Anzeigesystems empfohlen. Das System sollte 2 bis 3 verschiedene Größentypen umfassen, gestaffelt z. B. vier- bis fünfzeilig im Außenbereich sowie zwei- bis drei-zeilig im Innenstadtbereich.

Eine erste Übersicht ist in den Anlagen 4-1 und 4-2 dargestellt. Größte Vorteile der Voll-LED-Lösung sind:

- Möglichkeit der alternativen Anzeige anderer Inhalte neben der eigentlichen Zielsetzung bei variablen Situationen (z. B. Hinweis auf Sperrungen, Baustellen etc.) (vgl. Abbildung 4.2), auch hier z. B. parallel auch genutzt für das Parkleitsystem – Nutzung vorhandener Standorte und deren Infrastruktur.
- Möglichkeit der gezielten Unterstützung von Feuerwehr- oder Polizeieinsätzen;
- Möglichkeit der gezielten Information über Schadstoff- / Emissionsszenarien und damit zur besseren Erreichung der Ziele der Emissionsreduktion;
- Möglichkeit z. B. für gezielte Veranstaltungsinformationen, ggf. auch mit geändertem Routen- oder Parkverhalten sowie
- generell flexiblere Anzeigemöglichkeiten, z. B. auch Anzeige von Gefahrenhinweisen oder Nutzung für Polizei- und Feuerwehreinsätze (priorisierte Einsatzschaltungen).



Abbildung 4.2: Beispiel für Ausweichroutenempfehlungen auf einem LED-AQ

Die Konstruktion erlaubt es, beliebig auf den Schildern grafische und/oder textliche Informationen in beliebiger Konstellation und mit verschiedenen Schriftfonds in mehreren Schriftgrößen darzustellen. Hinsichtlich der Höhe der Schilderunterkante empfiehlt es sich, diese auf mindestens 2,70 Meter zu setzen, damit auch Radfahrer diese ohne Gefahr mit entsprechendem Sicherheitsabstand unterqueren können. Die Schilder werden an nicht begehbaren Rohrmasten aus verzinktem Stahl mit Unterflurfundamenten befestigt.

Erweiterung/ Modernisierung des Parkleitsystems

Im Zuge des Aufbaus eines Verkehrsleitsystems bietet es sich an, das vorhandene Parkleitsystem zu modernisieren und „smarter“ zu gestalten. Wie in Kapitel 2.2 dargestellt besteht das aktuelle Parkleitsystem vor allem aus statischen Schildern, die unmittelbar vor den Parkhäusern durch dynamische LED- Anzeigen ergänzt werden. Diese bieten jedoch nur die Anzeigemöglichkeiten „frei“ oder „belegt“.

In einem ersten Schritt sollte im Zuge der Modernisierung des Parkleitsystems an strategischen Stellen auf dynamische LED- Anzeigen umgestellt werden, welche sowohl die freien Stellplätze in den Parkhäusern anzeigen können, aber zusätzlich in Kombination mit den LED-Anzeigesystemen eine gezielte Verkehrsführung bzw. sonstige Warn- bzw. Veranstaltungshinweise ermöglichen.

Weiterhin ist in diesem Kontext zu empfehlen, die Parkhäuser sukzessive auf eine Echtzeitparkstanderhebung umzustellen – insofern noch nicht geschehen –, wofür eine dynamische Stellplatzdetektion notwendig ist. Dazu gibt es mittlerweile verschiedene Systeme von verschiedenen Herstellern zur Auswahl, die Detektion kann dabei mittels Schleifen, Laser, Kamera oder elektromagnetischer Erkennung erfolgen. Mit dieser Lösung sind dann auch Prognosen der Entwicklung der Anzahl der freien Parkplätze möglich.

Darüber hinaus ist es möglich, über diese Systeme Stellplatzreservierungen und Routenvorschläge über herstellerspezifische Applikationen anzubieten. Diese Systeme können dazu beitragen, den Parksuchverkehr deutlich zu reduzieren und bieten im Vergleich zum derzeitigen Parkleitsystem den Vorteil, dass Parksuchende gezielt bereits frühzeitig zu einem entsprechend freien Parkhaus gelenkt werden. Weiterhin bieten diese Systeme auch die Möglichkeit, den Parksuchverkehr im Parkhaus zu reduzieren, in dem der Parksuchende direkt zum freien Stellplatz gelenkt wird.

In einem zweiten Schritt besteht weiterhin die Möglichkeit, auch die Parkstände im öffentlichen Straßenraum miteinzubeziehen in das Parkleitsystem. In Köln ist 2020 ein Pilotprojekt gestartet worden, in welchem in Köln-Nippes ein größeres zusammenhängendes Gebiet entsprechend ausgestattet worden ist. Dazu ist es notwendig, die einzelnen Parkstände mit Sensoren auszustatten. Weiterhin werden kleine LED- Anzeigen benötigt, die an Laternenmasten befestigt werden können. Neben den LED-Anzeigen bietet der Hersteller des Systems auch eine App an, die den Parksuchenden direkt zum freien Parkstand lotst.¹²

Die Stadt Köln verspricht sich von dem System eine Reduzierung des Parksuchverkehrs um 30% im Projektgebiet. Durch eine Anbindung dieser Systeme an den VLS- Rechner ist es möglich, alle Informationen entsprechend zu bündeln und im Rahmen einer optimierten Verkehrsführung einzusetzen.

Erweiterungsoption App-Steuerung

Derzeit sind statische LED-Anzeigesysteme als 1. Stufe die Vorzugslösung. In einer späteren Systemstufe ist es aber denkbar, dass als gezielte Ergänzung die Verkehrsbeeinflussung über Applikationen auf dem Smartphone oder direkt integriert im Pkw stattfindet (die weitreichende Marktdurchdringung eines solchen Systems kann dabei aber noch einige Jahre in Anspruch nehmen).

Hier darf nicht außer Acht gelassen werden, dass eine Verkehrsbeeinflussung möglichst barrierefrei geschehen sollte und eine Fokussierung auf eine „rein“ digitale Lösung beispielsweise nicht-technik affine Menschen ausschließt, weshalb dynamische Anzeigequerschnitte auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen werden.

Andererseits können Apps dabei helfen, Menschen mit Einschränkungen (zum Beispiel Behinderung) eine erleichterte Fortbewegung in der Stadt zu ermöglichen. Es wird also in Zukunft auf ein perfektes Zusammenspiel von Applikationen und statischer Verkehrsbeeinflussung in Form dynamischer LED-Anzeigen ankommen, um den Stadtverkehr optimal abwickeln zu können.

Grundsätzlich gilt, dass alle verfügbaren Informationskanäle eingesetzt werden sollten, um eine größtmögliche Anzahl von Verkehrsteilnehmern und damit auch die größtmögliche Wirkung erreichen zu können.

¹² https://www.rheinenergie.com/de/unternehmen/technik_und_entwicklung/mobilitaet/smartes_parken/smartes_parken.html

Hier muss die Stadt Bielefeld zukünftig auch die Entscheidung treffen, ob die Stadt eine eigene Mobilitäts-App auf den Weg bringen möchte, die entsprechend als dynamisches Routing-Werkzeug eingesetzt wird, oder ob die Stadt die Rolle als Datenplattform einnimmt, über die Verkehrsinformationen und Routenbeeinflussungen an private Navigationsanbieter weitergeben werden.

Verkehrssteuerung unter Einbindung der LSA

Die Stadt Bielefeld betreibt aktuell 3 LSA-Rechner, die an den Verkehrsmanagementrechner angeschlossen werden sollten. Da ein Großteil der LSA in Bielefeld bereits verkehrsabhängig gesteuert werden, bieten sich hier geeignete Steuerungsmöglichkeiten. Die LSA bieten die Möglichkeit, zum Beispiel im Rahmen von Ausweichrouten die Freigabezeiten für die entsprechenden Verkehrsströme anzupassen, um Stauereignisse aufzulösen und den Verkehr besser im Stadtsystem zu verteilen.

Grundsätzlich sind drei Arten von Steuerungsverfahren denkbar:

- Signalplanoptimierungsverfahren (Stufe 1)
- Verkehrsabhängige Programmauswahl (Stufe 1)
- Modellbasierte Netzsteuerungsverfahren (setzt Einbindung Verkehrsmodell voraus, daher hier Stufe 2)
- Signalisierte Busspuren nach Bedarf einrichten

Hier sind auch wichtige Radverkehrsrouten und der Fußverkehr zu berücksichtigen.

Einbeziehung des Multimodalen Verkehrs zur Förderung des Umweltverbundes

Das ITCS von MoBiel wird in der ersten Erweiterungsstufe an das Managementsystem angeschlossen. Somit können Informationen zu Verspätungen und Reisezeiten ausgetauscht werden. Die DFI an den Haltestellen können dabei optional als erweiterte Informationsanzeigen eingesetzt werden.

Weiterhin werden in der ersten Erweiterungsstufe erste Strategien entwickelt, um einen Umstieg vom Pkw in den ÖV zu fördern. Dazu werden gemeinsam mit der Stadt Bielefeld ausgesuchte P+R-Anlagen als Pilotplätze ausgewählt, an denen eine dynamische Verkehrsverlagerung erprobt werden kann. Hier bieten sich nach Absprache mit der Stadt Bielefeld die P+R-Anlagen Senne und/oder Milse an, da sie jeweils an einer strategisch relevanten Haltestelle einer Stadtbahnlinie gelegen sind und über ausreichende Kapazitäten verfügen.

Ziel ist es, den Autoverkehr zu reduzieren und am Stadtrand einen Umstieg von Pkw auf Bahn bzw. Bus anzustreben. Weiterhin sollen in Bielefeld zukünftig P+R-Anlagen erweitert und auch neu errichtet werden. Standorte für Neuanlagen könnten im Bereich Paderborner Straße/ Kamphof, Hillegossen/ Alte Detmolder Straße oder Jöllenbecker Straße/ Westerfeldstraße liegen. Diese Anlagen sollten in einer zweiten Erweiterungsstufe sukzessive eingebunden werden (vgl. Anlage 4-1).

Die Einbindung von E-Ladesäulen, auch an P+R Anlagen, mit Standort und Besetzung sollte berücksichtigt werden.

In diesem Zuge sollen auch B+R-Plätze und Standorte von Leihfahrradstationen ausgewiesen werden, so dass alternativ zum ÖPNV auch der Umstieg auf ein Leihfahrrad möglich ist. Die größte Chance auf einen Umstieg besteht darin, die potentiellen Reisezeiten der Verkehrsmittel darzustellen. Dazu können die AQ des Teilsystems der dynamischen Verkehrslenkung, aber auch andere Informationskanäle genutzt werden.

Über FCD-Daten oder bluetooth-basierte Reisezeiten werden dabei auf bestimmten Pilotstrecken die Reisezeiten im Pkw-Verkehr erhoben und gegen die Reisezeiten von ÖV oder Fahrrad gegenübergestellt. Sofern die Reisezeit mit dem Kfz höher ausfällt, werden entsprechende P+R- oder B+R- (Verknüpfung mit Leihfahrradsystem der Stadt Bielefeld) Möglichkeiten angezeigt. Für die Reisezeit des Autoverkehrs ist es auch denkbar, zusätzlich eine „Parksuchzeit“ anzuzeigen, beispielsweise wenn die Parkhäuser stark ausgelastet sind.

Neben dem ÖV und einem Leihfahrradsystem können in weiteren Stufen auch weitere Verkehrssysteme an das Managementsystem eingebunden werden. Denkbar sind die Einbindung von Car-Sharing-Anbietern, E-Roller-Verleihsystemen oder die Ausweisung von E- Ladestationen.

Im ersten Ausbauschritt sollten Schnittstellen zu ausgewählten Anbietern geschaffen werden, über die Informationen zu Verfügbarkeit, Standort, Reisezeit oder Kosten ausgetauscht werden. Diese Informationen können entsprechend auf den AQ dargestellt oder mit anderen Systemen ausgetauscht werden.

Einbeziehung der Systeme anderer Anbieter

Es sind Verknüpfungen und der Austausch von Informationen mit anderen Baulastträgern (vor allem Straßen NRW oder Zentrale der Autobahn) und mit wichtigen städtischen Institutionen wie Feuerwehr und Polizei schon sehr früh in der Phase eines Betriebs des VLS sinnvoll. In einer ersten Erweiterungsstufe sind erste Strategien, z.B. Störfall auf der A 2, Polizei- oder Feuerwehreinsatz zu implementieren.

Zu dem Zweck ist es auch sinnvoll, bereits auf der Autobahn vor den relevanten Ausfahrten entsprechende LED-AQ zu positionieren, um die Verkehrsteilnehmer entsprechend zu informieren. So kann je nach Verkehrslage im innerstädtischen Bereich im Falle eines Störereignisses auf einer Autobahn eine Ausweichroute empfohlen oder nicht empfohlen werden. Für diesen Fall müssen sowohl Informationen mit anderen Baulastträgern ausgetauscht, aber auch Strategien gemeinsam entwickelt werden.

Im zweiten Erweiterungsschritt sind diese Szenarien sukzessive auszubauen. Zukünftig ist auch ein direkter Kontakt per Funk mit der Polizei denkbar, um in Echtzeit Informationen austauschen zu können. Dafür ist aber ein entsprechender Personaleinsatz notwendig.

Schnittstellen zu privaten Anbietern

Es sind bereits in der grundsätzlichen Systemkonstellation eine Schnittstelle für den Austausch mit privaten Anbietern hardwareseitig vorzusehen. In der 1. Stufe ist beispielsweise die Einbindung eines Veranstaltungskalenders sinnvoll, um im Vorfeld wichtige Veranstaltungen mit Maßnahmen zu unterfüttern.

Über eine Schnittstelle zum Anbieter von Handyparken können dann in der 2. Stufe Auslastungszustände in der Innenstadt abgefragt werden und Parksuchverkehr reduziert werden. Weitere Details sind später in der konkretisierten Planung zu definieren.

Für den Export von Daten kann grundsätzlich die MDM- Schnittstelle genutzt werden, das gilt grundsätzlich für die Einbeziehung Dritter. Auch für den Input kann diese Schnittstelle benutzt werden, sofern der Anbieter seine Datensätze dort zur Verfügung stellt.

Wirtschaftsverkehr

In das Verkehrssystem sollte auch der Wirtschaftsverkehr eingebunden werden. Ziel muss es sein, den Güterverkehr möglichst emissionsarm durch Bielefeld zu führen, um Anwohner zu schützen und die Infrastruktur zu schonen. Über Zählstellen können beispielsweise die Schwerlastanteile auf bestimmten Streckenabschnitten dynamisch ermittelt werden, um darauf basierend gezielte Strategien im Bedarfsfall in Form einer Ausweichroute oder dynamischer LSA-Beeinflussung auszulösen.

Für eine gezielte Verkehrsbeeinflussung müssen alle verfügbaren Informationskanäle genutzt werden (LED-AQ, Website, App, spezielle Lkw-Navigationsgeräte). Lkw-Navigationsgeräte stellen hier eine erfolgsversprechende Lösungsmöglichkeit dar, sind jedoch hinsichtlich ihrer Wirksamkeit wesentlich abhängig von Marktdurchdringung und Nutzungshäufigkeit. Weiterhin verbesserte Informationen und somit eine erhöhte Akzeptanz können auch durch eine gezielte Nutzung von Verkehrs- und Baustellendaten geschaffen werden.

Auch die Einbindung spezieller Logistik-Unternehmen zum Informationsaustausch mit hohem Lieferaufkommen in das Verkehrssystem kann zielführend sein, um eine App- oder navigationsgesteuerte Navigation dynamisch zu beeinflussen. Weiterhin kann auch ein zielgerichteter Einsatz von LED-AQ oder statischer Beschilderung auf speziellen Strecken helfen, das steigende Güterverkehrsaufkommen zu beeinflussen.

Hier sind speziell die relevanten Strecken zwischen den Autobahnen und den Gewerbegebieten einzubeziehen, die im definierten Vorzugsnetz bereits zum großen Teil abgedeckt sind, da sie die Hauptverkehrsachsen der Stadt Bielefeld abdecken. Regionale Besonderheiten sind dann in einer vertieften Planungsphase zu analysieren und entsprechend in Szenarien einzubeziehen (beispielsweise Freigabezeitverlängerungen auf Strecken mit hohem Lkw-Verkehrsaufkommen zu bestimmten Stoßzeiten oder entsprechende Routenempfehlungen auf LED-AQ und Navigationsgeräten).

Darüber hinaus kann das Verkehrssystem für ein zukünftiges City-Logistik-Konzept, das bei der Stadt Bielefeld aktuell in Planung ist, eingesetzt werden, um beispielsweise den Zuliefererverkehr zu steuern.

4.3 Auswirkungen auf Verkehrsgeschehen und Emissionen

Grundlegend ist zu unterscheiden zwischen der Wirkung einzelner Maßnahmen und der Wirkung eines Verkehrssystems im Gesamten. Die Wirkung einzelner Maßnahmen kann dabei gut quantifiziert werden, während die Wirkung eines Gesamtsystems wegen gegenseitiger Beeinflussung unterschiedlicher Maßnahmen, die sich überlagern, sehr schwierig ist.

Folgende Elemente des Vorzugsszenarios (Szenario 1) haben direkte Auswirkungen auf die Verkehrsbeeinflussung (siehe auch Abbildung 4.1):

- Verkehrslenkung IV (Dynamische Anzeigesysteme zur Verkehrslenkung, Parkleitsystem);
- Verkehrslenkung Umweltverbund im Kontext mit der Verkehrslenkung ÖV (hier insbesondere im Kontext mit dem Ziel der Veränderung des Modal Split hin zum Rad- und Fußverkehr sowie auch zum ÖV – umsetzbar über die direkte Verknüpfung mit dem ITCS);
- Verkehrssteuerung (etwa über eine weitere optimierte verkehrsmittelübergreifende Steuerung an den Hauptknotenpunkten);
- Modul „Private Anbieter“ (nur insofern sich hier Anwendungen ergeben, welche direkten Einfluss auf die Routenwahl oder die zeitliche Wahl der Fahrt haben) sowie
- Systeme externer Baulastträger.

Dabei sind die Auswirkungen je nach Teilsystem unterschiedlich. So führt eine Optimierung des Parkleitsystems zu einer Minimierung von Parksuchverkehren. Dies wird unterstützt durch die gezielte Einbeziehung von P+R-Plätzen mit entsprechend dynamischen Hinweisen im Vorfeld.

Die Kombination aus diesen beiden Elementen, unterstützt z. B. durch eine entsprechende App oder gezielte Taktverdichtungen im ÖV etwa bei Veranstaltungen führen einerseits zu einem besseren Modal Split für den ÖV, andererseits zu einer deutlichen Minimierung der Fahrtzeiten und damit der Emissionen.

Ein weiteres Mittel zur Steuerung des Verkehrsaufkommens im Gesamtnetz ist die gezielte Zuweisung von Routen bei unterschiedlichen Ereignissen. Hier kann durch den Einsatz von dynamischen Hinweisschildern und Apps bei unterschiedlichen Ereignissen auf unterschiedliche Routen oder Verkehrsträger- bzw. Parkoptionen hingewiesen und somit das Gesamtverkehrsaufkommen gesteuert werden. Dies ist neben ganz gezielter emissionsbasierter Steuerung ein wirksames Instrument eines VLS zur Reduzierung von Staus und Emissionen.

Die eigentliche Steuerung der Verkehre und damit der Wirkungen erfolgt über die Zentraleinheit mit der Strategiebibliothek. In dieser sind je nach Verkehrssituation sowie sonstigen Ereignissen mit verschiedenen Prioritäten unterschiedliche Strategien hinterlegt, welche auf im System verfügbaren bzw. dort direkt generierten Daten basieren.

4.4 Berücksichtigung Aspekte und Maßnahmen im Rahmen des Störfall- bzw. Baustellenmanagements

Ein großes Problem im Rahmen der Verkehrssteuerung über alle Verkehrsträger stellt die zeitnahe Berücksichtigung von Störfällen oder Baumaßnahmen bei der Verkehrsmittel- und Routenwahl dar. Während ein Störfall im Netz über eine geeignete Detektion meist noch sehr schnell erkennbar und damit auch in ein Gesamtsystem zur Verkehrssteuerung im Rahmen eines VLS integrierbar ist, ist dies bei Baustellen häufig anders, da generell zwischen ungeplanten Tagesbaustellen sowie geplanten Tages- oder Langzeitbaustellen zu unterscheiden ist. Hinzu kommt, dass es sehr viele Träger öffentlicher Belange und auch Private gibt, welche sehr unterschiedliche Baumaßnahmen mit Auswirkungen auf den Verkehrsraum planen sowie auch umsetzen.

Dementsprechend schwierig ist es, möglichst viele Ereignisse so spontan zu erfassen und in das VLS zu integrieren, dass sie zu geringen bis keinen Auswirkungen auf den Gesamtverkehr führen. Ein erster Schritt zur Umsetzung in einem VLS ist die räumlich-zeitliche Kategorisierung von Störfällen / Baustellen. Dies erfolgt in der Regel im Rahmen eines separaten oder als Baustein des VLS realisierten Störfall- bzw. Baustellenmanagementsystems.

In diesem sind dann zunächst die Störfälle / Baustellen in planbare und nicht planbare Ereignisse zu unterteilen sowie die Organisationsstrukturen und Meldewege eindeutig zu definieren (Wer genehmigt welche Maßnahmen? Wo liegen welche Informationen wie und wann vor? Wie kann dies zeitnah in das VLS eingespeist und in den Strategiedefinitionen berücksichtigt werden?).

Im vorliegenden Fall empfiehlt sich eine stufenweise Umsetzung eines dynamischen Störfall- und Baustellenmanagementsystems wie folgt:

Stufe 1:

Integration der bestehenden Informationen zu geplanten Baustellen und besonderen Ereignissen, welche zu Störfällen führen, in das VLS über entsprechende dynamische Schnittstellen – Ableitung von zugehörigen Strategien und Schaltungen im VLS unter Einbeziehung der im VLS direkt generierten Störfälle (dies sind z. B. Staus auf dem strategischen Netz oder auch Störungen im ÖPNV).

Stufe 2:

Sukzessive Aufbau eines erweiterten Störfall- und Baustellenmanagementsystems, welches in der Lage ist auch kurzfristige ungeplante Ereignisse, die direkt in das System eingegeben werden in der Strategiewahl spontan zu berücksichtigen

In beiden Stufen sind die Maßnahmen, die ergriffen werden, ein Output aus der Strategiebibliothek. Ein Beispiel ist z. B. ein Störfall mit Sperrung einer Hauptroute im MIV, welche zur gezielten Empfehlung der Nutzung von P+R-Plätzen mit Umstieg auf den ÖPNV führen.

Ein anderes Beispiel ist es, gezielte Hinweise auf Leihfahrräder zu geben, wenn zwar die Strecke im Rahmen einer Baustelle für Kfz gesperrt, für Radler aber befahrbar ist.

4.5 Potenzial-, Risiko- und Chancenanalyse zum Vorzugsszenario hinsichtlich der Verkehrsträger MIV, ÖV und Radverkehr

In nachstehender Tabelle sind die Potenziale, Risiken und Chancen der einzelnen im Kapitel 4.2 beschriebenen Bausteine für das VLS Bielefeld benannt und bewertet. Die Analyse und Bewertung erfolgt dabei immer im Kontext mit den vorne im Bericht beschriebenen Hauptzielen des VLS im Kontext mit den anderen Bausteinen der modernen Mobilitätsstrategie für die verschiedenen Verkehrsträger in Bielefeld.

Tabelle 4.1: Einschätzung der Potenziale, Risiken und Chancen

Komponente	Potenziale	Risiken	Chancen	Gesamteinschätzung
Erhebung und Aufbereitung von Verkehrs- und Umfelddaten	Optimierung der vorhandenen Verkehrslageermittlung und Störfallerkennung	Hohe Investitions- und Betriebskosten für eine flächendeckende Umsetzung über alle Verkehrsträger	Schnellere Störfallerkennung und verkehrsträgerübergreifende aktuelle Verkehrslage mit gezielter Reaktion zur Störungsreduktion und Beeinflussung der Verkehrsträgerwahl	Sinnvoller Baustein, der sich auch in mehreren Stufen umsetzen lässt Priorität hoch für stufenweise Umsetzung
Einbeziehung eines Verkehrsmodells in das System	Prognose von Auswirkungen verschiedener Ereignisse mit Schaltung dann schon im Vorfeld	Hoher Bedien- und Versorgungsaufwand	Vermeidung von Störfällen über „vorausschauende“ Steuerung	Sinnvoll für die 2. Stufe, wenn das Grundsystem läuft und sich gezielter Optimierungsbedarf zeigt Priorität mittelhoch für Umsetzung in späterer Phase des VLS

Komponente	Potenziale	Risiken	Chancen	Gesamteinschätzung
Verkehrslenkung MIV über dynamische Anzeigesysteme und Apps	Minimierung von Störungen, Suchverkehren und Emissionen sowie Unterstützung der Veränderung des Modal Split zu Gunsten von ÖV und Rad	Hohe Investitions- und Betriebskosten für eine flächen-deckende Umsetzung im gesamten strategischen Netz für die Infotafeln sowie noch geringer Marktanteil von Apps	Erreichbarkeit fast aller relevanter Kfz im strategischen Netz hinsichtlich Informationen und Beeinflussung des Verhaltens	Sinnvoller Baustein, der sich auch in mehreren Stufen umsetzen lässt Priorität hoch für stufenweise Umsetzung
Verkehrslenkung ÖV über Einbeziehung und Erweiterung des ITCS	Gezielte Stärkung der erweiterten Nutzung des ÖV im Zusammenspiel mit der Verkehrslenkung MIV	Komplexe Schnittstellen und ggf. konfliktäre Anforderungen zum MIV	Bessere Vernetzung von MIV und ÖV mit der Möglichkeit, dynamisch auf Ereignisse und Störfälle in beiden Systemen zu reagieren	Sinnvoller Baustein, der bereits in Stufe 1 umgesetzt werden sollte, da das ITCS schon sehr weit ist hinsichtlich der digitalen Umsetzung ist Priorität hoch für Umsetzung in Stufe 1

Komponente	Potenziale	Risiken	Chancen	Gesamteinschätzung
Einbeziehung vorhandene LSA-Zentralrechner	<p>Einbindung in Strategiemanagement. Gezielte Verkehrslenkung bei Störfällen, Baustellen und anderen Ereignissen.</p> <p>Einbindung aller Verkehrsmittel (zum Beispiel Freigabezeitenverlängerungen für Rad oder Fußverkehr bei hohem Aufkommen)</p>	Bei zu starker Konzentration auf MIV ggf. nachteilig für Modal-Split zu Ungunsten von Rad- und Fußverkehr. Daher müssen alle Verkehrsteilnehmer einbezogen werden.	Verbesserung des Verkehrsablaufs, Reduzierung von Reisezeiten und Emissionen. Ermöglicht gezielten Eingriff bei Störereignissen und Baustellen. Stärkung des Umweltverbundes.	<p>Sinnvoller Baustein, der bereits in Stufe 1 umgesetzt werden sollte.</p> <p>Sukzessive sind dann die Eingriffsmöglichkeiten zu erweitern.</p>
Verkehrslenkung Umweltverbund (insbesondere Radverkehr)	Einbindung von B+R-Anlagen und Leihfahrradstationen, Nutzung der dynamischen Anzeigen und verfügbaren Applikationen zur Information und Verkehrsmittelwahlbeeinflussung, dadurch Stärkung des Umweltverbundes.	Schwache Wirkung durch fehlende Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer, zum Beispiel bei Empfehlungen zum Umstieg auf ein Fahrrad bei Störereignis.	Bessere Vernetzung der Verkehrsmittel, Verkürzung von Reisezeiten, Reduzierung von Emissionen, Stärkung des Umweltverbundes und Verschiebung des Modal Splits	Sollte schon ab Stufe 1 umgesetzt werden und sukzessive fortentwickelt werden
Einbeziehung der Systeme externer Baulastträger	Gezielte Eingriffsmöglichkeiten bei Störereignissen auf externen Systemen (Autobahn)	Keine	Bessere Informationslage und Eingriffsmöglichkeit bei Störereignissen, Baustellen etc. auf externen Systemen. Entwicklung von Szenarien möglich.	<p>Schnittstelle sollte in Stufe 1 geschaffen werden.</p> <p>Szenarienentwicklung kann sukzessive erfolgen.</p>

Komponente	Potenziale	Risiken	Chancen	Gesamteinschätzung
Einbeziehung der Daten und Anwendungen privater Dritter	Verknüpfung aller Mobilitätsanbieter. Besserer Informationsfluss, Vernetzung aller Verkehrsmittel, Digitalisierungsmöglichkeiten	Gegebenenfalls hohe Komplexität bei Verarbeitung der Informationen, viele Schnittstellen notwendig, Plausibilisieren der Daten nötig	Verbessertes Mobilitätsangebot in der Stadt, Förderung neuer Mobilität, Reduzierung Parksuchverkehr beispielsweise durch Handyparken mit Reservierungsmöglichkeiten, Verbesserung der Zusammenarbeit mit externen Anbietern	Keine hohe Priorität für Stufe 1 Sukzessiver Aufbau mit entsprechender Informationsverarbeitung und Szenarientwicklung

4.6 Bewertung des Vorzugsszenarios anhand der vorgenannten Kriterien

Die Analyse der Potentiale, Chancen und Risiken im Kapitel 4.5 zeigt, dass das im Kapitel 4.2 beschriebene System bei stufenweiser Umsetzung gezielt nach den hiermit verbundenen Chancen und Risiken mit hoher Wahrscheinlichkeit schon in der 1. Stufe zu einer hohen Zielerreichung führt, welche mit den Folgestufen immer weiter verbessert werden kann.

Leider finden sich in den Veröffentlichungen zu bereits umgesetzten Leitsystemen und in der sonstigen einschlägigen Literatur aber keine quantitativen Kriterien für die Bewertung eines verkehrsträgerübergreifenden Verkehrsleitsystems mit verschiedenen Teilelementen. Von daher ist zu empfehlen, die qualitative Bewertung aus Kapitel 4.5 für die weitere Bearbeitung und Entscheidungsfindung zu nutzen.

Dabei ist immer zu beachten, dass es bei dem gewählten modularen Aufbau immer möglich ist, später auch in weiteren Stufen Verfeinerungen vorzunehmen, um die gewünschten Wirkungen zu erreichen oder gezielt auf neue innovative Entwicklungen in der Verkehrstechnik zu reagieren bzw. diese zu implementieren.

Im nächsten Schritt sind zunächst auf dieser Basis weitere Detailanalysen im Hinblick auf organisatorische, nutzen- und kostenseitige Aspekte sowie Wirkungen durchzuführen, um die bisherigen Ergebnisse der Studie weiter zu prüfen und zu konkretisieren. Dies ist Bestandteil des AP 3 (siehe weitergehende Ausführungen im Kapitel 5).

5 AP 3: Detailanalysen zu den personellen, kosten- und nutzenseitigen Aspekten

5.1 Allgemeine Grundlagen

Folgende Leistungen werden im Rahmen der Detailuntersuchung für das Vorzugsszenario (siehe weitergehende Ausführungen im Kapitel 4.2 ff.) hinsichtlich Wirkung, Kosten und Nutzen erbracht und sind in den nachfolgenden Kapiteln ergebnisseitig hinterlegt:

- AP 3.1: Darstellung des zeitlichen, personellen und organisatorischen Aufwandes, welcher sich bei einer Umsetzung des Vorzugsszenarios unter Berücksichtigung einer durchgehenden und wahlweise einer gestaffelten Realisierung ergibt – siehe Kapitel 5.2
- AP 3.2: Ermittlung und Darstellung der erforderlichen Investitions- und Betriebskosten / dabei werden die verschiedenen Betriebskosten (Energie, Datenübertragung, Personal, Wartung etc.) aufgeschlüsselt betrachtet sowie verschiedene Investitionsmöglichkeiten (auch Förderoptionen) und Betriebsformen analysiert – siehe Kapitel 5.3
- AP 3.3: Ermittlung der zu erwartenden Wirkungen – siehe Kapitel 5.4
- AP 3.4: Analyse der erzielbare Nutzen einer frühzeitigen Einführung erster Bausteine im Rahmen einer schrittweisen Realisierung des Gesamtsystems mit dem Schwerpunkt einer möglichst frühzeitigen signifikanten Reduzierung von Emissionen – siehe Kapitel 5.5

5.2 Darstellung des zeitlichen, personellen und organisatorischen Aufwandes

In der 1. Umsetzungsstufe des VLS wird in weiten Teilen auf bestehende Strukturen zurückgegriffen. Es werden darüber hinaus „nur“ auf dem strategischen Hauptnetz gezielt neue Einrichtungen zur Messung und Anzeige geplant und errichtet sowie ein Zentralenkonzept abgeleitet (inkl. einer Entscheidung zu den Räumlichkeiten für Hardware und Bedienung sowie zu den generellen organisatorischen Zuständigkeiten für das VLS).

Dementsprechend liegt der zeitliche, personelle und organisatorische Hauptaufwand für die Stadt Bielefeld zunächst in der Vertiefung der Planung als Gesamtsystem mit Schwerpunkt auf Stufe 1 bis hin zur Ableitung eines stabilen technischen und finanziellen Realisierungsrahmens (Tiefe vergleichbar zur Leistungsphase 2 bis 4 nach HOAI).

Wichtig ist es, parallel alle Betroffenen aller Verkehrsträger und in den späteren Betrieb Einzubindenden in dieser frühen Phase zusammenzuführen, Verantwortlichkeiten zu definieren und bestehende Organisationsstrukturen nach Bedarf zu modifizieren. Sollten alternative Betriebsformen, z. B. im Hinblick auf die Nutzung Dritter zur Übernahme von Teilaufgaben im Betrieb, in Erwägung gezogen werden, sind hierfür rechtzeitig die finanzierungstechnischen und rechtlich-organisatorischen Rahmenbedingungen zu definieren.

Nach Genehmigung der Mittel für die weitere Planung und Umsetzung, so weit möglich auch unter Nutzung von externen Fördermöglichkeiten (z. B. hier GVFG-Mittel oder geeigneter Programme des Bundes bzw. des Landes; siehe auch weitergehende Ausführungen im Kapitel 5.3),

sowie auch der notwendigen Mittel für den späteren Betrieb muss dann die vertiefte Planung für die 1. Stufe (ggf. je nach zeitlicher Gesamtausrichtung perspektivisch auch schon für die 2. Stufe) bis hin zur Ausschreibungsreife (Leistungstiefe in Anlehnung an Leistungsphasen 5 und 6 der HOAI) erfolgen.

Parallel müssen die notwendigen Anpassungen an den bestehenden bzw. parallel aufzubauen- den zu integrierenden Systemen definiert sowie die personellen und organisatorischen Neuordnungen (ggf. auch in Form von bilateralen Verträgen oder Verwaltungsvereinbarungen) vorbereitet werden.

Während der 1. Bauphase müssen dann die Organisationsstrukturen final geschaffen sowie auch erste Vorbereitungen für die Versorgung der Strategien vorgenommen werden. Generell können Planung und Begleitung der Realisierung entweder durch Eigenpersonal oder durch Beauftragung geeigneter Dritter (Büros) erfolgen. Der Aufwand bei dem künftigen Betreiber steigt dann erfahrungsgemäß in der Phase der Betriebsvorbereitung mit Inbetriebnahme-Tests, finaler Strategieversorgung und Probetrieb.

Im späteren Regelbetrieb des Systems liegen die Hauptaufwendungen in folgenden Teilbereichen:

- Kosten für Personalvorhaltung für den Regelbetrieb
- Kosten für Wartung und Instandsetzung
- Kosten für Energieversorgung und Datenübertragung
- Kosten für die regelmäßige Validierung und Weiterentwicklung des VLS

In der 1. Stufe kann dabei zur Minimierung der Personalkosten auf einen 24-h-Betrieb mit dauerhafter Systemüberwachung durch hierfür speziell geschultes und frei gestelltes Personal zunächst verzichtet werden. Es empfiehlt sich hier das VLS zunächst in den Betrieb der sonstigen Systeme der Stadt einzubetten. In wie weit in späteren Stufen bei einem weiteren Ausbau der Funktionalitäten auch das betreuende Personal weiter aufgestockt werden sollte, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vorgegeben werden.

5.3 Ermittlung und Darstellung der erforderlichen Investitions- und Betriebskosten

Bei den Investitionskosten für das System ist zu unterscheiden zwischen

- Investitionskosten für neu zu errichtende Systemkomponenten des VLS sowie
- Investitionskosten für die notwendige Nutzung / Erweiterung bestehender in das VLS einzubindender Systeme.

Erstere sind in der Regel Kosten, die im Rahmen eines Wettbewerbes zwischen verschiedenen Bietern ermittelbar sind, während letztere teils herstellerspezifisch zu erweitern sind. Hier sind dann direkte Preisanfragen an die Hersteller oft unabdingbar. Diese Unterscheidung ist oft auch wichtig im Hinblick auf verschiedene Fördermöglichkeiten.

Aus Erfahrungen in vergleichbaren Projekten in Bonn, Gelsenkirchen und Dortmund belaufen sich die Investitionskosten für die erste Baustufe grob geschätzt auf 3.000.000 € - 3.500.000 € (netto). Eingepreist sind dabei

- Anschaffung/ Aufbau entsprechend Hard- und Software
- Aufbau entsprechende Datenerhebung und- Auswertung auf Hauptnetz
- Aufbau von bis zu 16 LED- Anzeigequerschnitte (verschiedene Größen)
- Entwicklung und Integration von multimodalen Szenarien

Die Investitionskosten für die zweite Ausbaustufe können aktuell schwer abgeschätzt werden, da Umfang und Detaillierungsgrad der Ausbaustufe stark variieren können. Je nach Grad der Erweiterung können hier noch mal Kosten im mittleren einstelligen Millionenbereich hinzukommen.

Im zweiten Ausbauschnitt sollte auch das Thema Car-2-Infrastruktur-Kommunikation in den Fokus gerückt werden. Stand jetzt ist hier aber noch nicht genau abzusehen, in welchem Maß die technischen Voraussetzungen für die Stadtinfrastruktur bereitgestellt werden müssen (Stichwort: 5G-Mobilfunkstandard, Ausrüstung der Infrastruktur etc.).

Hier muss auch festgehalten werden, dass die Abgrenzung zwischen den beiden Ausbaustufen nicht als „harte Grenze“ zu verstehen ist, sondern dass auch ein stetiger Ausbau mit modularer Erweiterung des Verkehrslitsystems denkbar ist.

Generell existieren insbesondere im Bereich Emissionsreduktion und Förderung des ÖV bzw. des Radverkehrs eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Beantragung von Fördermitteln im Rahmen der Umsetzung eines städtischen VLS. Beispielfhaft an dieser Stelle zu nennen sind

- BMVI-Förderprogramm „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ (Ziel ist kurz- bis mittelfristige Emissionsreduzierung, also für das VLS gut geeignet); siehe auch <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/uebersicht-gefoerderte-projekte-digitalisierung-kommunale-verkehrssysteme.html> - als Teilprogramm 2017 bis 2020 hier z. B. häufig genutzt: „Programm Saubere Luft“ (2021 ausgelaufen, ggf. lässt sich aber für das VLS Bielefeld eine Förderung über das avisierte Folgeprogramm generieren)
- BMWI „Förderrichtlinien kommunaler Straßenbau“ (ausdrücklich dabei auch Verkehrslitsysteme als förderfähig benannt); siehe auch <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Land/NRW/kommunaler-strassenbau.html>
- Infrastrukturförderung des kommunalen Straßenbaus über zuständige Bezirksregierung in NRW; siehe auch unter https://www.bezreg-muenster.de/de/foerderung/foerderprogramme_a-z/25_infrastrukturfoerderung_strassenbau/index.html
- Förder- und Unterstützungsangebot des Landes „Starke Quartiere – starke Menschen“ (ausdrücklich dabei auch Verkehrslitsysteme als förderfähig benannt); siehe auch https://www.mkffi.nrw/sites/default/files/asset/document/foerder_u_unterstuetzungsangebote_land_aufruf_praeventive_quartiersentwicklung.pdf
- Pauschale Investitionsförderung über das GVFG für ÖV-spezifische Anwendungen (Informationen abrufbar z. B. über infoportal.mobil.nrw)

- Innovationsprogramm Logistik 2030 vom BMVI, Teilaspekte betreffen auch die Belange eines VLS (siehe auch <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/innovationsprogramm-logistik-2030.html>)

Die Betriebskosten (siehe auch Auflistung im Kapitel 5.2) sind dabei im Wesentlichen abhängig von

- der Betriebsform allgemein (Öffentliche Hand, ÖPP oder privat) sowie
- der Betriebsdauer mit Personalbetreuung (Betreuung während der normalen Dienstzeiten, erweiterte Betreuung oder 24h-dienst bis hin zur 24/7-Betreuung).

In der 1. Stufe und mit dem Ansatz eines von den verschiedenen Betroffenen der Stadt Bielefeld betreuten Systems sind erfahrungsgemäß bei einem Regelbetrieb während der Dienstzeit, ggf. erweitert um eine Rufbereitschaft, für die Betriebskosten inkl. der Instandhaltungsverträge mit den Herstellern etwa 15 bis 20 % der Investitionskosten als jährliche Betriebskosten anzusetzen.

Darin enthalten sind dann auch Aufwendungen für die Validierung und planerische Vorbereitung der Erweiterung des VLS, nicht aber weitere externe Planungs- und Investitionskosten für die nächsten Stufen.

5.4 Ermittlung der zu erwartenden Wirkungen

Je nach Umfang eines VLS werden folgende Wirkungen mittels eines gut validierten und parametrisierten VLS abgerufen:

- Reduzierung von Emissionen durch Staus und unnötige Parksuchverkehre einerseits sowie Verlagerung vom MIV auf ÖV und Radverkehr andererseits;
- Reduzierung von staubedingten Unfällen;
- Reduzierung von Zeitkosten aus minimierten Stauverlustzeiten
- Reduzierung von Reise-/Transportzeiten
- Verbessertes Informationsmanagement für Verkehrsteilnehmer

Festgehalten werden muss auch an dieser Stelle noch einmal, dass die zu erwartenden Wirkungen im Allgemeinen schwer zu quantifizieren sind, da die Auswirkungen von Verkehrsleitsystemen ambivalent sowie ziel- und kontextabhängig sind. Eine Vorher-Nachher-Betrachtung stellt sich in der Praxis als große Herausforderung dar, da Verkehrsleitsysteme im Regelfall aus einem großen Maßnahmenverbund bestehen. Gleichzeitig steigen in Städten seit Jahren die Verkehrsbelastungen und die Anzahl von Arbeitsstellen, weshalb die Wirkungen von VLS durch stetig steigende Anforderung konterkariert (bzw. überlagert) werden.

Für das VAMOS-Verkehrsleitsystem in Dresden kann in diesem Kontext beispielsweise trotz sehr intensiver wissenschaftlicher Begleitung lediglich die Aussage getroffen werden, dass sich die

Reisezeit in Dresden nach Inbetriebnahme auf einem niedrigeren Niveau eingependelt hat, obwohl gleichzeitig das Verkehrsaufkommen zugenommen hat und eine Vielzahl von Baustellen abgewickelt werden musste.¹³

Wichtige Rollen in einem Verkehrslitsystem spielen daher die Wirkungsanalyse und das Qualitätsmanagement im laufenden Betrieb. Dabei sollte anhand von vorab definierten Qualitätskennziffern gezielt (jede) einzelne Maßnahmen evaluiert werden. Bei Eingriffen in Lichtsignalanlagen sind beispielsweise Wartezeiten oder Rückstaulängen geeignete Kennziffern. Bei koordinierten LSA können weiterhin darüber hinaus die Reisezeit oder die Anzahl der Halte erhoben werden. Reisezeitmessungen können auch auf das Stadtgebiet ausgeweitet werden und einem wiederkehrenden Rhythmus wiederholt werden, um Aussagen zum Verkehrsablauf in der Stadt gewinnen zu können.

Über Vergleichszählungen im Kontext mit der gezielten Auswertung von Messstellen kann darüber hinaus auch ausgewertet werden, wie sich der Modal Split durch gezielte Maßnahmen des VLS zur Förderung des ÖPNV oder Radverkehrs verändert. Schafft man es, den Anteil des ÖPNV und des Radverkehrs dauerhaft zu erhöhen, ist dies ein Indikator für die positiven Wirkungen des VLS.

5.5 Analyse des zu erwartenden Nutzens

Die Analyse des zu erwartenden Nutzens lässt sich auf die unten aufgeführten Nutzenfaktoren ausweiten. Mittel- bis langfristig werden folgende Nutzenfaktoren durch ein Verkehrslitsystem erwartet¹⁴.

Tabelle 5.1: Nutzenfaktoren

Nutzen	Kann erzielt werden durch
Optimale und wirtschaftliche Nutzung der Verkehrsinfrastruktur	Intelligente Verkehrsführung bei Verkehrsbeeinträchtigungen, Verkehrsflussanalysen, Wegweisungshilfen, Verkehrsstrategische Routenplanung, Parkleitsystem, Echtzeit-Verkehrsinformationen als sogenannte „Quick-Wins“, Bereitstellung einer Mobilitäts-Plattform (Verkehrslitsystem als Basis) als mittelfristiger Ansatz
Besser fließender Verkehr mit weniger Zeitverlusten	Dynamische Verkehrslenkung durch LED-AQ und Applikationen, Echtzeit-Verkehrsüberwachung als „Quick-Wins“, C2X-Kommunikation, verkehrsstrategische Routenplanung, (intelligentes) Parkleitsystem
Erhöhung der Verkehrssicherheit	Dynamische Verkehrslenkung, Echtzeit-Verkehrsüberwachung, Intelligente Verkehrsführung bei Verkehrsbeeinträchtigungen Warnung bei Feuerwehr- und Rettungseinsätzen, Echtzeit-Verkehrsinformationen als „Quick-Wins“

¹³ (Sandrock & Riegelruth, 2014), S. 195

¹⁴ https://div-konferenz.de/app/uploads/2015/12/141013_AG2_UAG-IN_Nutzen_Anwendung_Verkehr_Ansicht.pdf

Umweltorientiertes, verlässliches Verkehrsmanagement	Schadstoffszenarien, Umweltdatenerfassung, Parkleitsystem erweitert um Fahrradparken (letzteres als „Quick-Win“), Priorisierung und Förderung des Umweltverbunds,
Effizientere Steuerung logistischer Prozesse	Echtzeit- Verkehrsinformationen, dynamische Verkehrslenkung durch Unterstützung als „Quick-Wins“ und Einbindung in Logistik- Konzept

5.6 Zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse

Die Einführung eines multimodal ausgelegten Verkehrsleitsystems ist aus Sicht von SSP Consult trotz der damit verbundenen investiven, organisatorischen und betrieblichen Aufwendungen definitiv ein lohnenswerter Einstieg in ein innovatives, umweltsensitives und zukunfts ausgerichtetes Verkehrsmanagement in Bielefeld. Moderne Verkehrsleitsysteme nehmen dabei insbesondere unter den Aspekten der Unterstützung eines umwelt- und klimafreundlichen Verkehrs in den letzten Jahren eine deutlich größere, bedeutendere Rolle ein, als ursprünglich vermutet.

Dabei gehen moderne Systeme weit über den Status eines reinen Systems zur Lenkung und Beeinflussung des Straßenverkehrs hinaus, sondern nehmen darüber hinaus die Rolle einer Verkehrsmanagementzentrale und einer Datenplattform mit den wesentlichen Zielen der Minimierung von Emissionen sowie gezielten Förderung des ÖPNV und Radverkehrs ein, ohne dass der MIV hinsichtlich seiner Bedürfnisse zu stark beschnitten wird.

Die verarbeiteten Daten können entweder im Rahmen von Szenarien zur dynamischen Verkehrsbeeinflussung genutzt werden. Sie können aber auch nur Informationen für die Verkehrsteilnehmer liefern oder aber über externe Dienstleister weiterverarbeitet werden.

Zwar lassen sich die Wirkungen und generierbaren Nutzen aus o. g. Gründen nur schwierig quantifizieren. Alle bisher bekannten VLS werden aber hinsichtlich der vorab definierten Ziele generell positiv bewertet. Durch die Verschmelzung verschiedener Ansätze über mehrere Verkehrsträger lassen sich gewünschte Auswirkungen ganz gezielt erreichen.

6 AP 4: Empfehlungen zum weiteren Vorgehen / Darstellung möglicher Organisations- und Beteiligungsstrukturen

6.1 Darstellung der verschiedenen Einzelpakete bezogen auf schrittweise Teil-umsetzungen

Eine tabellarische Übersicht über die schrittweise Umsetzung der Einzelpakete des VLS Bielefeld ist in Anlage 3 enthalten. Die beiden Einzelstufen sind dabei nicht als harte Abgrenzung zu verstehen, sondern ist durch den bewusst modular gewählten Aufbau eine stetige Weiterentwicklung und Modernisierung des Verkehrsleitsystems unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen Anforderungen in Bielefeld möglich.

6.2 Beschreibung / Darstellung geeigneter Organisations- und Beteiligungs-Strukturen

Für den Betrieb eines Verkehrsleitsystems bieten sich generell drei Beteiligungsstrukturen an:

- 100%ige Abwicklung von Verwaltung und Betrieb durch die öffentliche Hand (hier: Stadt Bielefeld)
- Betrieb als öffentlich-private Partnerschaft (ÖPP-Modell)
- Rein privater Betrieb

Aus der Analyse von Erfahrungen mit vergleichbaren Projekten in der Vergangenheit haben sich der Betrieb durch die öffentliche Hand in Eigenregie oder der gemeinschaftliche Betrieb mit einem privaten Dienstleister (ÖPP) als grundsätzlich gut geeignete Modelle für den Betrieb von VLS herausgestellt.

Allerdings hatten die VLS mit privater Beteiligung im Betrieb in der Vergangenheit oft das Problem, dass hier durch die dann auch notwendige wirtschaftliche Komponente (Gewinnerwartung) teils konfliktäre Aspekte beispielsweise bei einer nicht sofort wirtschaftlichen Förderung des ÖPNV oder Radverkehrs ergeben haben.

Nur bei einem vollständig durch die öffentliche Hand betriebenen VLS kann sichergestellt werden, dass die Stadt Bielefeld die wesentliche Kontrolle über die strategische Ausrichtung des VLS hat. Bei einer 100%igen Eigenbewirtschaftung muss allerdings bedacht werden, dass zu Beginn höhere Personal- und Investitionskosten anfallen, um entsprechende Ressourcen und Kompetenzen bei den Mitarbeitern einerseits sowie Systemkomponenten des VLS andererseits aufzubauen.

Aus diesem Grund kann es zweckdienlich sein, gewisse Teilpakete des Betriebs (zumindest hier die Instandhaltung, aber auch ggf. einzelne Bereiche wie etwa die Validierung der Wirkungen oder die Dokumentation und Pflege der Anwendung an externe Dienstleister zu vergeben oder in diesen Punkten einen gemeinschaftlichen Betrieb mit einem privaten Partner anzustreben. In diesem Fall ist darauf zu achten, einen gezielten Wissenstransfer zwischen Dienstleister und öffentlicher Hand zu generieren.

Eine Partnerschaft mit dem Hersteller des VLS im Rahmen eines um einzelne betriebliche Aspekte erweiterten Instandhaltungsvertrag stellt aus städtischer Sicht dabei vor allem auch aus personalseitiger und technischer Sicht attraktive Lösung dar, da so jährlich mit einem festen Budget geplant werden kann, welches der private Partner für seine Dienste erhält. Auf Seiten der Stadt Bielefeld sollte ein entsprechendes Verwaltungsorgan (z. B. Dezernat 3, Amt für Verkehr) die erbrachten Leistungen anhand eines vordefinierten Leistungskataloges überwachen.

Bei einer Umsetzung des Betriebes inkl. der Instandhaltung in kompletter Eigenregie muss geprüft werden, wie die entsprechenden Verantwortlichkeiten aufgeteilt sowie die entsprechenden Personalkapazitäten und Kompetenzen geschaffen werden können. Dabei ist dann auch die Verfügbarkeit des Systems durch eigene Kräfte dauerhaft sicherzustellen.

In Bonn, einem vergleichbaren Projekt, das vom Gutachter begleitet worden ist, wurde das oben beschriebene Partnerschaftsmodell wie folgt umgesetzt:

- Zwei Mitarbeiter der Stadt (einer für den Bereich der Außenanlagen sowie ein weiterer für die zentralenseitigen Einrichtungen) wurden mit dem Betrieb des Verkehrsleitsystems beauftragt sowie in diesem Kontext in Teilen von anderen Aufgaben befreit.
- Die Betreuung erfolgt dabei während der regulären Dienstzeiten.
- Entwicklung und Aufbau der Strategien des Verkehrsleitsystems sowie Sicherstellung der Verfügbarkeit (z.B. Entwicklung der automatisierten Szenarien) erfolgen aber in Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern (hier Ingenieurbüro für Definition und Vorbereitung der Umsetzung der Strategien sowie Hersteller als Partner mit Instandhaltungsverträgen getrennt für Außenanlagen und zentralenseitige Einrichtungen).

Für Bielefeld ist eine Adaption dieser Organisationsstruktur ebenfalls möglich. In dem Fall müssen je nach genauem Umfang der ersten Stufe ein bis zwei Mitarbeiter ausgewählt werden, die in diesem Kontext von anderen Aufgaben befreit werden müssen. Dies erfordert eine gewisse Umstrukturierung innerhalb der entsprechend zuständigen Ämter. Dabei kann auch eine Aufgabenteilung zwischen verschiedenen Beteiligten, z. B. im MIV, ÖPNV und Radverkehr erfolgen.

Bei steigender Komplexität und Ausbau des Verkehrsleitsystems (ab Stufe 2) muss dann über eine Erweiterung der Personalstruktur und ggf. auch der aktiven Dienstzeiten mit Zugriff auf das System nachgedacht werden. Das trifft insbesondere zu, wenn aufgrund ggf. erweiterter Zuständigkeiten oder Ziele ein 24h-Betrieb eingeführt werden soll. Dieser ist aber auf Basis der bisher bekannten Erfahrungen nicht erforderlich, da es in den Schwachverkehrszeiten (insbesondere nachts) maximal erforderlich ist, dass Dritte (z. B. Polizei oder Feuerwehr oder sonstige Bereitschaft) analysiert, ob Störungen im System auftreten und dann nach definierten Prozessen reagieren.

6.3 Zu beteiligende Stakeholder in der weiteren Planung und Umsetzung

Für die weitere Planung und den Aufbau des Verkehrsleitsystems sollte frühzeitig eine breit angelegte Beteiligung der Betroffenen erfolgen, damit alle Aspekte rechtzeitig betrachtet sowie eine hohe Akzeptanz sichergestellt werden kann.

Folgende Beteiligte sind dabei erfahrungsgemäß zu Beginn vorzusehen:

- Stadt Bielefeld (entsprechend Personen mit folgend aufgeführten Zuständigkeiten)
 - MIV
 - Radverkehr
 - Fußverkehr
 - Lichtsignalplanung
 - Parkraummanagement
 - Tiefbau (Baustellen)
 - IT
 - Geodaten
- MoBiel
 - ITCS
 - Verkehrsplanung
- Verantwortliche von Feuerwehr, Polizei, Notfallrettung
- Externe Baulastträger (Straßen NRW, Autobahn GmbH)
- Optional: Veranstalter wie z. B. Fußball, Konzerte etc.
- Optional: Private Anbieter

In diesem Kontext sollten neben einem Lenkungskreis zur Umsetzung der Entscheidungen entsprechende fachspezifische Arbeitskreise zur Vorbereitung der Entscheidungen eingerichtet werden.

7 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick auf das weitere Vorgehen

7.1 Bestandssituation Bielefeld

Die hier vorliegende Konzeptstudie beschäftigt sich mit der Möglichkeit der Umsetzung eines Verkehrslitsystems in Bielefeld. Im ersten Schritt erfolgte zunächst die Aufnahme der Bestandssituation der Stadt Bielefeld.

Im Bereich des MIV gibt es in Bielefeld drei Zentralenrechner für die Abwicklung der LSA, wovon schon ein Großteil verkehrsabhängig geschaltet ist. Weiterhin gibt es bereits Strategien für Feuerwehreinsätze oder bei Spielen von Arminia Bielefeld. Weiterhin existiert in Bielefeld ein Parkleitsystem, das in drei Ebenen eingeteilt ist und mittels statischer Schilder den Parksuchverkehr leitet. Direkt vor den angebundenen Parkhäusern stehen dynamische LED- Anzeigen, die anzeigen, ob das Parkhaus ausgelastet ist oder freie Plätze vorhanden sind.

Im Bereich des ÖPNV verfügt Bielefeld über ein gut ausgebautes Stadtbahnlinien-Netz sowie ein weit verzweigtes Buslinien-Netz. Hauptbetreiber ist die MoBiel, welche für die Steuerung und Kommunikation ein modernes ITCS- System einsetzen. Es gibt bisher aber keine Verbindung zwischen LSA-Zentralrechner und ITCS.

Im Bereich des Rad- und Fußverkehrs finden aktuell einige Entwicklung in der Stadt Bielefeld statt. Neben einem kürzlich veröffentlichten Radverkehrskonzept ist auch ein Fußgängerkonzept in Planung. Weiterhin ist im Bereich des Radverkehrs bereits ein Leihfahrradsystem aufgebaut worden.

7.2 Best- Practice Beispiele und Adaptierbarkeit auf Bielefeld

Als Best- Practice- Beispiele wurden die Verkehrslitsysteme in Bonn, Dortmund und Stuttgart näher betrachtet, da der Ersteller der Studie hier jeweils tiefe Kenntnisse über den dortigen Planungsprozess sowie die bisher bereits vorliegenden Betriebserfahrungen hat.

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass in Bonn und Dortmund jeweils ein Verkehrslitsystem in die bestehende Infrastruktur implementiert worden ist. Dabei wurden so weit möglich bestehende Ressourcen genutzt (IT-Architektur, DÜ-Leitungen, Energieversorgung, Personal etc.) und eine weitgehend automatisiert ablaufendes Szenario-Management installiert. In beiden Städten ist es geplant, ein organisches Wachstum des Verkehrslitsystems zu erreichen, in dem stufenweise Ausbauten sowohl der Infrastruktur als auch der Teilkomponenten stattfinden sollen.

Beide Systeme sind grundsätzlich verkehrsmittelübergreifend angelegt, so dass der ÖV sowie der Fuß- und Radverkehr in das System teilweise bereits integriert sind und dies sukzessive weiter ausgedehnt werden soll. Besonders hervorzuheben sind beispielsweise Umweltszenarien bei

starker Schadstoffbelastung oder auch das Einbinden von Handyparken sowie die Ausweisung von E-Ladestationen oder Behindertenparkplätzen.

In Stuttgart wurde hingegen ein anderer Weg verfolgt, in dem durch einen deutlich höheren Ressourceneinsatz eine integrierte Verkehrsleitzentrale aufgebaut worden ist. In dieser sind immer vier verschiedene Mitarbeiter im Einsatz, die dabei jederzeit Zugriff auf jegliche das Verkehrsgeschehen betreffende Komponenten haben.

Grundsätzlich sind auf Bielefeld beide „Modelle“ übertragbar, aus Sicht des Studienerstellers ist jedoch für die Stadt Bielefeld die Umsetzung, wie sie in Bonn und Dortmund stattfindet, empfehlenswerter. Auf Grund des hohen Investitionsbedarfs und der hohen Betriebskosten bei einer integrierten Verkehrsleitzentrale wird daher ein System entwickelt, was sich an Bonn und Dortmund orientiert.

7.3 Aufbau eines Verkehrssystem – Mögliches Umsetzungsszenario

Auf Basis der durch die Best Practice Beispiele gewonnenen Erkenntnisse wurde für die Stadt Bielefeld ein konkretes Konzept für den Aufbau eines Verkehrssystem erarbeitet. Dabei ist ein stufenweiser Aufbau angedacht (mindestens zwei Stufen), wobei die Stufen keine klare Trennung untereinander haben, sondern durchaus auch Zwischenstufen denkbar sind.

In der ersten Stufe werden dabei zunächst die Grundlagen für das Verkehrssystem geschaffen. Dabei war zunächst zu prüfen, ob die vorhandene Hardware für den Betrieb einer Verkehrssystem-Hardware genutzt werden kann. Aus derzeitiger Sicht erscheint es aber sinnvoll, eine neue Hardware-Plattform aufzubauen. Alternativ ist es auch denkbar, eine cloudbasierte Lösung ins Auge zu fassen, die entweder auf einer stadteigenen Cloud-Lösung basiert oder aber extern eingekauft wird.

Weiterhin wird die (stufenweise) Umsetzung der folgenden Teilkomponenten vorgeschlagen.

- Gewinnung und Verarbeitung von Verkehrs- und Umfelddaten
- (erweiterte) Verkehrslage- und Strategieermittlung
- Strategiemangement
- Umsetzung einer einheitlichen Geodatenbasis
- System- und Datenmonitoring
- Vorgelagerte Strategieplanung

Hinzu kommen die externen Teilsysteme, die in Bielefeld teilweise schon vorhanden sind und entsprechend optimal in das Managementsystem eingebunden werden können. Dazu gehören

- das vorhandene Parkleitsystem,
- das ITCS von MoBiel,
- das Lichtsignalanlagensteuerungssystem,

- die Verkehrsdatenerfassung,
- die Verkehrslenkung Rad/ Fußgänger,
- vorhandene bzw. parallel geplante multimodale Verkehrssysteme,
- Systeme anderer Anbieter (Straßen NRW, Feuerwehr, Polizei etc.) sowie
- Private Anbieter (Navigationsanbieter etc.)

Für eine gezielte dynamische Verkehrsbeeinflussung wird weiterhin der Aufbau eines dynamischen LED-Anzeigesystems vorgeschlagen, wie es ähnlich auch bereits erfolgreich in Bonn oder Stuttgart eingesetzt wird. Über dieses Anzeigesystem können jegliche Art von Informationen an die Verkehrsteilnehmer weitergegeben werden, beispielsweise Routenvorschläge, die aktuelle Verkehrsauslastung in der Innenstadt, mögliche Umsteigepunkte auf den ÖV oder das Fahrrad oder beispielsweise Warnhinweise bezüglich eines Feuerwehreinsatzes. Ein erster Vorschlag für mögliche Standorte und ein Straßennetz, auf dem Daten erhoben werden sollte, wurde für beide Ausbaustufen erarbeitet und ist im Anhang dargestellt.

7.4 Kosten sowie Organisations- und Betriebsaufwand

Investitions- und Betriebskosten

Die einmaligen Investitionskosten für die 1. Ausbaustufe werden grob auf 3.000.000 bis 3.500.000 € geschätzt. Für die 2. Ausbaustufe kann je nach Ausbaumumfang nochmal mit einem mittleren einstelligen Millionenbetrag kalkuliert werden.

Im späteren Regelbetrieb setzen sich die Kosten im Wesentlichen ausfolgenden Parametern zusammen:

- Kosten für Personalvorhaltung für den Regelbetrieb
- Kosten für Wartung und Instandsetzung
- Kosten für Energieversorgung und Datenübertragung
- Kosten für die regelmäßige Validierung und Weiterentwicklung des VLS

Diese Kosten können in etwa mit 15-20% der Investitionskosten pro Jahr kalkuliert werden.

Organisations- und Beteiligungsstruktur

Aus Sicht von SSP empfiehlt sich für die Stadt Bielefeld entweder der reine Eigenbetrieb des VLS oder eine Partnerschaft mit Dritten zumindest in den Bereichen Instandhaltung und Teilen des Betriebs. Der Ausschreibung geht dabei eine detaillierte Planung des Verkehrslitsystems durch ein externes Planungsbüro in enger Zusammenarbeit mit der Stadt und den wichtigsten Stakeholdern im Rahmen von Arbeitskreisen und einem Lenkungskreis voraus.

Für die weitergehende Planung bis zum Beginn des Baus der Stufe 1 ist dabei ein Zeitraum von ca. 12 bis 15 Monaten anzusetzen, für die bauliche Umsetzung der Stufe 1 dann ein weiteres Jahr bis zum Beginn des Regelbetriebs.

Anlagenverzeichnis:

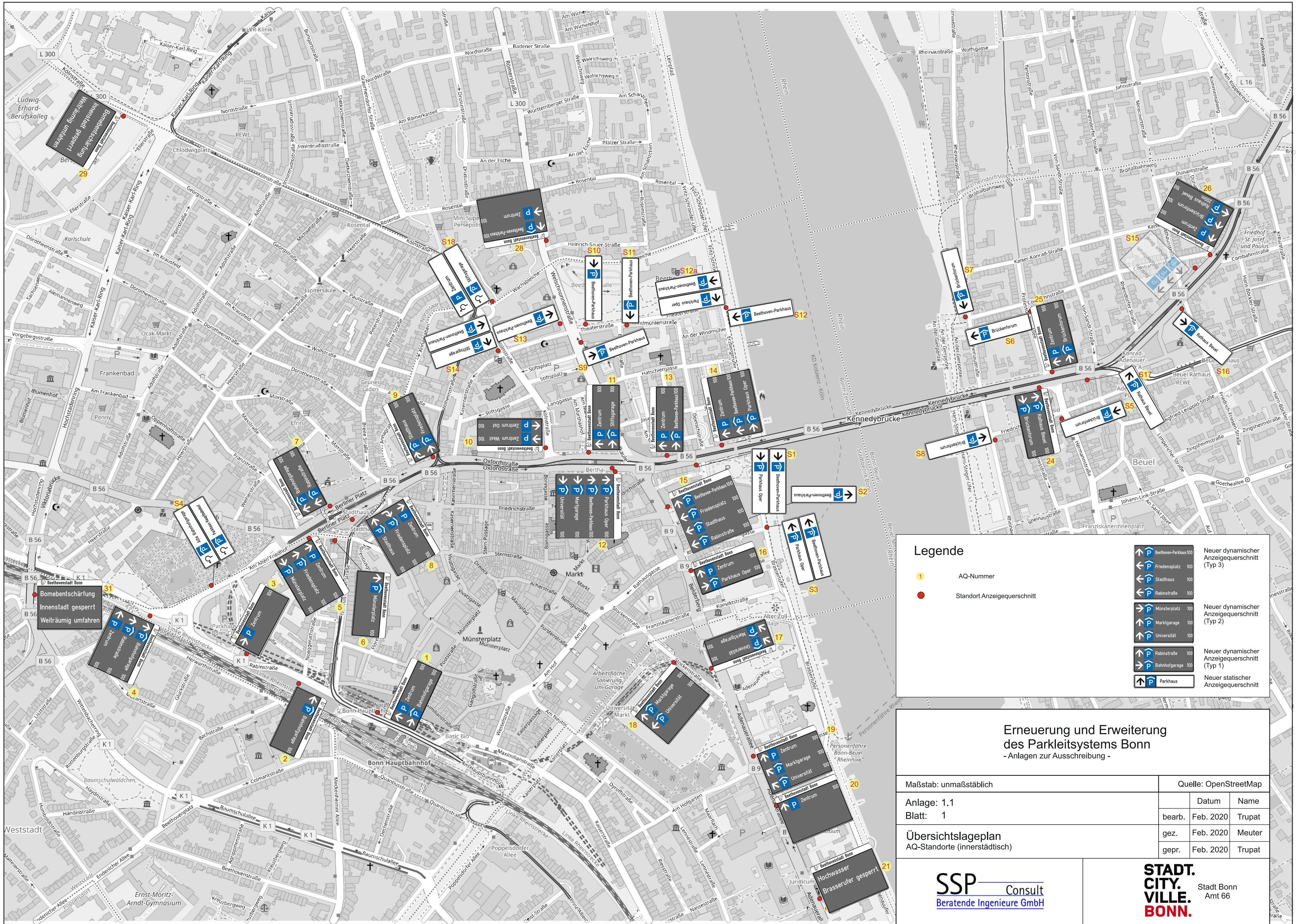
ANLAGE 1: BEISPIEL FÜR EIN VLS IN BONN

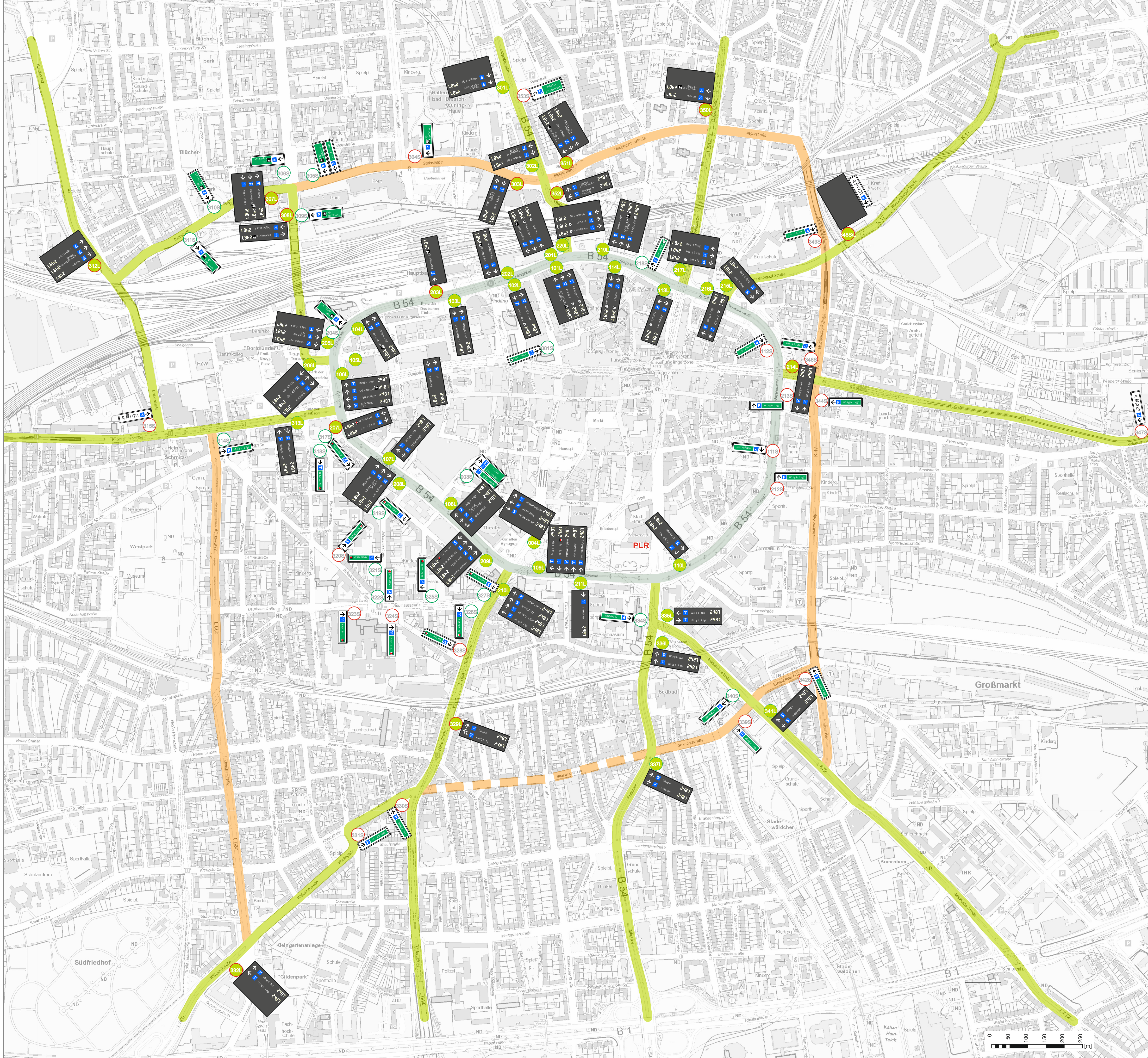
ANLAGE 2: BEISPIEL FÜR EIN VLS IN DORTMUND

ANLAGE 3: TABELLARISCHE ÜBERSICHT VORZUGSSZENARIO

ANLAGE 4-1: PLANSKIZZE VLS BIELEFELD - ÜBERGEORDNETER LAGEPLAN

ANLAGE 4-2: PLANSKIZZE VLS BIELEFELD - BEREICH INNENSTADT





Legende

- Parkhaus
- Tiefgarage
- Parkplatz
- Schilder dynamisch (Bestehende Standorte)
- Schilder statisch (Bestehende Standorte)
- Schilder dynamisch (neue Standorte)
- Schilder statisch (neue Standorte)
- Neuer dynamischer Anzeigequerschnitt (Typ 3)
- Neuer dynamischer Anzeigequerschnitt (Typ 2)
- Neuer statischer Anzeigequerschnitt (Typ 1)
- Hauptzufahrtsstraßen
- Verkehrstangenten innenstadtnah

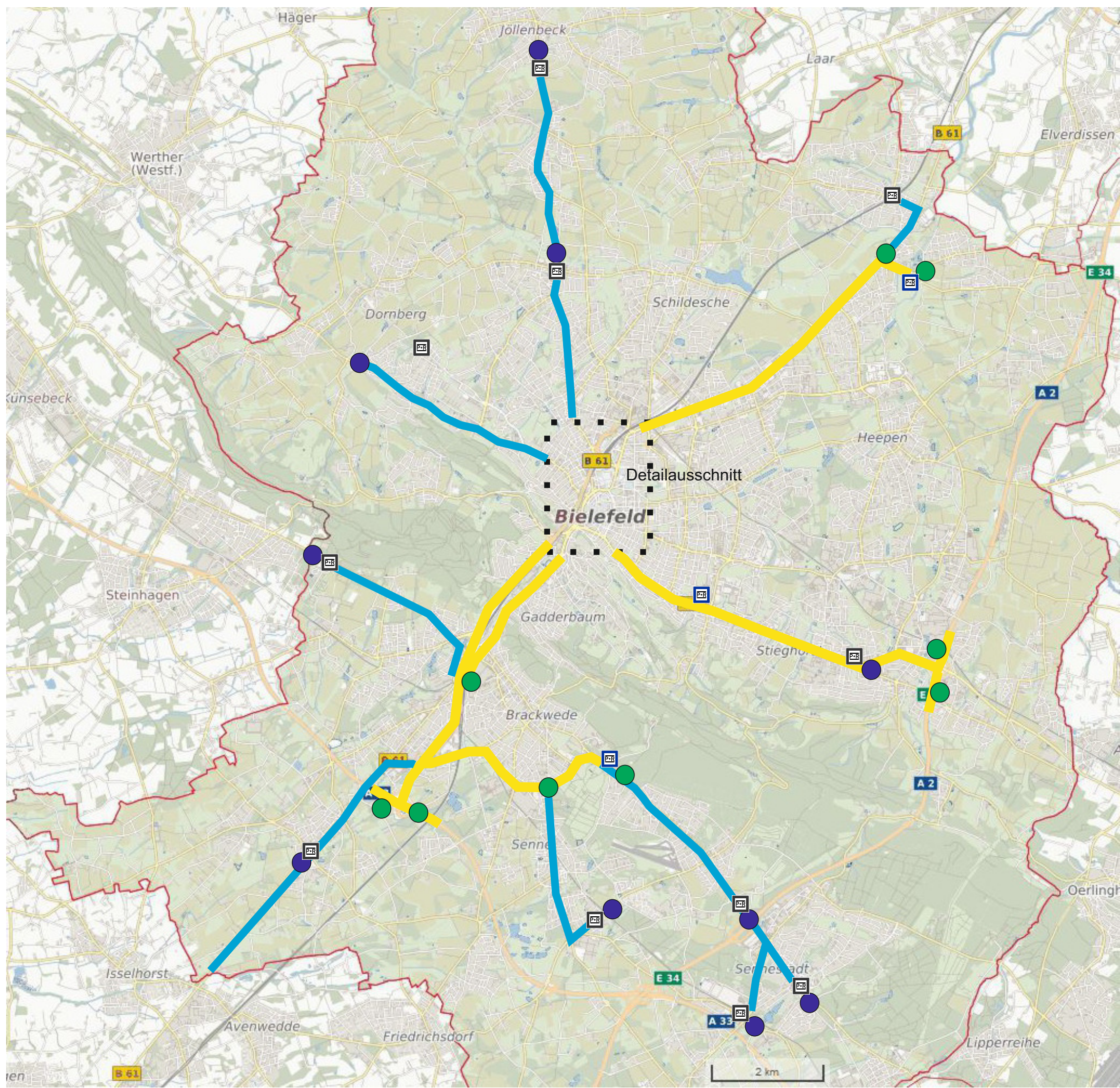
Nr.	Art der Änderung	Datum	Sachb.
Digitales Archiv: Der Plan wurde maschinell erstellt und ist ohne Unterschrift gültig. Der genehmigte Originalplan liegt bei 66/3-3 vor.			
 STADT DORTMUND DER OBERBÜRGERMEISTER TIEFBAUAMT			
Maßnahme: Erneuerung und Erweiterung Parkleitsystem Dortmund			
Planbezeichnung: Anlage 1.1 Übersichtsplan - Innenstädtisch			
Plan-Nr.:	Blatt-Nr.:	Datum: 01.07.2020	
Lageplan M 1 : 5.000		Längen M 1 :	Höhen M 1 :
Amtsleitung:	Bereichsleitung:	Fachspartenleitung:	Fachkoordination:
		Sachbearbeitung:	

	Erweiterungsstufe 1	Erweiterungsstufe 2
Interne Teilsysteme		
Verkehrs- und Umfelddaten <ul style="list-style-type: none"> • Gewinnung • Verarbeitung • Aufbereitung als Verkehrslage 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines leistungsstarken Verkehrs- und Umfelddatenverarbeitungssystems • Zusammenführung verschiedener bestehender Datenquellen (Messstellen, LSA etc.) • Erhebung von Bluetooth-Daten oder alternativ Zukauf von FCD • Datenvervollständigung • einheitliche Georeferenzierung der Datensätze • Generierung einer Verkehrslage auf Basis der verfügbaren Daten • Anschluss an MDM 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau Datenerhebung (Einbindung zusätzlicher Messstellen) • Erweiterung Bluetooth-Netz oder alternativ FCD-Umfang • C2X- Informationen
Erweiterte Verkehrslage- und Strategieermittlung <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des bestehenden Verkehrsmodells 	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Überlegungen und Möglichkeiten zur Einbindung des bestehenden Verkehrsmodells Entwicklung und Festlegung von Kriterien, die ein zukünftiges Verkehrsmodell erfüllen muss 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines multimodalen spitzenstundenscharfen Verkehrsmodells mit Schnittstelle zu mikroskopischer Modellierung (z. B. an LSA) • Einsatz zur Situationsanalyse, LSA-Optimierung und Strategieableitung • Implementierung von Echtzeit-Verkehrsdaten als weitere Modelleingangsgröße •
Strategiemanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau Workflow-System und Strategiedatenbank mit Priorisierungen • Nutzung zur Betriebsführung • Nutzung als Basis für die Schaltung eines Informationssystems 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung auf Aktivitätenmanagement • Aufbau einer Akteurenverwaltung • Simulation von Strategien

Geodaten	<ul style="list-style-type: none"> Falls nicht vorhanden, Schaffung einer einheitlichen Geodatenbasis als Grundlage für die Bedienung und Visualisierung 	Weiterentwicklung und Fortführung des Geodatenmanagements
System- und Datenmonitoring	<ul style="list-style-type: none"> Darstellung aller Systeme und Strategien in einer georeferenzierten Karte / Bedienung 	<ul style="list-style-type: none"> Stetige Anpassung/ Erweiterung mit zusätzlichen Funktionalitäten
Strategieplanung	<ul style="list-style-type: none"> Definition automatisierter Szenarien für bestimmte Ereignisse / manueller Eingriff muss aber möglich bleiben (z. B. Schadstoffszenarien, Feuerwehr- oder Polizeieinsatz) Definition von Ausweichrouten bei Störereignissen Identifikation von Umstiegsmöglichkeiten auf ÖV, Fahrrad (z. B. mittels Reisezeitgegenüberstellung) – Ziel: Veränderung des Modal Split zugunsten des ÖV oder Rades Optimiertes Parkraum- und Veranstaltungsmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> Möglichst vollständige Automatisierung sowie gezielte Erweiterung der Szenarien aus Stufe 1 Einsatz von KI Einbindung Dritter (z. B. kommerzieller Dienstleister wie Anbieter von Leihrädern / Parkplätzen über Apps)
Externe Teilsysteme		
Aufbau einer dynamischen Verkehrslenkung <ul style="list-style-type: none"> Aufbau dynamisches Anzeigesystem (2-3 Typen, außen 4- bis 5-zeilig, innen 1- bis 3-zeilig) 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau Stufe 1 (Hauptzielnetz) (vgl. Anhang 4.1 und 4.2) 	<ul style="list-style-type: none"> Ausbaustufe 2 (erweitertes Netz), Aufbau dynamische Wegweisung A 2 (vgl. Anhang 4.1 und 4.2) Einbeziehung von Apps, C2X (siehe private Anbieter)
Optimierung des dynamischen Parkleitsystems	<ul style="list-style-type: none"> Einbindung / Optimierung des bestehenden Systems (Ersatz einzelner Standorte durch frei programmierbare Anzeigen in 	<ul style="list-style-type: none"> Erneuerung weiterer Standorte mit dynamischer LED- Anzeige ggf. gezielte Erweiterung des bestehenden Systems

	Kombination mit der dynamischen Verkehrslenkung) Einbindung erster ausgewählter P+R-AnlagenAnlage(n) sowie Fahrradabstelloptionen in das PLS (vgl. Anhang 4.2) <ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung mit ÖV + Fahrrad im Szenario Modal-Split-Verlagerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung weiterer P+R-Anlagen • Einbindung von allen B+R/ Mobilitätsstationen/ Fahrradabstellanlagen in das Konzept
Verkehrslenkung ÖV <ul style="list-style-type: none"> • Ausweitung Ansatz ITCS von MoBiel 	<ul style="list-style-type: none"> • Anbindung an das Verkehrsmanagementsystem • Austausch von Informationen (Verspätungen, Reisezeiten etc.) • Nutzung der DFI zur erweiterten Informationsanzeige • Einbindung in erste Strategien (Stauereignis → Ausweisung auf P+R und Umstieg auf ÖV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterführende Szenarienentwicklung zur gezielten ÖV-Förderung (z. B. im Rahmen eines engeren Takttes bei Sonderereignissen / Großveranstaltungen)
Verkehrssteuerung <ul style="list-style-type: none"> • Anbindung der 3 LSA- Rechner an Verkehrsmanagementsystem 	<ul style="list-style-type: none"> • Anbindung als externes Lichtsignalsteuerungssystem • Ermöglichung von Zugriffsrechten für das Verkehrsmanagement • Erste Implementierung in Maßnahmen / Strategien 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte intelligente Verkehrssteuerung (erweiterte Implementierung in die Maßnahmen / Strategien) • Einsatz von KI zur weiteren LSA-Optimierung
Verkehrslenkung Rad und Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Modellintegration in das Verkehrsmanagement (Mustermaßnahmen und -strategien) • Aufbau / Erweiterung Fahrradzählstellen-Netz 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterte Integration in Maßnahmen / Strategien • Aktive Verkehrslenkung zum Beispiel via App (Anmeldung LSA) bzw. separate Anzeigequerschnitte auf wichtigen Fahrradstraßen
Verkehrsdatenerfassung <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines umfassenden Verkehrs- und Umfelddatenerfassungs-Systems als Unterbau des internen Teilsystems Verkehrs- und Umfelddaten 	<ul style="list-style-type: none"> • LSA mit Messstellen • Weitere Verkehrszählstellen (Dauerzählstellen etc.) • Einbindung bzw. Aufbau von Schadstoffmessstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ständige Erweiterung des Systems • Einbindung eigener FCD-Daten (z. B. Flottendaten)

	<ul style="list-style-type: none"> • Ergänzung von Videokameras zur Verkehrsbeobachtung an strategischen Stellen im Netz • Radardetektion • Einbindung externer FCD-Daten (ÖV, Taxi etc.) oder Aufbau Bluetooth- Erfassung • Dynamische Einbindung von Baustelleninformationen und Verkehrsmeldungen • Austausch mit Externen (z.B. Polizei / Feuerwehr) über aktive Schnittstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbindung von Apps und privaten Anbietern (siehe Private Dienstleister)
<p>Multimodale Verkehrssysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Austausch Informationen (Verfügbarkeit, Standort, Reisezeiten, Kosten) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gezielte Förderung / Einbindung von <ul style="list-style-type: none"> ○ Leihfahrradsystem ○ Car-Sharing ○ E- Roller ○ E-Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau zusätzlicher multimodaler Angebote an strategischen Stellen im Netz
<p>Systeme anderer Anbieter (Straßen NRW, Polizei, Feuerwehr)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verknüpfung der Systeme (z. B. mit Zentrale der Autobahn) • Austausch von Informationen • Aufbau erster Strategien / Maßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterführung automatisierter Maßnahmen / Strategien
<p>Einbeziehung Privater Dienstleister (Navigationsdienstleister, Handyparken etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datengewinnung (z. B. FCD) • Informationsaustausch (z. B. zur Parkraumverfügbarkeit) • Bei Veranstaltungen gezielte Aufnahme in Informationsanzeige 	<ul style="list-style-type: none"> • Einbeziehung C2X Kommunikation



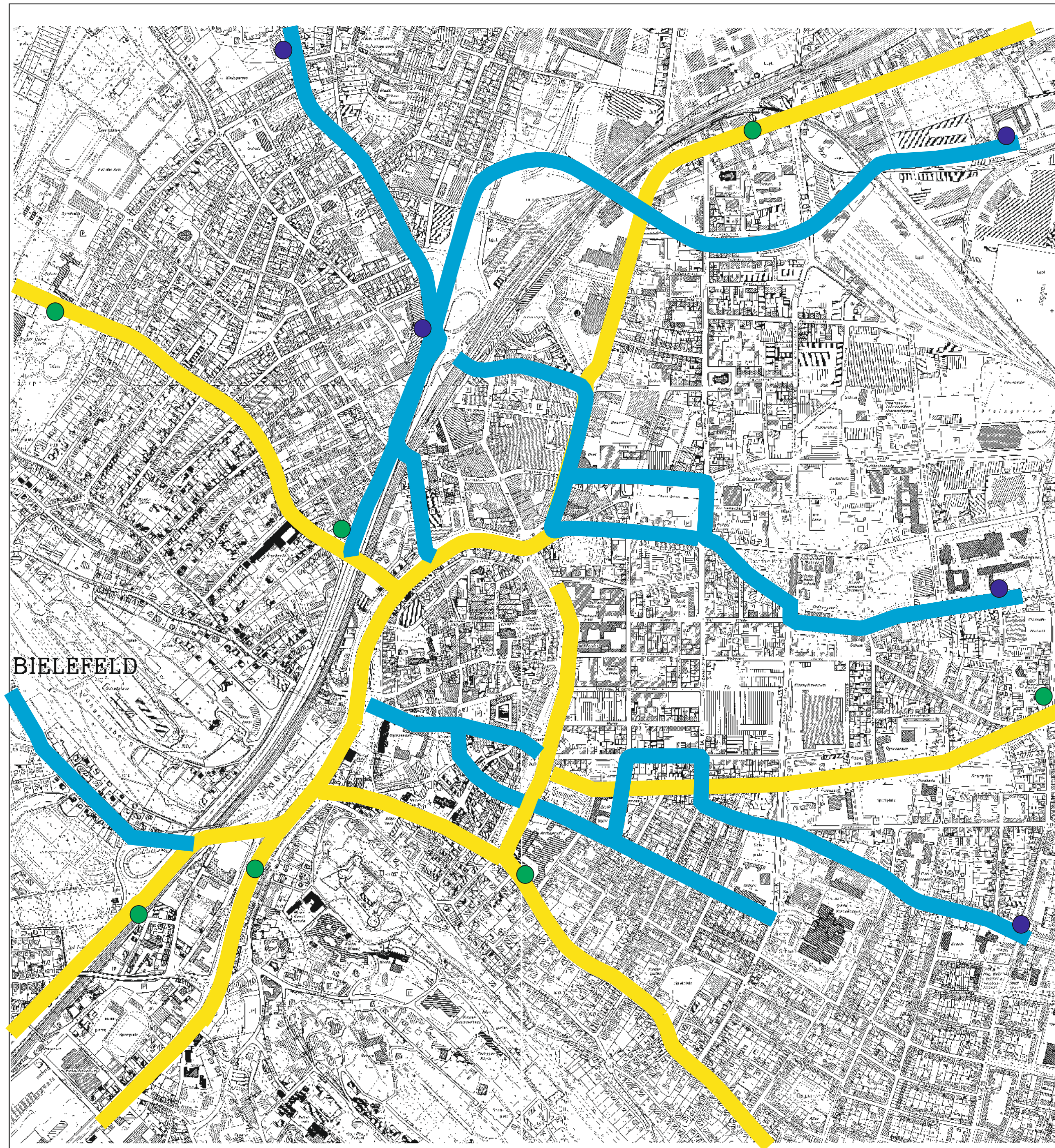
Legende

- Hauptnetz 1. Stufe
- Netz 2. Stufe
- Standorte LED-AQ Stufe 1
- Standorte LED-AQ Stufe 2
- P+R- Plätze Bestand
- P+R- Plätze in Planung

Konzeptstudie
Verkehrsleitsystem
Bielefeld

SSP Consult
Beratende Ingenieure GmbH

Netzplan großer Ausschnitt		Datum	Name
	bearb.	Mai 2021	Be
	gez.	Mai 2021	Be
	gepr.	Mai 2021	Tru



Legende

- Hauptnetz 1. Stufe
- Netz 2. Stufe
- Standorte LED-AQ Stufe 1
- Standorte LED-AQ Stufe 2

Konzeptstudie Verkehrsleitsystem Bielefeld

SSP Consult
Beratende Ingenieure GmbH

Netzplan Detail- Ausschnitt Innenstadt		Datum	Name
	bearb.	Mai 2021	Be
	gez.	Mai 2021	Be
	gepr.	Mai 2021	Tru