

## Verkehrsmanagement Zug



Variantenstudie

## Impressum

---

Verantwortlicher  
Baudirektion des Kantons Zug  
Amt für Raum und Verkehr  
Aabachstrasse 5  
6301 Zug  
T 041 728 54 80  
info.arv@zg.ch

---

---

Verantwortlicher  
Rudolf Keller & Partner  
Verkehrsingenieure AG  
Neue Bahnhofstrasse 160  
4132 Muttenz  
Tel +41 61 466 68 00  
rkp.info@rkag.ch

Projektnummer: 874907  
Version: v01-00-00

---

<b>Inhalt</b>	
<b>Glossar</b>	<b>6</b>
<b>Begriffserklärung</b>	<b>7</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>8</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>9</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>12</b>
1.1. Ausgangslage	12
1.2. Auftrag	12
1.3. Aufgabenstellung	12
1.4. Grundlagen	13
1.5. Vorgehen/Methodik	13
<b>2. Infrastruktur und Verkehrsregime</b>	<b>15</b>
2.1. Infrastruktur - Netzbetrachtung	15
2.1.1. Infrastruktur MIV	15
2.1.2. Infrastruktur ÖV	17
2.1.3. Infrastruktur Veloverkehr	19
2.1.4. Infrastruktur Bereichsrechner LSA	19
2.2. Verkehrsregime	21
2.2.1. Verkehrsregime Strasse	21
<b>3. Verkehrssituation</b>	<b>22</b>
3.1. MIV	22
3.1.1. Angebot MIV	22
3.1.2. Nachfrage MIV - Auslastung Strassennetz	24
3.2. ÖV	28
3.2.1. Erschliessung ÖV	28
3.2.2. Zuverlässigkeit des ÖV	30
<b>4. Bekannte Verkehrsmanagement in der Schweiz</b>	<b>33</b>
4.1. Verkehrsmanagement und VM-Massnahmen	34

<b>5.</b>	<b>Stossrichtungen und Variantenfelder</b>	<b>36</b>
5.1.	Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme», Variante Erhaltung und Erhaltung+	37
5.1.1.	Variante Erhaltung (E)	37
5.1.1.1.	Massnahmen	37
5.1.1.2.	Wirkung	38
5.1.1.3.	Kostenschätzung	39
5.1.2.	Variante Erhaltung+ (E+)	39
5.1.2.1.	Massnahmen	39
5.1.2.2.	Anwendungsbeispiele	40
5.1.2.3.	Wirkung	40
5.1.2.4.	Kostenschätzung	40
5.1.3.	Fazit Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme»	40
5.2.	Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft», Varianten MINI, MIDI und MAXI	41
5.2.1.	Variante MINI	41
5.2.1.1.	Massnahmen	41
5.2.1.2.	Anwendungsbeispiele	44
5.2.1.3.	Wirkung	44
5.2.1.4.	Kostenschätzung	44
5.2.2.	Variante MIDI	45
5.2.2.1.	Massnahmen	45
5.2.2.2.	Anwendungsbeispiele	48
5.2.2.3.	Wirkung	48
5.2.2.4.	Kostenschätzung	49
5.2.3.	Variante MAXI	50
5.2.3.1.	Massnahmen	50
5.2.3.2.	Anwendungsbeispiele	50
5.2.3.3.	Wirkung	51
5.2.3.4.	Kostenschätzung	51
5.2.4.	Fazit Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft»	51
5.3.	Stossrichtung «mit neuen Technologien digitalisiert in die Zukunft»	53
5.3.1.	Variante Digitalisierung	53
5.3.1.1.	Massnahmen	53
5.3.1.2.	Anwendungsbeispiele	56
5.3.1.3.	Wirkung	56
5.3.1.4.	Kostenschätzung	56
5.3.2.	Fazit Stossrichtung «digitalisiert in die Zukunft»	56
5.4.	Beschreibung weiterer Massnahmen des Werkzeugkastens	57
<b>6.</b>	<b>Bewertungskriterien</b>	<b>60</b>

<b>7.</b>	<b>Bewertung Varianten</b>	<b>61</b>
7.1.	Methodik	61
7.2.	Bewertung Varianten	61
7.3.	Bestvariante	64
7.4.	Zusammenfassung der Massnahmen und Kostenzusammenstellung	65
<b>8.</b>	<b>Fazit und Empfehlung</b>	<b>66</b>
<b>Anhang</b>		<b>67</b>
A.	Beschreibung andere VM	67
B.	Zusammenstellung Kosten	69
C.	Abstimmung Tiefbauamt Strassenunterhalt, Erneuerung Bereichsrechner LSA	70
D.	Planbeilagen	70

## Glossar

ASP	Abendspitze bzw. Abendspitzenstunde
BehiG	Behindertengleichstellungsgesetz
C2C	Car to Car
C2I	Car to Infrastructure
C2X	Car to Communication
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
FB	Fahrbahn
FB Hst.	Fahrbahnhaltestelle
FV	Fussverkehr
FG	Fussgänger
FGS	Fussgängerstreifen
Flama	Verkehrlich flankierende Massnahmen
Fz	Fahrzeug
GVM	Gesamtverkehrsmodell
Hst.	Haltestelle
HVZ	Hauptverkehrszeit
KI	Künstliche Intelligenz
km	Kilometer [Masseinheit]
LSA	Lichtsignalanlage
LV	Langsamverkehr
LW	Lastwagen
m	Meter [Masseinheit]
Mfz	Motorfahrzeug
mVZ	mittlere Verlustzeit der massgebenden Verkehrsströme
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitze bzw. Morgenspitzenstunde
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
QS	Querschnitt
RK&P	Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG
s	Sekunde [Masseinheit]
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SDK	Steuerungs- und Dosierkonzept
TBA	Tiefbauamt Kanton Zug
VM	Verkehrsmanagement
VQS	Verkehrsqualitätsstufen
VS-PLUS	Verkehrsabhängiges Steuerungsverfahren
VT	Verkehrstechnik
VV	Veloverkehr
ZVB	Zugerland Verkehrsbetriebe

## **Begriffserklärung**

heute	Der Zeitraum der Betrachtung basiert auf den Modellen aus dem Jahr 2017 sowie den Beobachtungen und Analysen im Jahr 2022.
Pulkführer	Vorderstes Fahrzeug in der Kolonne. Diese Rolle sollen Busse übernehmen.
Reisezeit	Die Reisezeit wird im ÖV genutzt. Sie gibt Auskunft über die Dauer von Haltestelle A nach Haltestelle B.
Verlustzeit	Die Verlustzeit definiert die Zeit, bei der der MIV an einem Knoten warten muss aufgrund verschiedener Ereignisse, wie Verkehrsüberlastungen, Rotzeiten vor Lichtsignalanlagen usw.
Verkehrsqualitätsstufe (VQS)	Die Verlustzeit kann anhand einer Skala je Knotentyp in ein Verkehrsqualitätsstufe eingeordnet werden. Je länger die Verlustzeit, desto höher / schlechter ist die Verkehrsqualitätsstufe.
Spitzenstunde	Die Spitzenstunden sind die verkehrsintensivsten Stunden am Tag. Es gibt eine Spitzenstunde am Morgen und eine am Abend, wobei die Spitzenstunde am Abend oftmals verkehrsintensiver ist als jene am Morgen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Infrastruktur MIV, Quelle: Basiskarte ARV	16
Abbildung 2: Infrastruktur ÖV, Quelle: Basiskarte ARV	18
Abbildung 3: vereinfachtes Systembild eines Bereichsrechner	20
Abbildung 4: Tempo 30 Grabenstrasse, Quelle: zentralplus.ch	21
Abbildung 5: Begegnungszone Kreuzplatz, Quelle: Kanton Zug - TBA	21
Abbildung 6: Flächenbedarf je Verkehrsmittel (Bus, Velo und Auto), Quelle: Cycling Promotion Fund	24
Abbildung 7: Auslastung Strassennetz MSP, Quelle: Basiskarte ARV	25
Abbildung 8: Auslastung Strassennetz ASP, Quelle: Basiskarte ARV	26
Abbildung 9: ÖV-Takt in der Hauptverkehrszeit, Quelle: Basiskarte ARV	29
Abbildung 10: Pünktlichkeit pro Linie 2019, ganzes Netz von Mo- So, Quelle: ZVB	30
Abbildung 11: Busspuren und Buspriorisierungen, Quelle: Basiskarte ARV	32
Abbildung 12: Übersicht der VM-Stufen	33
Abbildung 13: Übersicht von verschiedenen VM in der Schweiz	33
Abbildung 14: Zusammenstellung von VM-Massnahmen aus Analysen von Schweizer VM	35
Abbildung 15: Übersicht Stossrichtungen, Variantenfächer und Werkzeugkasten inkl. Massnahmen	37
Abbildung 16: Heutige Massnahmen (Ist-Zustand; Variante E und Bestandteile der Variante E+), in den Gemeinden Cham, Steinhausen, Baar und Zug; Quelle: RK&P	38
Abbildung 17: Modernisierte LSA mit Kamera am Löwenplatz LU, Quelle: RK&P	39
Abbildung 18: Vorhersage mittels künstlicher Intelligenz, Quelle: emittec-industrial.ch	39
Abbildung 19: Bauliche Fahrbahnhaltestelle Haltestelle Buonas Neuhofstrasse; Quelle: Eigenaufnahme	42
Abbildung 20: Symbolbilder virtuelle Fahrbahnhaltestelle Haltestelle Meggen Lerchenbühl mit/ohne Bus; Quelle: B+S Ingenieure (links) Google Street View (rechts)	42
Abbildung 21: Symbolbild Dosieranlage am Ortseingang; Quelle: BVD Bern; TBAupdate, März 2022	46
Abbildung 22: Elektronische Busspur im Ausserortsbereich (v 80 km/h) Rapperswil; Quelle: SVI Merkblatt 2013/01	47
Abbildung 23: Mittige Busspur Chamerstrasse, in beide Richtungen befahrbar; Quelle: SVI Merkblatt 2013/01	47
Abbildung 24: Autonomes Fahren, Quelle: eescorporation.com	54
Abbildung 25: C2I-Kommunikation, Quelle: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Deutschland	54
Abbildung 26: Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur, Quelle: epdtonthenet.net	54
Abbildung 27: Vorhersage mittels künstlicher Intelligenz, Quelle: sci.souvr.com	55
Abbildung 28: Dynamisches Geschwindigkeitssignal; Quelle: luzernerzeitung.ch	57
Abbildung 29: Statisches Geschwindigkeitssignal inkl. Zusatzsignal; Quelle: mobilservice.ch	57
Abbildung 30: Wechselwegweiser Autobahn; Quelle: Signal.ch	58
Abbildung 31: Wechselwegweiser; Quelle: Robert Wild AG	58
Abbildung 32: Informationsdisplay in Baden / Autobahn A1; Quelle: 20min.ch	58

Abbildung 33: Informationsdisplay / Reisezeit Display VM Bern; Quelle: derbund.ch 58

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Analyse Verkehrsbelastung	27
Tabelle 2: Definition Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft»	41
Tabelle 3: Mengengerüst Variante MINI	43
Tabelle 4: Mengengerüst Variante MIDI	48
Tabelle 5: Mengengerüst Variante MAXI	50
Tabelle 6: Bewertungs- und Zielkriterien	60
Tabelle 7: Bewertung Variante E+	62
Tabelle 8: Bewertung Variante MINI	62
Tabelle 9: Bewertung Variante MIDI	63
Tabelle 10: Zusammenfassende Bewertung Varianten	64
Tabelle 11: Mengengerüst und Kostenschätzung aller bewerteten Varianten	65

## **Zusammenfassung**

In der öffentlichen Mitwirkung zum neuen Mobilitätskonzept sowie in einem Postulat wurde gefordert, dass Aussagen bezüglich eines Verkehrsmanagements integriert beziehungsweise diesbezügliche Lösungen aufgezeigt werden sollen. Erkenntnisse daraus sollen in die geplante Anpassung des kantonalen Richtplans zur Mobilität einfließen und Ende 2022 dem Kantonsrat zur Debatte überwiesen werden.

Aufgrund der erhöhten Verkehrsmenge während der Morgen- und Abendspitze kommt es im Zuger Strassennetz zu Staus und Wartezeiten an neuralgischen Knoten und Strassenzügen. Dies ist während der Abendspitze deutlicher sichtbar als in der Morgenspitze. Insbesondere die Pünktlichkeit im öffentlichen Verkehr, bei den Bussen, steht in Abhängigkeit zum hohen Verkehrsaufkommen auf der Strasse. Die Busse sind teilweise mit grösserer Verspätung unterwegs.

Aus der Analyse des Ist-Zustands und aktuellen Verkehrsmanagementprojekten in der Schweiz wurden drei passende Stossrichtungen mit sechs Varianten für den Kanton Zug entwickelt. Diese sechs Varianten sind aufeinander aufbauend.

Die Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme» beinhaltet die zwei Varianten Erhaltung / (Ist-Zustand) und Erhaltung + (Ist-Zustand mit Modernisierung). Mit beiden Varianten wird für den motorisierter Individualverkehr und öffentlichen Verkehr keine oder nur eine geringe Veränderung erwartet. Das System mit einer künftigen Verkehrsbelastung für das Jahr 2040 wird kaum genügend leistungsfähig sein.

Die Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft» enthält drei Varianten. In der Variante MINI sind erste lokale Massnahmen geplant, wie Fahrbahnhofstellen und Anpassungen der Steuerungsprogramme von Lichtsignalanlagen. Mit der Variante MIDI wird mit räumlichen Massnahmen ein Verkehrsmanagement vorgesehen. An den Raumgrenzen sind Dosieranlagen und wo nötig elektronische und bauliche Busspuren abgedacht. In der Variante MAXI sind dieselben Massnahmen vorgesehen wie in der Variante MIDI. Der Unterschied besteht darin, dass die Raumbetrachtung auf zwei grosse Räume reduziert wird.

Zuletzt wird mit der Stossrichtung «mit neuen Technologien digitalisiert in die Zukunft» einen Blick in die Zukunft gewagt. Die darin enthaltene Variante Digitalisierung beinhaltet Massnahmen wie Autonomes Fahren, Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur sowie die Vorhersage von Grün- und Rotzeiten bei Lichtsignalanlagen. Zum heutigen Zeitpunkt sind diese Technologien jedoch noch zu wenig marktreif, um auf diesen aufzubauen.

Die drei weiterverfolgten Varianten Erhaltung +, MINI und MIDI werden anhand verschiedener Bewertungskriterien bewertet. Die Variante Erhaltung + zeigt kaum Verbesserungen zum Ist-Zustand. Auf künftige Verkehrsbelastungen ist diese Variante daher nicht ausgelegt. Bei der Variante MINI ist bei vielen Kriterien eine positive Tendenz erkennbar. Die Massnahmen der Variante MINI können lokale Probleme lösen, jedoch ist nicht zu erwarten, dass damit langfristig verlässliche Verbesserungen möglich sind. Die Variante MIDI wird sowohl lokal wie auch in den Räumen eine nachhaltig positive Wirkung zeigen. Die Variante MIDI wird aufgrund der besten Bewertung zur Weiterbearbeitung empfohlen.

## **1. Einleitung**

### **1.1. Ausgangslage**

Die heutige Verkehrspolitik im Kanton Zug stützt sich auf das 2001 beschlossene Gesamtverkehrskonzept GVK «PlusPunkt». Der Kanton erarbeitete im Frühjahr 2021 ein neues Mobilitätskonzept, das Bund, Kantone und Gemeinden miteinbindet. In der öffentlichen Mitwirkung wurde gefordert, dass Aussagen bezüglich eines Verkehrsmanagements integriert beziehungsweise ein solches vorgesehen werden soll. Ende Oktober 2021 wurde im Postulat betreffend umfassendes Verkehrsmanagement gefordert, eine Bestandesaufnahme über das gesamte Verkehrsmanagement im Kanton Zug zu machen und zukunftsgerichtete, umfassende Massnahmen und Lösungen aufzuzeigen. Ziel sollte sein, die bestehende Verkehrsinfrastruktur besser zu nutzen, zu ergänzen und auf dem Stand der heutigen Technik zu optimieren. Das Postulat wurde erheblich erklärt und der Regierungsrat will die offenen Fragen und Inputs im 2022 sauber aufarbeiten. Erkenntnisse daraus sollen in die geplante Anpassung des kantonalen Richtplans zur Mobilität einfliessen und Ende 2022 dem Kantonsrat zur Debatte zu überwiesen werden.

### **1.2. Auftrag**

Die Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG wurde vom Kanton Zug beauftragt, im Zusammenhang mit der Aufbereitung der offenen Fragen zum Mobilitätskonzept sowie dem erwähnten Postulat, diesbezügliche Bedürfnisse und Möglichkeiten zu untersuchen und aufzuzeigen. Die Ergebnisse sollen in Präsentationen sowie einem abschliessenden Bericht festgehalten werden und als Grundlage zur geplanten Anpassung des kantonalen Richtplans zur Mobilität dienen.

### **1.3. Aufgabenstellung**

In Kenntnis der Tatsache, dass der Kanton Zug weiterhin wächst, sowohl bei den Arbeitsplätzen als auch bei der Wohnbevölkerung, ist die Verkehrsqualität im gesamten Kanton nachhaltig zu verbessern bzw. zu optimieren. Es sind verschiedene Stossrichtungen und Varianten mit unterschiedlichen Zeithorizonten auszuarbeiten. Dabei sind insbesondere die Möglichkeiten der Digitalisierung der Lichtsignalanlagen und der Überwachungen wie auch das «Leiten, Lenken, Steuern, Informieren» von Verkehrsströmen miteinzubinden. Eine ganzheitliche Lösung mit Einbezug der aktuellen und in absehbarer Zeit zu erwartenden technologischen Lösungen ist aufzuzeigen.

#### **1.4. Grundlagen**

Die verkehrstechnischen Untersuchungen basieren auf den nachfolgend aufgelisteten Grundlagen bzw. Unterlagen (Interviews, Agglomerationsprogramm, Postulat, Pläne, Verkehrszahlen, Normen, Konzepte, etc.):

- Zugerland Verkehrsbetriebe (ZVB): Interview Stakeholder, 25.04.2022
- Tiefbauamt Kanton Zug (TBA): Interview Stakeholder, 25.04.2022
- Zuger Polizei (ZuPo): Interview Stakeholder, 14.04.2022
- Amt für Raum und Verkehr (ARV): Interview Stakeholder, 25.04.2022
- Postulat betreffend umfassendes Verkehrsmanagement, 30.10.2021 sowie Bericht und Antrag des Regierungsrats, 01.02.2022
- Kantonale Velonetzplanung, Dezember 2021
- Agglomerationsprogramm Zug, 4. Generation, März 2021
- Raumplanerischer Bericht, Anpassung kantonaler Richtplan 21/1: Siedlungsbegrenzungslinie, verkehrsentensive Einrichtungen, neuer Mittelschulstandort, Mobilitätskonzept, 22.03.2021

#### **1.5. Vorgehen/Methodik**

Die Bearbeitung des Auftrages Verkehrsmanagement (VM) Zug erfolgte stufenweise wie folgt:

##### [1] Analyse Verkehrssituation im Kanton Zug

In einem ersten Arbeitsschritt wurden die vorhandenen Grundlagen geprüft und analysiert (insbesondere das Agglomerationsprogramm und das Mobilitätskonzept). Das bestehende Strassen-, ÖV- und LV-Netz wurde ebenfalls überprüft und analysiert. Die Aktualisierung der Velonetzplanung liegt vor und wird im Weiteren, wenn erforderlich in die Betrachtung miteinbezogen, aber nicht weiter überprüft. Vorhandene Mängel und Schwachstellen des MIV und des ÖV im Netz wurden in einem weiteren Schritt betrachtet, um diese dann mit in die Lösungsfindungen einbeziehen zu können. Die Schwachstellen wurden auf einer Schwachstellenkarte grafisch dargestellt. Die Analyse erfolgte hauptsächlich aus den Unterlagen des Agglomerationsprogramms der 4. Generation.

##### [2] Interviews

Mittels Interviews wurden die Sichtweisen (beziehungsweise die vorhandenen Schwachstellen) der verschiedenen Behörden bzw. Unternehmen im Kanton aufgenommen. Es wurden mit folgenden Stakeholdern die Interviews durchgeführt:

- Tiefbauamt des Kantons Zug (TBA)
- Zugerland Verkehrsbetriebe (ZVB)
- Zuger Polizei (ZuPo)
- Amt für Raum und Verkehr (ARV)

Für die Interviews wurde ein Fragenkatalog ausgearbeitet bzw. vorbereitet, damit zielgerichtet die wesentlichen Punkte herausgeschält werden konnten.

### [3] Recherche bekannte Verkehrsmanagement-Systeme

Einen Blick über die Kantons Grenzen zeigt, dass bereits andere Städte in der Schweiz ein Verkehrsmanagement umgesetzt haben oder in der Umsetzungsphase sind. Aus deren Ideen und Erfahrungen können Rückschlüsse gemacht werden, ob die Massnahmen für den Kanton Zug adaptierbar sind. Für diese Analyse wurden Städte wie Brugg, Bern und weitere in Betracht gezogen. Für den weiteren Verlauf der Arbeiten waren diese Erfahrungswerte teilweise von Bedeutung.

### [4] Ausarbeitung Stossrichtungen und Variantenfelder

Mit der Formulierung von Stossrichtungen und einem Variantenfelder wurden Lösungsansätze aufgezeigt. Die Varianten wurden auf ihre Machbarkeit geprüft und zu bewertet. Auch eine Etappierung von verschiedenen Verkehrsmanagementelementen wurde geprüft. Ein Entwurf wurde bereits an der 1. Sitzung mit der Begleitgruppe präsentiert.

Die aus der Recherche bekannten VM-Elemente wurden beschrieben und deren Wirkung abgeschätzt. Weiter wurde aus den VM-Elementen eine Zusammenstellung bzw. Übersicht aufbereitet. Anschliessend wurden die für den Kanton Zug relevanten VM-Elemente herausgefiltert. Diese wurden in die Pläne der Ausbautetappen integriert und deren Wirkung inkl. der Ausbautetappen aufgezeigt. Für die VM-Elemente wurden die Kosten grob (+/- 30%) abgeschätzt.

### [5] Dokumentation

In einer Präsentation (Ergebnisse, Vergleiche, Beurteilung, Grafiken, Massnahmenentwicklung und Empfehlung) für eine Projektsitzung und einem abschliessenden technischen Kurzbericht wurden in diesem Arbeitsschritt die Ergebnisse dokumentiert, zusammengestellt und mit einer Empfehlung abgeschlossen (inkl. Bereinigungsrunde des Kurzberichtes nach Feedback/Rückmeldung Auftraggeber und Begleitgruppe).

## **2. Infrastruktur und Verkehrsregime**

In den darauffolgenden Kapiteln wird der Ist-Zustand erfasst. Dazu wird die Infrastruktur der verschiedenen Verkehrsmittel betrachtet und die vorhandenen Verkehrsregime analysiert. Als Grundlage für die Analyse dient das Agglomerationsprogramm 4. Generation, das Mobilitätskonzept, die kantonale Velonetzplanung und die Interviews mit den Stakeholdern sowie die Google Verkehrslage.

### **2.1. Infrastruktur - Netzbetrachtung**

#### **2.1.1. Infrastruktur MIV**

Die Autobahn (AB) A4 und A14 ist aus dem Zuger Strasseninfrastruktur nicht wegzudenken. Sie bilden die schnellsten Verbindungsrouten im Kanton Zug und nehmen die Funktion einer Umfahrung für die Talgemeinden ein. Die Autobahn verbindet die Nachbarkantone Luzern, Schwyz und Zürich. Die Kantonsstrassen (KS) verbinden die Gemeinden auf direktem Weg. Die Gemeindestrasse (GS) haben eine erschliessende Funktion und stellen die Feinverteilung des MIV sicher.

Die Strassenhierarchie<sup>1</sup> ist wie folgt zu betrachten:

1. Nationalstrasse/Autobahn (AB), A4 und A14
2. Kantonsstrassen (KS)
3. Gemeindestrassen (GS)

Die Lagen der einzelnen Strassentypen (AB, KS, GS) ergänzen sich, sodass ein flächendeckendes Strassennetz (kaum parallele Strassen) für die MIV mit schnellen und direkten Routen zur Verfügung steht. Die Tangente Zug/Baar (TZB) wurde im Jahr 2021 eröffnet. Sie ergänzt das bestehende Strassennetz zwischen den Berggemeinden (Menzingen, Unter- und Oberägeri) und dem Autobahnanschluss Baar. Ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme der TZB wurde die Entlastung in Baar und Zug spürbar. Die Auswertungen der Zählstellen<sup>2</sup> in Baar und Zug bestätigten die Beobachtungen.

Die Umfahrung Cham-Hünenberg (UCH) bildet einen weiteren Meilenstein in der Strasseninfrastruktur des Kantons Zug. Die UCH wird im Jahr 2027 eröffnet. Die UCH soll den Chamer Dorfkern massiv vom Durchgangsverkehr entlasten. Zwischen Cham und Hünenberg ist eine Parallelachse zur Autobahn geplant.

---

<sup>1</sup> VSS 640 040B; Projektierung, Grundlagen; Strassentypen, 2019

<sup>2</sup> Baudirektion Kanton Zug; Medienmitteilung «Die Tangente Zug/Baar ist eine Erfolgsgeschichte»; 08.04.2022

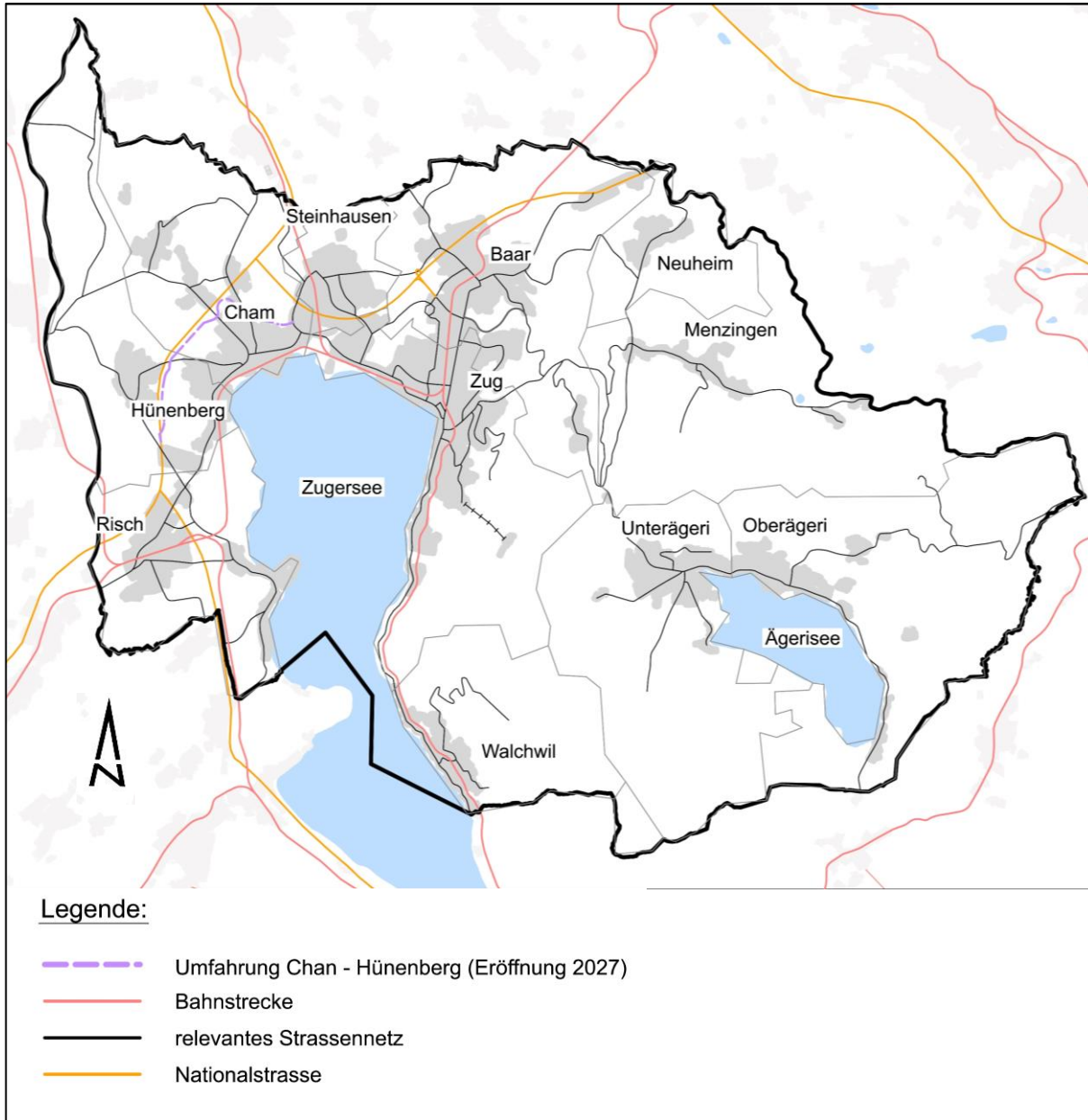


Abbildung 1: Infrastruktur MIV, Quelle: Basiskarte ARV

### **2.1.2. Infrastruktur ÖV**

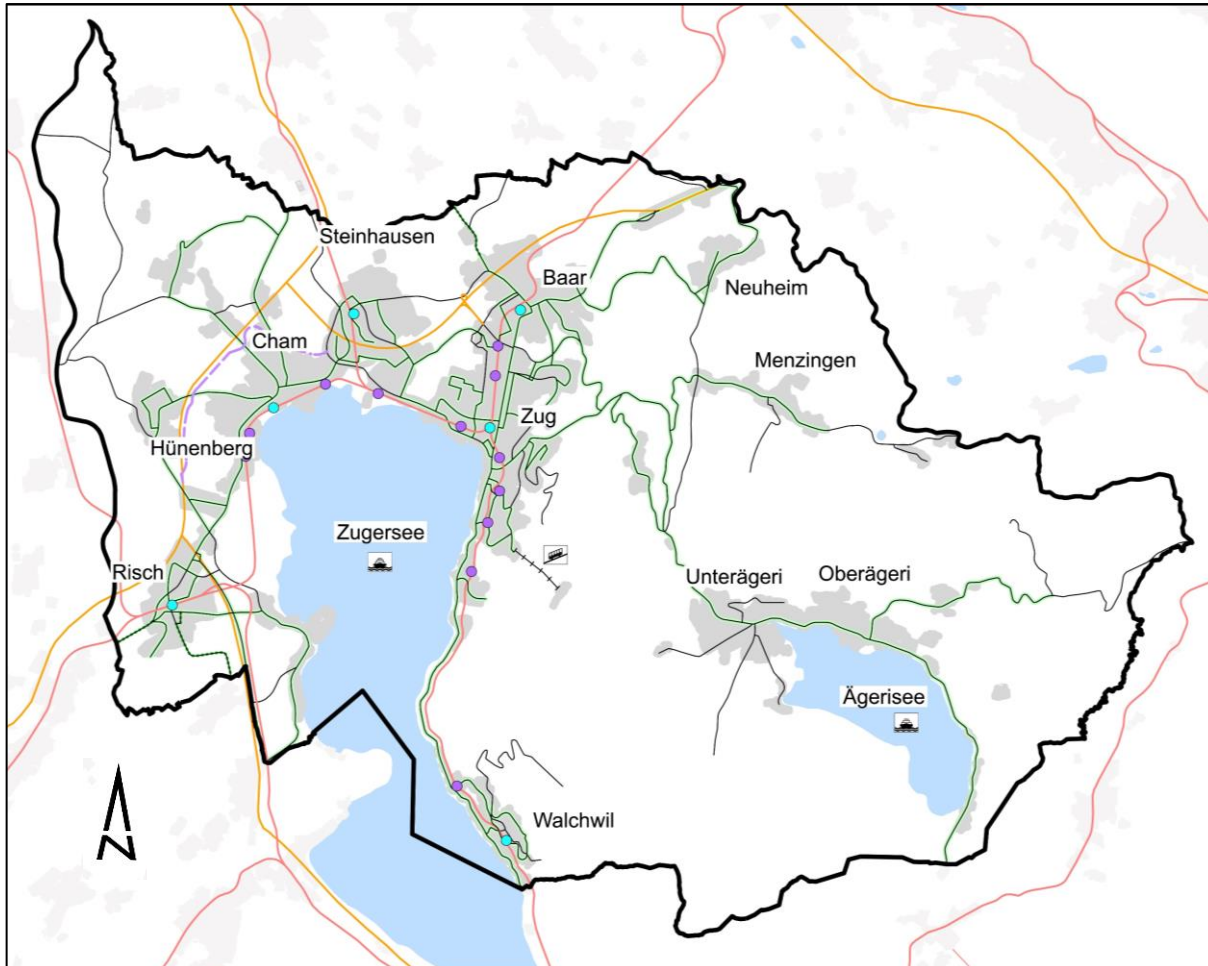
Die ÖV-Infrastruktur besteht aus einem Bahn- und Busnetz sowie aus der Zugerberg Bahn.

Die Hierarchie im ÖV ist wie folgt zu betrachten:

1. Bahn: Fernverkehr (EC, IC, IR)
2. Bahn: Nahverkehr (S-Bahn)
3. Bus und Zugerberg Bahn: im regulären Taktfahrplan
4. Freizeit/Touristischer Verkehr: Zugerberg Bahn sowie Schifffahrt Zuger- und Ägerisee

Der letzte Ausbau am Bahnnetz wurde mit dem Doppelspurausbau, östliches Zugersee Ufer, (Nord-Süd-Verbindung) mit der Fahrplanperiode 2021 in Betrieb genommen. In naher Zukunft soll zudem der Zimmerberg-Basistunnel 2 sowie ein drittes Gleis zwischen Baar-Zug gebaut werden. Der neue Zimmerberg-Basistunnel soll im Jahr 2037 in Betrieb genommen werden. Danach wird das ÖV-Netz im Kanton Zug neu strukturiert. Die Bahn- und Buslinien werden entsprechend dem Angebot angepasst. Bis ins Jahr 2037 sind keine Änderungen mit strategischer Wichtigkeit geplant.

Die Zugerberg Bahn hat eine Erschliessungsfunktion für das Institut Montana (Internat und Schule). Der Zugerberg ist ein beliebtes ganzjähriges Ausflugsziel, weshalb die Zugerberg Bahn oft vom Freizeitverkehr genutzt wird. Der Zugersee Schifffahrt und die Ägerisee Schifffahrt dienen dem reinen Freizeitverkehr.



**Legende:**

- Busliniennetz im Kanton (ZVB)
- - - Buslinien (extern betrieben)
- Bahnhof (Umsteigebeziehung Bus - Bahn)
- S-Bahnstation (Umsteigebeziehung Bus - Bahn)
- - - Umfahrung Chan - Hünenberg (Eröffnung 2027)
- Bahnstrecke
- relevantes Strassennetz
- Nationalstrasse

Abbildung 2: Infrastruktur ÖV, Quelle: Basiskarte ARV

### **2.1.3. Infrastruktur Veloverkehr**

Das im kantonalen Richtplan festgesetzte Velonetz umfasst rund 255 km und hat die Aufgabe, die Erschliessung des Kantons mit dem Velo sicher zu stellen. Es verläuft entlang von Kantonsstrassen, aber auch abseits davon (separate Fuss-/Velowege, Nebenstrassen). Der Kanton Zug realisiert dieses in Zusammenarbeit mit den Gemeinden etappenweise. Das kantonale Velonetz wurde mit Planungshorizont 2040 überarbeitet (Kantonale Velonetzplanung, Dezember 2021). Der Fokus liegt auf dem Alltagsnetz (Arbeitsweg, Schulweg, Einkauf etc.). Innerorts stehen die Trennung von Fuss- und Veloverkehr, ausserorts kombinierte Fuss- und Velowege im Vordergrund. Ergänzt wird das kantonale Alltagsnetz durch die Velostrecken der Gemeinden sowie Freizeitrouten von Mountainbike- und Veloland Schweiz<sup>3</sup>.

### **2.1.4. Infrastruktur Bereichsrechner LSA**

Im Kanton Zug sind die 35 Lichtsignalanlage (LSA) bereits heute an einen Bereichsrechner LSA (beziehungsweise Verkehrsrechner) angeschlossen. Auf dem Kantonsgebiet sind insgesamt 44 Lichtsignalanlagen inkl. dynamischen Bussingale verteilt. Der heute bestehende Bereichsrechner LSA ist veraltet. Die Ersatzteilverfügbarkeit und der Support werden zunehmend schwieriger. Die heutige Zentralen-Schnittstelle (Schnittstelle Zentrale zu den Lichtsignalanlagen) ist ebenfalls veraltet. Bis 2025 / 2026 ist ein Ersatz der heutigen Zentrale / Bereichsrechner LSA geplant (aktuell ist das Projekt am Aufstarten). Funktional ist es heute so, dass Meldungen von den LSA – weitestgehend technische Defekte – an die Zentrale abgesetzt werden und so der technische Unterhalt vorgenommen werden kann. Zudem können über den heutigen Bereichsrechner LSA die Lichtsignalanlagen ein- und ausgeschaltet, wie auch auf Blinken geschaltet werden. In einzelnen verkehrstechnisch anspruchsvollen Gebieten sind bereits heute die Verkehrsströme aufeinander abgestimmt beziehungsweise werden diese koordiniert (z.B. Zuger-Baarerstrasse, Alpenblick, Steinhäusern usw.). Ein Verkehrsmanagement im Sinne von aufeinander abgestimmten, koordinierten Verkehrsströmen existiert also heute schon. Ein Reagieren auf eine Stausituation oder eine Überlast in einem Zentrumsgebiet hingegen existiert nicht.

Im Rahmen des aktuellen Projektes «Ersatz Bereichsrechner LSA» werden insbesondere der Bereichsrechner LSA erneuert und mit neueren, modernen Möglichkeiten ausgestattet, wie auch die Schnittstelle von der Zentrale zu den Lichtsignalanlagen modernisiert. Im neuen Bereichsrechner LSA werden Funktionsmodule unterschieden, die je nach Anforderung / Bedürfnis beschafft werden können. Ein mögliches Modul, das beschafft werden könnte – aktuell liegt dazu keine Bestellung vor – ist das Modul Verkehrsmanagement. Darin können Verkehrsmanagementpläne vorgesehen werden, die verschiedene Szenarien wie lokale oder räumliche Dosierungen bei Bedarf aussteuern könnten (diverse Lichtsignalanlagen könnten in sogenannten Verkehrsmanagementplänen zusammengefasst werden, die dann bei Problemen Reaktionen aussteuern). Mit dem Projekt «Ersatz Bereichsrechner LSA» des TBA, STU wird somit ein Bereichsrechner LSA beschafft, der für die Installation eines Verkehrsmanagement ausgelegt wäre<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Stiftung SchweizMobil; Linienführung der Mountainbike- und Veloland Routen, 2022

<sup>4</sup> TBA STU; Ersatz Bereichsrechner LSA, Angaben gemäss Besprechung vom 02.05.2022

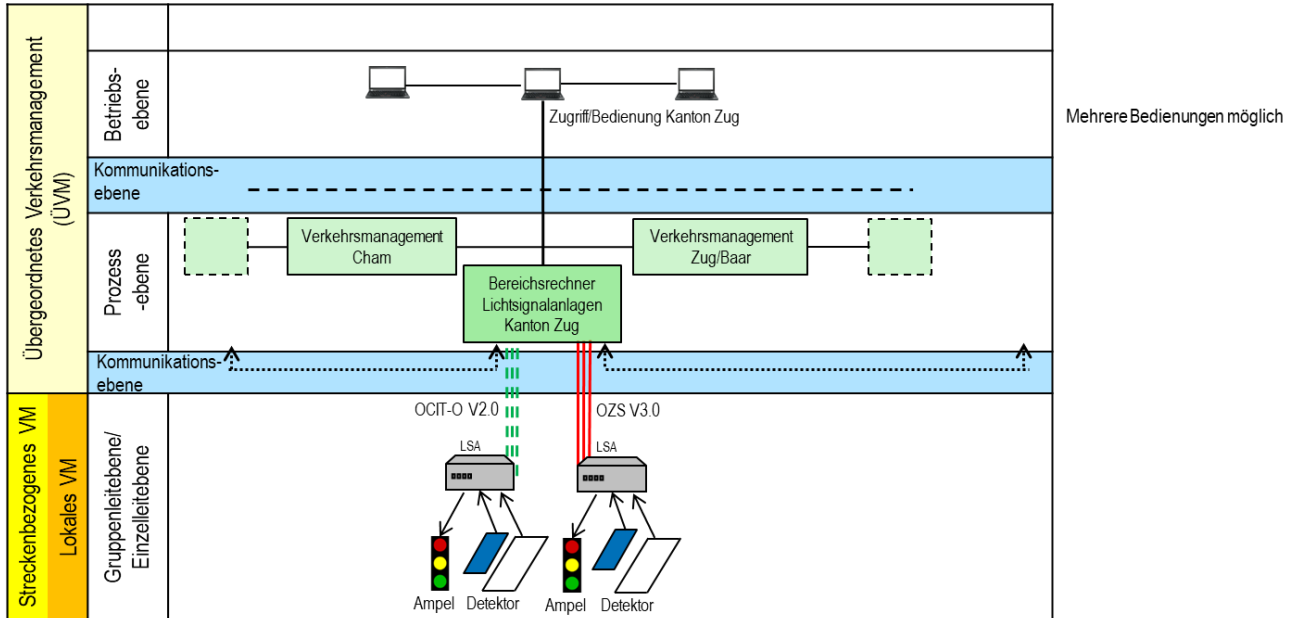


Abbildung 3: vereinfachtes Systembild eines Bereichsrechner

Die Strasseninfrastruktur im Kanton Zug ergänzt sich ideal. Die Nationalstrasse/Autobahn bildet die schnellste Route im Kanton zudem hat die Autobahn funktionale Eigenschaften einer Umfahrungsstrasse. Die Kantonsstrassen bilden die Verbindung zwischen den Gemeinden und die Gemeindestrasse bilden die Feinverteilung in den Gemeinden.

Die ÖV-Infrastruktur ist gut ausgebaut. Je dichter die Siedlungs- und Arbeitsgebiete sind desto höher ist die Anzahl der Haltestellen. Damit können die Fusswege kurzgehalten werden.

Das Velonetz deckt den Kanton gut ab. Die Velostrecken verlaufen entlang von MIV-Achsen, Nebenstrassen und separaten Fuss-/Velowegen. Die Veloinfrastruktur wird laufend ausgebaut.

Die Erschliessung für die genannten Verkehrsmittel MIV, ÖV und LV wird als gut bewertet. Die unterschiedlich ausgestatteten Strassen und Wege ergänzen sich gegenseitig und bilden ein feinmaschiges Netz.

Eine wichtige Komponente, der Bereichsrechner LSA, wäre für ein funktionierendes VM bereits vorhanden.

## 2.2. Verkehrsregime

### 2.2.1. Verkehrsregime Strasse

Auf den Zuger Kantonsstrassen gilt die Höchstgeschwindigkeit (50 km/h und 80 km/h). Ebenso sind Abschnitte mit reduzierter Höchstgeschwindigkeit anzutreffen. Beispiele sind die Grabenstrasse/Ägeristrasse/Kolinplatz in Zug, wo im Jahr 2021<sup>5</sup> Tempo 30 umgesetzt wurde (Abbildung 4) sowie die Luzernerstrasse/Buonaserstrasse (Kreuzplatz, Abbildung 5) in Rotkreuz, welche im Jahr 2014<sup>6</sup> zu einer Begegnungszone umgestaltet wurde. Weiter wurden einige Gemeinde- und Quartierstrassen ebenfalls in Tempo-30-Zonen oder Begegnungszonen umgestaltet.



Abbildung 4: Tempo 30 Grabenstrasse, Quelle: zentralplus.ch



Abbildung 5: Begegnungszone Kreuzplatz, Quelle: Kanton Zug - TBA

Unterschiedliche Temporegime werten die Zentren auf. Durch niedrige Geschwindigkeiten werden die Schadstoffbelastung und Lärmbelastung in den Gebieten geringer. Ein weiterer positiver Effekt einer reduzierten Geschwindigkeit und Umgestaltung der Strassenräume ist der geringere Schweregrad von Verkehrsunfällen. Die Reisezeiten des motorisierten Individualverkehrs und des öffentlichen Verkehrs nehmen in den Nebenverkehrszeiten bei tiefer Verkehrsbelastung tendenziell zu, da weniger schnell gefahren werdend darf.

<sup>5</sup> Kanton Zug - TBA: «Tempo-30-Regime tritt in Kraft», 11.03.2021

<sup>6</sup> Kanton Zug - TBA: «Der Kreuzplatz in Rotkreuz wird zur Begegnungszone», 31.03.2014

### **3. Verkehrssituation**

Der Kanton Zug ist durch ein flächendeckendes Strassennetz und Schienennetz gut erschlossen, weshalb er für Firmen ein interessanter Standort darstellt. Die Niederlassungen der Firmen generieren Arbeitsplätze. Der Kanton Zug wird durch die optimale Lage von mehr Zu- als Wegpendelnden frequentiert. Der Pendlerverkehr verteilt sich auf die Strasse und Schiene. Auf den Strassen zeigt sich langsam, aber sicher, dass die Kapazitätsgrenze erreicht ist; durch stockenden Verkehr und längere Reisezeiten vor allem während der Abendspitzenstunde. Im ÖV ist das Kapazitätsmaximum an vollen Gefässen (Bus/Bahn) ersichtlich. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Belastungen im MIV und ÖV untersucht.

Im Jahr 2018 lebten im Kanton Zug 126'812 Einwohnende. Im Jahr 2040 werden rund 148'500 Einwohnende erwartet. Diese Prognose des Bevölkerungswachstum entspricht in etwa einem jährlichen Wachstum von 0.8%. Es wird erwartet, dass die Gemeinden Baar und Risch am meisten wachsen werden. Ein geringeres Wachstum wird für die Berggemeinden und Walchwil prognostiziert. Die Arbeitsplätze im Kanton Zug werden laut Prognose ähnlich stark wachsen wie die Bevölkerung. Im Jahr 2017 gab es 111'019 Beschäftigte. Im Jahr 2040 werden rund 130'000 Beschäftigte erwartet. Dieser Arbeitsplatzzuwachs wird vor allem in der Stadt Zug, in Baar, Cham und Steinhausen erwartet. Das wird auf den Strassen wie auch auf den Schienen spürbar sein.<sup>7</sup>

#### **3.1. MIV**

Zur Analyse der Angebots-Nachfrage Bilanz bilden die Interviews im Anhang und das Gesamtverkehrsmodell 2017/2040 (GVM-ZG) sowie die Google Verkehrslage im Zeitraum von März bis April 2022 die Grundlage der Auswertungen.

##### **3.1.1. Angebot MIV**

Das Angebot für den MIV ist mit dem heutigen Strassennetz begrenzt. Das Angebot des Strassenraums steuert die Nachfrage für den MIV. Dazu können drei Szenarien vom GVM-ZG abgeleitet werden.

- Szenario A: Verkehrsbelastung nach GVM 2040

Die TZB und die UCH sind im GVM abgebildet. Es ist ersichtlich, dass beide Umfahrungen die Zentren Baar/Zug sowie Cham und Hünenberg entlasten. Sofern sich die Verkehrsbelastung gemäss Modell entwickelt, ist ohne weitere Massnahmen mit einer Verlängerung der Reise- und Verlustzeiten MIV und ÖV zu rechnen. Die Mehrbelastung wirkt sich dabei negativ auf das Gesamtsystem aus.

---

<sup>7</sup> Baudirektion des Kantons Zug, ARV; Agglomerationsprogramm 4.Generation, März 2021

- Szenario B: Verkehrsbelastung nach GVM 2040 inkl. Infrastrukturausbau

Das Szenario B beinhaltet die Nachfrage GVM 2040 und die Infrastrukturprojekte, die bis 2040 in Betrieb genommen werden oder in der Umsetzung sind. Daraus kann abgeleitet werden, dass sich die Verkehrsnachfrage 2040 auf die neue Infrastruktur verteilen wird. Die MIV-Verteilung auf dem Strassennetz wirkt sich positiv auf das Gesamtsystem aus. Die Langzeitbetrachtung wird ein ähnliches Bild zeigen, wie es heute vorhanden ist, einfach auf einem weitläufigeren Strassennetz beziehungsweise in einer grösseren Ausdehnung. Die bekannten Infrastrukturausbauten sind Kapazitätssteigerung Chamer- und Nordstrasse, Bypass Forren & Bügel, Umfahrung Zug, Umfahrung Unterägeri sowie die Autobahn Halbanschlüsse.

- Szenario C: Verkehrsbelastung nach GVM 2040 mit neuen Technologien

Im Szenario C wird eine Abschätzung gewagt, welchen Einfluss neue Technologien in Fahrzeugen auf das Gesamtsystem haben. Autonomes fahren wird zu einer Homogenisierung des Verkehrsflusses führen. Staus und LSA würden damit der Vergangenheit angehören, sofern alle Fahrzeuge bis dahin autonom fahren können. Dies wird aber erst geschehen, wenn alle Fahrzeuge auf der Strasse auf den neusten Stand der Technik aus-/aufgerüstet wurden. Sofern weiterhin eine Durchmischung von verschiedenen Technikstandards auf den Strassen stattfindet, ist eine Verbesserung des Verkehrsablaufs kaum denkbar. Faktoren wie Fahrzeugabstände und -zwischenzeiten sind kaum abschätzbar. Ein weiterer Aspekt von neuen Technologien ist die Fahrzeuggrösse und die Auslastung pro Fahrzeug. Die durchschnittliche Auslastung der Personenwagen (PW) auf dem Arbeitsweg in der Schweiz beträgt heute 1.1 Personen/PW<sup>8</sup>. Durch Sharing Angebote kann die durchschnittliche Anzahl Personen im PW erhöht werden.

Massnahmen zu entwickeln für ein System, das noch nicht realitätsnahe ist, wäre zum jetzigen Zeitpunkt unverhältnismässig.

---

<sup>8</sup> Pius Arnold, FHNW: «Einfluss des Besetzungsgrads auf die Umweltauswirkungen und aktuelle Mitfahrssysteme», 2016



Abbildung 6: Flächenbedarf je Verkehrsmittel (Bus, Velo und Auto), Quelle: Cycling Promotion Fund

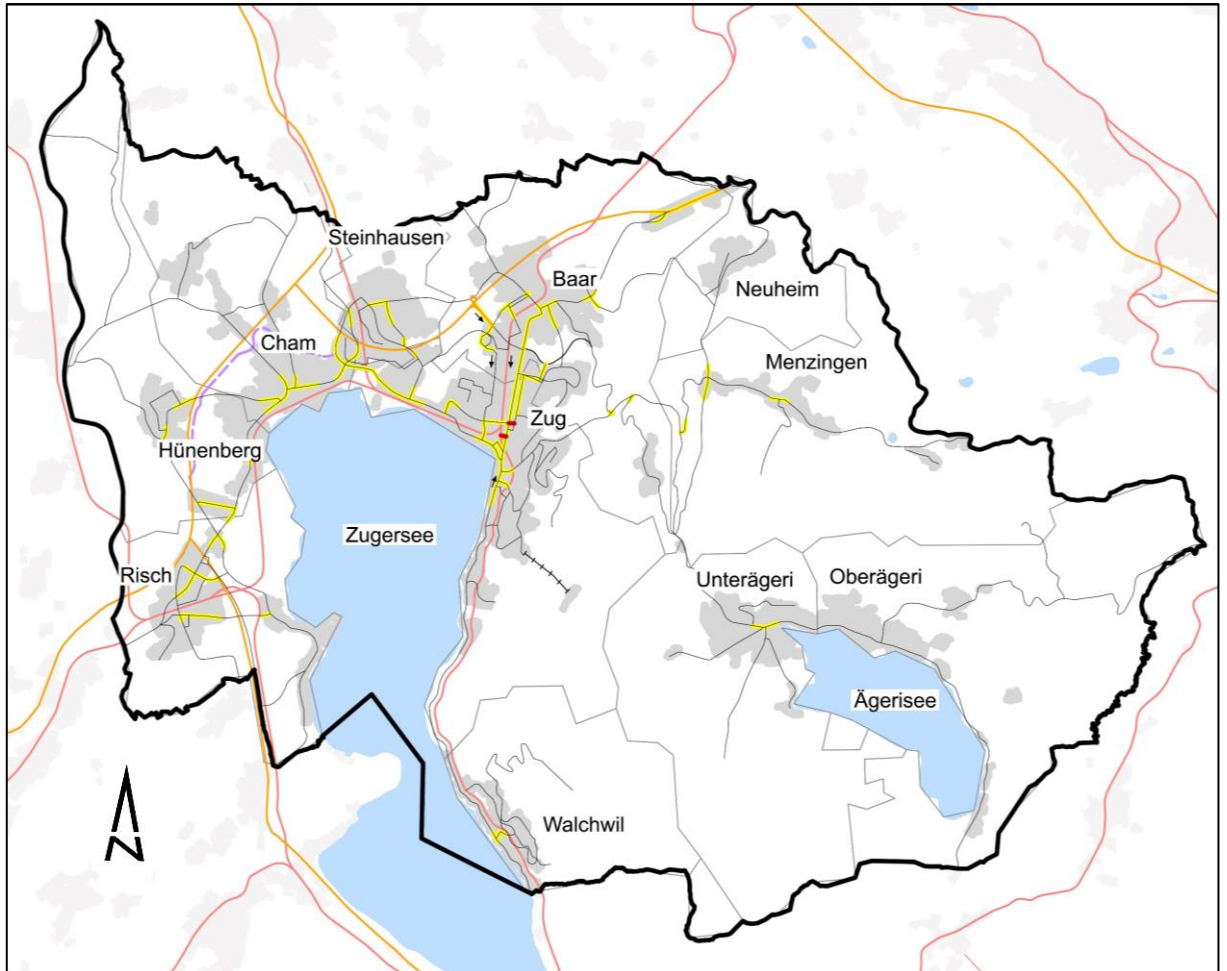
Aus den drei beschriebenen Szenarien wird angenommen, dass sich das Szenario A als realistisches Szenario erweist. Basierend auf den getroffenen Annahmen in Szenario A werden anschliessend die Varianten in Kapitel 6 bewertet.

### 3.1.2. Nachfrage MIV - Auslastung Strassennetz

Heute ist auf bestimmten Abschnitten im Strassennetz die Nachfrage höher als das Angebot. Das ist vor allem während den Spitzenstunden an folgenden Stellen zu erkennen:

- Zug: Artherstrasse (Elektronische Busspur)
- Zug: Vorstadt, Postplatz, Bahnhofstrasse, Kolinplatz
- Baar: Autobahnausfahrt (Rückstau)
- Baar: Marktgasse, Langgasse, Rathausstr., Inwilerstr., Neugasse, Weststrasse
- Baar-Zug: Nordstrasse
- Baar/Sihlbrugg: Sihlbruggstrasse
- Cham: Zugerstrasse, Sinslerstrasse, Luzernerstrasse
- Cham-Zug: Chamerstrasse
- Rotkreuz: Forren Kreisel, Blegistrasse und Industriestrasse
- Unterägeri: Zugerstrasse

In den nachfolgenden Abbildungen werden die Netzauslastungen grafisch dargestellt.



**Legende:**

- niedrigere Geschwindigkeit fließender Verkehr, erhöhtes Verkehrsaufkommen
- niedrige Geschwindigkeit teilweise stockender Kolonnenverkehr (Zähflüssiger Verkehr)
- Richtung mit höherer Belastung
- - - Umfahrung Cham - Hünenberg (Eröffnung 2027)
- Bahnstrecke
- relevantes Strassennetz
- Nationalstrasse

Abbildung 7: Auslastung Strassennetz MSP, Quelle: Basiskarte ARV

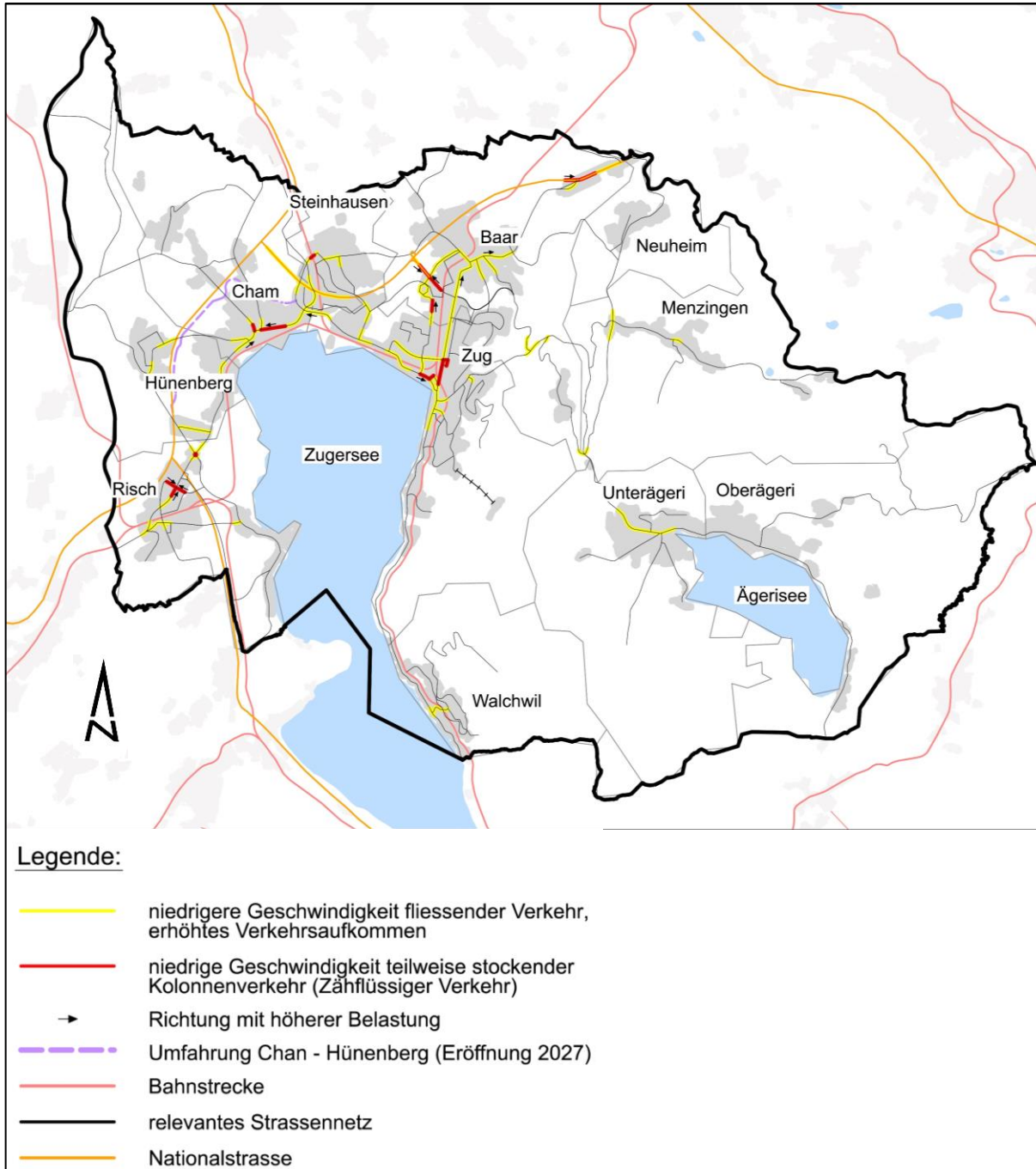


Abbildung 8: Auslastung Strassennetz ASP, Quelle: Basiskarte ARV

Während der Morgenspitze (MSP) ist das Strassennetz von den Siedlungsgebieten in Richtung Zentrum deutlich mehr ausgelastet. Die Hauptverkehrszeit (HVZ) am Morgen erstreckt sich über einen längeren Zeitraum resp. mehrere Stunden. Die eigentliche MSP, resp. der Peak, ist niedriger. Ausgeprägte Stausituationen sind zur Morgenspitze kaum zu erkennen. Im Vergleich dazu ist zur Abend-HVZ das Verkehrsaufkommen deutlich konzentrierter als am Morgen. Weshalb der Peak

der Abendspitze (ASP) deutlich höher ist. Die Auslastung des Strassennetzes ist von den Zentren in die Siedlungsgebiete. Am Abend sind denn auch die Stauerscheinungen ausgeprägter als am Morgen.

Es kann festgestellt werden, dass auf den Zufahrtsachsen die Lastrichtung während der Morgenspitze in Richtung Zentrum und während der Abendspitze aus dem Zentrum heraus vorherrscht. Beispiele hierzu sind die Chamerstrasse (Zug), Zugerstrasse (Cham), Chamerstrasse (Rotkreuz), Nordstrasse (Zug), Zuger-/Baarerstrasse (Zug/Baar). Zu diesen Zeiten ist mit längeren Reise- und Verlustzeiten zu rechnen (siehe Abbildung 7 und Abbildung 8).

Die Auswertung der Verkehrslage<sup>9</sup> und das Interview mit der Zuger Polizei zeigen auf, dass die MIV-Nachfrage wochentags und zeitlich abhängig ist.

Die Analyse in Tabelle 1 zeigt die Verkehrslage mit den Verkehrsbelastungen je Wochentag:

*Tabelle 1: Analyse Verkehrsbelastung*

<b>Wochentag</b>	<b>Feststellung</b>
Montag:	Die Nachfrage am Montag ist im Vergleich zu den anderen Wochentagen gering.
Dienstag:	Im Vergleich zu anderen Wochentagen ist die Nachfrage am Dienstag höher. Dienstag und Donnerstag sind für die Verkehrserhebung relevante Tage, weil die Teilzeitarbeitenden oft dienstags und donnerstags arbeiten.
Mittwoch:	Mittwochs beginnt die ASP bereits früher als an den anderen Wochentagen und die Gesamtdauer der ASP ist entsprechend länger. Ein Grund dafür ist der schulfreie Nachmittag. Die Zeit wird von vielen Eltern genutzt, um Besorgungen mit und für die Kinder zu machen.
Donnerstag:	Die Nachfrage am Donnerstag ist vergleichbar mit dem Mittwoch. Die Gründe dafür sind unterschiedlich.
Freitag:	Die Verkehrsbelastung am Freitag ist ähnlich wie am Dienstag. Freitags sind die Arbeitstage oft kürzer als von Montag bis Donnerstag. Dies führt zu einer Verzerrung der definierten ASP.

Zum Zeitpunkt der Auswertung von Tabelle 1 waren die Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung in Bezug auf Covid-19<sup>10</sup> aufgehoben. Vor der Pandemie, Jahr 2019 als Referenzjahr, ist deutlich zu erkennen, dass die Dienstag und Donnerstag die verkehrsstärksten Tage der Woche waren. Zudem ist aus der Tagesganglinie des durchschnittlichen Werktagsverkehrs (DWV) zu erkennen,

<sup>9</sup> Google Verkehrslage: Zeitraum März-April 2022

<sup>10</sup> Bundesamt für Gesundheit; Medienmitteilung «Coronavirus: Rückkehr in die normale Lage und Planung der Übergangsphase bis Frühling 2023», 30.03.2022

dass sich zwei deutliche Peaks abbilden in der MSP und ASP. An den Freitagen beginnt die ASP bereits früher als an den restlichen Werktagen.

Die Massnahmen der Corona Pandemie haben die Verkehrslage verändert. Die Spitzenstunden sind flacher und zeitlich länger als vor der Pandemie. Die Verteilung von MIV- und ÖV-Nutzungen während den Spitzenstunden hat sich durch die Pandemie verändert. Es wird vermehrt mit dem Auto zur Arbeit gefahren als zuvor. Von einem «Normalzustand» wie vor der Corona Pandemie kann noch nicht gesprochen werden.

Die Strassen im Kanton Zug sind hauptsächlich während den Spitzenstunden (MSP und ASP) überlastet, was zu Stau und längeren Verlustzeiten führt, vor allem abends. An den Werktagen sind Belastungsschwankungen zu erkennen. Die Nachfrage MIV ist dienstags und donnerstags am höchsten. Montags ist die Nachfrage am schwächsten.

## **3.2. ÖV**

Im Kapitel ÖV wird anhand des heutigen Liniennetzes und Fahrplans das Angebot aufgezeigt und analysiert.

### **3.2.1. Erschliessung ÖV**

Das Kantonsgebiet ist heute mit ÖV-Linien bereits gut erschlossen. In dichtbesiedelten Gebieten ist die Haltestellendichte höher als im ländlichen Raum. Ebenso sind Linien, Taktfrequenzen und Gefässgrössen an die Nachfrage (Fahrgastmenge) angepasst.

In Baar, Zug und Rotkreuz sind Umsteigebeziehungen auf die Fernverkehr Züge Richtung Zürich, Luzern und Gotthard möglich. Die Fernverkehrsverbindungen (EC, IC und IR) in Zug fahren im 30'-Takt. In Baar und Rotkreuz besteht jeweils eine IR-Verbindung je Stunde und Richtung. Die S-Bahn (S1) am westlichen Seeufer verkehrt im 15'-Takt zwischen Rotkreuz und Baar. Die S-Bahn (S2) am östlichen Seeufer fährt im 30'-Takt zwischen Baar Lindenpark und Walchwil. Die S-Bahn (S5) verbindet Zug mit Steinhausen im 30'-Takt.

Das Busnetz deckt die Feinverteilung gut ab und die Haltestellendichte ist zweckmässig. So ergibt sich in den Ortschaften während den HVZ grundsätzlich ein 15'-Takt Angebot mit Anschluss auf die S-Bahn oder IR-Züge. In Zentrumsgebiet wird auf bestimmten Abschnitten (z.B. Grabenstrasse bis Baarerstrasse) ein 7.5'-Takt erreicht, siehe Abbildung 9. Weniger zentral gelegene Ortsteile sind mit einem 30'-Takt oder 60'-Takt angebunden.

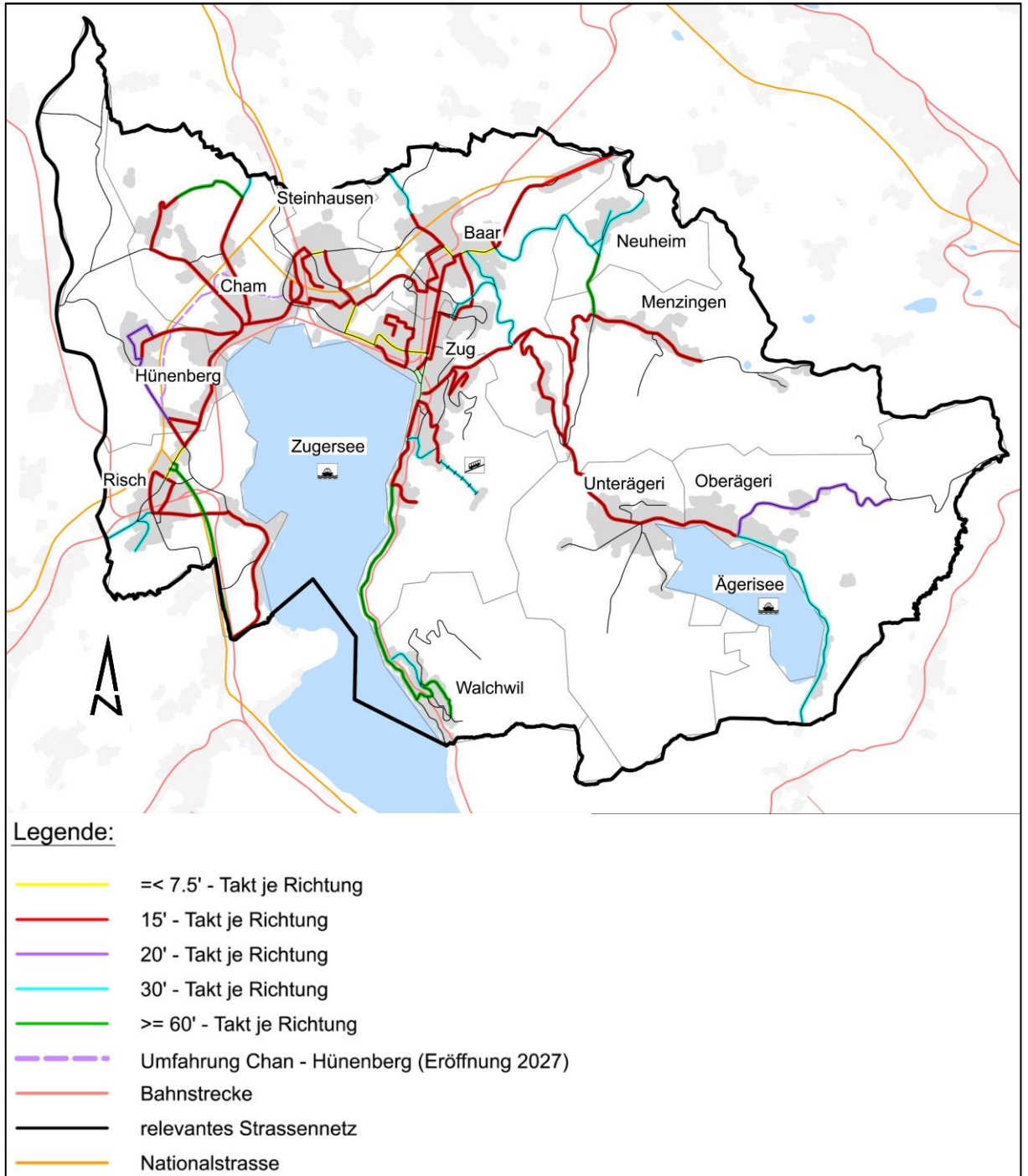


Abbildung 9: ÖV-Takt in der Hauptverkehrszeit, Quelle: Basiskarte ARV

### 3.2.2. Zuverlässigkeit des ÖV

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Pünktlichkeit der Zugerland Verkehrsbetriebe im Jahr 2019 auf. Ein Halt gilt hierbei als pünktlich, wenn die Ankunftsverspätung an der entsprechenden Haltestelle kleiner als 3:00 Minuten ist. Der Pünktlichkeitswert einer Linie entspricht dem Durchschnitt der Pünktlichkeiten aller Halte dieser Linie. Der Zielwert von 95% wird im Durchschnitt über das ganze Netz nicht erreicht.

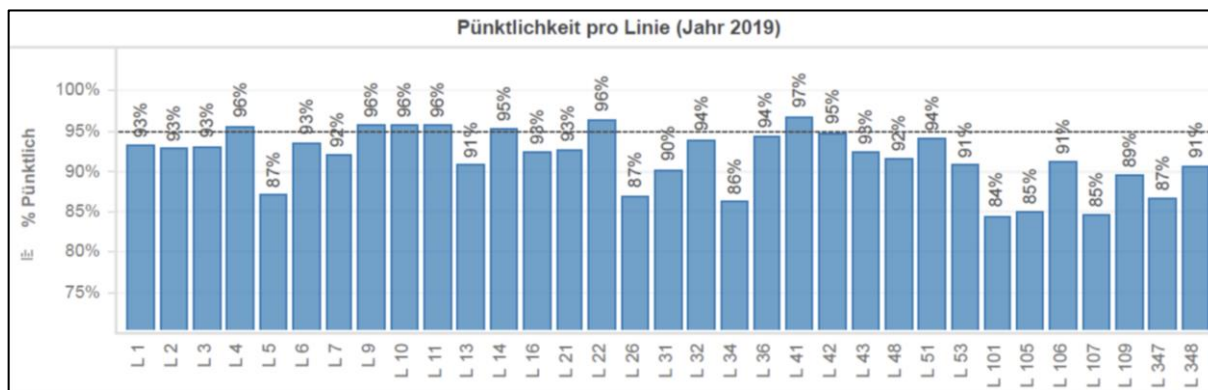


Abbildung 10: Pünktlichkeit pro Linie 2019, ganzes Netz von Mo- So, Quelle: ZVB<sup>11</sup>

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Pünktlichkeiten und Auswirkungen auf die Anschlüsse an den Umsteigepunkten (Hubs).

An den Bahnhöfen Cham, Baar, Rotkreuz und Zug (Hubs) liegt die Anschlusssicherheit teilweise unter 80%. Insbesondere hohes Verkehrsaufkommen in den Zentren führt dazu, dass die Busse die Anschlüsse Bus-Bahn nicht immer gewährleisten können.

<sup>11</sup> Zugerland Verkehrsbetriebe ZVB: Zuverlässigkeit ZVB - Jahresbericht 2019, 17.06.2020

Linie	ganzes Netz (MO-SO)		Zug (MO-FR)		Baar (MO-FR)		Cham (MO-FR)		Rotkreuz (MO-FR)		Talacher (MO-FR)		Chamerried (MO-FR)	
	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit	Anschlüsse	Pünktlichkeit
1	77%	93%	72%	97%	-	-	-	-	-	-	90%	98%	-	-
2	81%	93%	76%	95%	-	-	-	-	-	-	93%	97%	-	-
3	91%	93%	94%	97%	84%	97%	-	-	-	-	-	-	-	-
4	82%	95%	85%	94%	76%	97%	-	-	-	-	-	-	-	-
5	72%	87%	65%	96%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	85%	93%	74%	98%	-	-	91%	94%	-	-	-	-	88%	94%
7	91%	92%	86%	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	98%	84%
9	76%	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	96%	95%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	84%	96%	83%	98%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	80%	90%	78%	98%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	83%	95%	84%	98%	71%	99%	-	-	-	-	-	-	-	-
16	90%	92%	-	93%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	80%	92%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	81%	96%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	33%	87%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	86%	90%	-	-	84%	96%	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	93%	-	-	-	98%	-	-	-	-	-	-	-	-
34	88%	86%	-	-	82%	93%	-	-	-	-	95%	88%	-	-
36	87%	94%	-	-	85%	97%	-	-	-	-	-	-	-	-
41	83%	96%	-	-	-	-	82%	98%	-	-	-	-	-	-
42	77%	94%	-	-	-	-	77%	96%	-	-	-	-	-	-
43	84%	92%	-	-	-	-	85%	92%	-	-	-	-	-	-
48	80%	91%	-	-	-	-	77%	92%	88%	96%	-	-	-	-
51	85%	94%	-	-	-	-	-	-	84%	95%	-	-	-	-
53	88%	91%	-	-	-	-	-	-	86%	94%	-	-	-	-
101	87%	84%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	86%	85%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	85%	90%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
107	79%	84%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
109	85%	89%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
347	76%	86%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
348	79%	89%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abbildung 12: Übersicht Erfüllung Zielwerte pro Linie und Hub 2019, Quelle: ZVB<sup>12</sup>

Anhand der Rückstausituation (Kapitel 3.1.1/3.1.2) wurden bereits Massnahmen für die Priorisierung der Busse vorgenommen. An den vom MIV überlasteten Orten wurden Busspuren erstellt (Abbildung 11). Die meisten Busspuren werden nur in eine Fahrtrichtung befahren. Ausnahmen bilden das Bustrassee Unterführung Sumpf (Buslinie 7) und die Busspur Chamerstrasse zwischen den Haltestellen Brüggli und Lorzen. (Buslinien 6,7 und 16), welche bedarfsabhängig in die eine oder anderer Richtung befahren werden können.

Auf der Artherstrasse befindet sich eine elektronische Busspur. Diese schaltet sich zu den HVZ und erhöhtem Verkehrsaufkommen ein. Die Busse der Linie 3 und 5 in Fahrtrichtung Zug können den MIV auf einer Strecke von ca. 300 m überholen.

An den Lichtsignalanlagen werden Busse grundsätzlich mittels Anmeldung bevorzugt. Am Bahnhof Cham und Baar sind Lichtsignalanlagen eingerichtet, die für die Bevorzugung der Busse vom Bahnhof herkommend eingeschaltet werden. Die Sicht wie auch der Platzbedarf (Schleppkurven) ist für die Busse an beiden genannten Bahnhöfen durch die örtlichen Gegebenheiten eingeschränkt.

Eine weitere Eigenheit ist das Hinweissignal «Achtung Bus» für den MIV auf der Ägerstrasse/Moosrank. Das Signal schaltet für die Busse Linie 1 und 34 auf der Allenwindenstrasse ein. Ebenso ist dieses Signal bei der Kreuzegg, beim Gutsch, bei der Tobelbrücke und im Eichengrundweg anzutreffen. Diese Signale helfen den Bussen beim Einbiegen in den Verkehr.

<sup>12</sup> Zugerland Verkehrsbetriebe ZVB: Zuverlässigkeit ZVB - Jahresbericht 2019, 17.06.2020

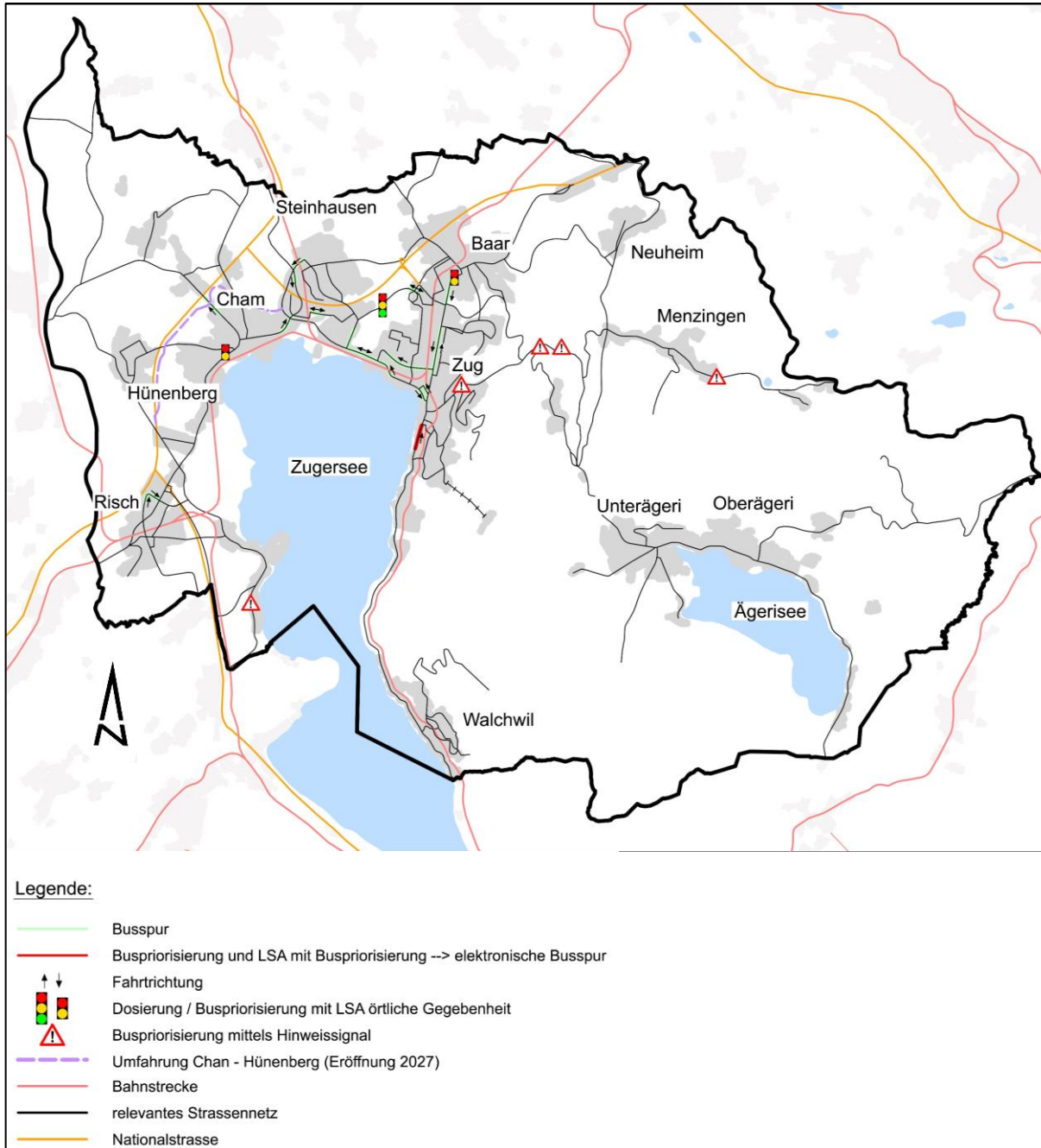


Abbildung 11: Busspuren und Buspriorisierungen, Quelle: Basiskarte ARV

Die ÖV-Erschliessung ist im Kanton Zug flächendeckend gewährleistet. Während den Spitzenstunden ist das ÖV-Angebot erhöht. Die Abfahrts- und Ankunftszeiten der Busse sind auf die Fahrpläne der SBB ausgerichtet. Die Busse sind mit Busspuren, Priorisierungen an den LSA und mittels dynamischer Signale bevorzugt.

#### 4. Bekannte Verkehrsmanagement in der Schweiz

Einige Schweizer Städte haben bereits ein Verkehrsmanagement (VM) in Betrieb oder diese sind in der Umsetzung. In Bezug auf das Verkehrsmanagement können folgende drei Ebenen unterschieden werden (Abbildung 12). Das lokale VM, welches spezifische Knoten und lokale Situationen betrachtet. Dabei geht es um lokale Bevorzugungen beziehungsweise Bewirtschaftungen. Das linienbezogene VM legt den Fokus auf Achsen, wie Zu- und Wegfahrten aus Städten und ÖV-Eigenterrassierungen. Das übergeordnete VM legt Wert auf eine Gesamtbetrachtung eines Gebiets. Mit dem übergeordneten VM wird nur so viel Verkehr in ein Gebiet einfahren gelassen, wie dieses auch verarbeiten kann. Das Gebiet selbst kann aufgrund von unterschiedlichen Einflüssen mal mehr mal weniger Kapazität für einfahrenden Verkehr aufweisen. Dies zum Beispiel aufgrund von ÖV-Bevorzugungen, Komfortsteigerung Fussgänger usw.

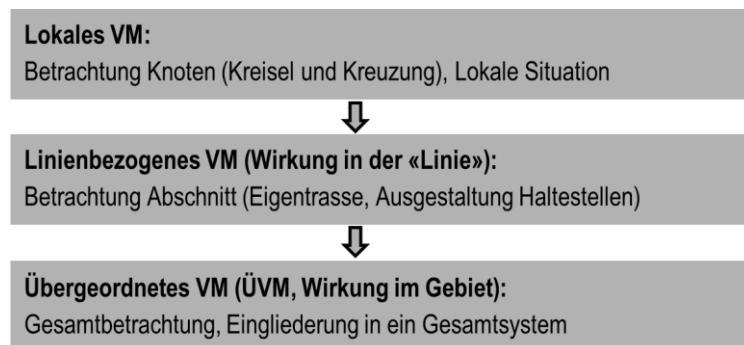


Abbildung 12: Übersicht der VM-Stufen

Damit die Abbildung 12 mit Beispielen veranschaulicht werden kann, zeigt die nachfolgende Abbildung einige Beispiele. In der Schweiz gibt es diverse Beispiele von Verkehrsmanagement die den einzelnen Ebenen zugeordnet werden können. Einzelne VM-Beispiele in Abbildung 13 sind im Anhang A genauer beschrieben.

<b>VM-CH</b> VM auf Nationalstrassen und den «Anschlüssen» mittels VMP	<b>RVR Kt. Zürich</b> Bewirtschaftung MIV bei Hotspots im Kt. ZH	<b>Stadt Winterthur</b> Steuerungs- und Dosierkonzept für MIV und ÖV auf Hauptkorridoren
<b>VM Region Bern</b> Lenkung und Dosierung MIV, Priorisierung ÖV, Verkehrssicherheit	<b>VM Thun</b> Priorisierung MIV/ÖV rechtes Seeufer Thunersee	<b>RVR Kt. Aargau</b> Bewirtschaftung MIV bei Hotspots im Kt. AG
<b>VM Baden-Wettingen</b> Bewirtschaftung MIV. Erstes Teilgebiet RVR Kt. AG	<b>VM Brugg</b> Steuerungs- und Dosierkonzept Buspriorisierung (Busschleuse)	<b>Unterkulm AG</b> Prüfung Knotenlayout, Priorisierung ÖV
<b>GVK Agglozentrum Luzern</b> besser Verkehrsfluss Hauptachsen und stärkere Bevorzugung ÖV	<b>VM Solothurn / VM Olten</b> Steuerungs- und Dosierkonzept	<b>Pfäffikon SZ</b> Pfortneranlage auf Churerstrasse

Abbildung 13: Übersicht von verschiedenen VM in der Schweiz

#### 4.1. Verkehrsmanagement und VM-Massnahmen

Was ist ein «Verkehrsmanagement»?

Verkehrsmanagement steht für eine aktive Bewirtschaftung des Verkehrsaufkommens in einem Verkehrssystem bzw. einem Strassennetz mit beschränktem Leistungsangebot. Diese Bewirtschaftung geschieht durch eine gezielte Steuerung und Beeinflussung der Verkehrsströme in einem bestimmten Perimeter.

Das steigende Mobilitätsbedürfnis und damit ein gesteigertes Verkehrsaufkommen sind im Kanton Zug vorhanden. Ein aktives Management des Verkehrs ist somit nicht nur sinnvoll, sondern sogar notwendig. Durch eine aktive dynamische Steuerung der Verkehrsströme kann ein Verkehrssystem mit beschränktem Leistungsangebot kontrollierter an der Kapazitätsgrenze betrieben und so möglichst optimal bewirtschaftet werden. Die Sicherung einer angemessenen Verkehrsqualität verhindert den Kollaps des Verkehrs im Zentrum oder an neuralgischen Knotenpunkten. Wenn der Verkehr im bewirtschafteten Raum stetiger fliesst, ist die Zuverlässigkeit der Busse höher, das Unfallrisiko kleiner und die Verkehrssicherheit der schwächsten Verkehrsteilnehmenden sowie die Koexistenz der verschiedenen Mobilitätsformen besser. Es ermöglicht somit Verbesserungen für Verkehrsteilnehmende per Auto, zu Fuss, per Velo oder mit dem öffentlichen Verkehr.

Für ein Verkehrsmanagement existieren grundsätzlich vier Wirkungsmöglichkeiten:

**Steuern:** *Einflussnahme an Knoten und Objekten (vergleichbar mit lokalem VM)*

Dazu werden in erster Linie die Lichtsignalanlagen eingesetzt. Sie erlauben eine gezielte Steuerung der Verkehrsflüsse an einem Knoten. Steuern ist das direkteste Wirkprinzip, das dem Verkehrsmanagement zur Verfügung steht.

**Leiten:** *Einflussnahme entlang einer Strecke (vergleichbar mit linienbezogenem VM)*

Auch das Wirkungsprinzip Leiten basiert auf der Verkehrsbeeinflussung mittels Lichtsignale. Im Gegensatz zum Steuern werden für das Leiten jedoch mehrere Knoten miteinander koordiniert, um einen möglichst optimalen Verkehrsfluss auf einer Strecke zu erreichen. So lassen sich die Fahrzeuge mit einer sogenannten Koordination (umgangssprachlich auch «grünen Welle») möglichst ohne Halt über eine Strecke leiten oder aber ein Fahrzeugstrom wird an einem Knoten aufgehalten, weil der nachfolgende Knoten nicht bereit ist, noch mehr Fahrzeuge zu verarbeiten.

**Lenken:** *Beeinflussung der Routenwahl im Netz (Element eines übergeordneten VM)*

Mit dem Lenken soll ein betrachtetes Netz möglichst gleichmässig ausgelastet werden. Dies geschieht über Umleitungen oder Umleitungsempfehlungen. Auf der Strasse sind das typischerweise Wechselwegweiser oder Verkehrsinformationsdisplays, die den Fahrzeuglenkenden informieren. Im Gegensatz zu den Prinzipien Steuern und Leiten, wo sich der Verkehrsteilnehmer per Gesetz an die Anzeigen der Lichtsignale halten muss, ist die Befolgung der Wegweisung fakultativ und muss nicht zwingend befolgt werden. Die Einflussnahme des Strassenbetreibers ist beim Lenken folglich nicht mehr so gross wie beim Steuern und Leiten und im Wesentlichen von der Akzeptanz der angezeigten Wegweisungen und Empfehlungen abhängig.

**Informieren:** Information über den Verkehrszustand vor und während der Fahrt

Die Verkehrsinformation setzt die Verkehrsteilnehmenden frühzeitig über bestehende Engpässe, Hindernisse oder Staus ins Bild. Sie können folglich Reisezeit, Route, Tagesziel oder Verkehrsmittel so wählen, dass sie ihr Ziel zuverlässig erreichen. Die Verbreitung der Informationen erfolgt über verschiedene Kanäle:

- Radio (inkl. Radio Data System RDS und Traffic Message Channel TMC)
- Internet (Webseiten und Apps)
- Verkehrsinformationsdisplays auf der Strasse.

Das Verkehrsmanagement ist ein Regelkreis. Zuerst muss der aktuelle Verkehrszustand erfasst werden. Dieser wird dann ausgewertet und interpretiert, um anschliessend eine entsprechende Verkehrsbeeinflussung vorzunehmen. Für ein Verkehrsmanagement sind viele Messwerte erforderlich die dann diverse Stellbefehle beeinflussen.

Viele bauliche und systemtechnische Verkehrsmanagementmassnahmen bilden den notwendigen Werkzeugkoffer für die Konzeption eines massgeschneiderten Verkehrsmanagementsystems. Aufgrund der Analyse der bekannten VM wurden die wesentlichen Massnahmen (Bausteine) für ein VM herausgenommen. Aus diesen Massnahmen beziehungsweise einer Auswahl davon werden im nächsten Schritt die Varianten für den Kanton Zug ausgearbeitet (Kapitel 5).

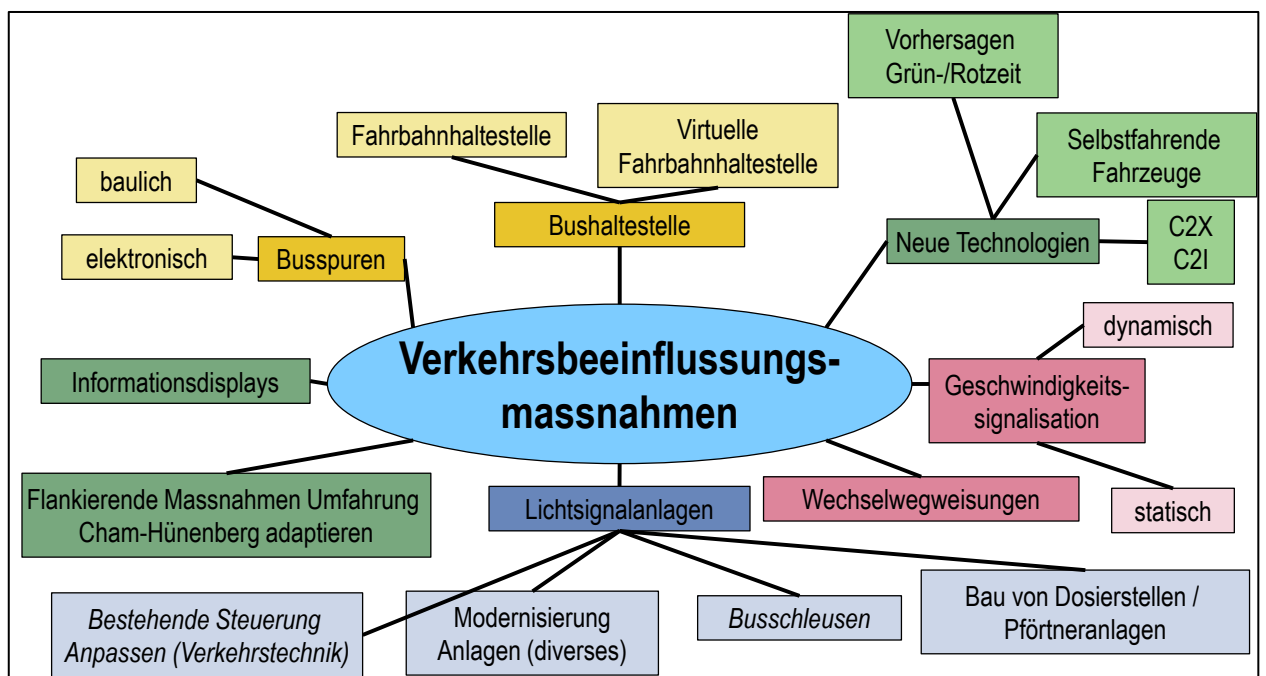


Abbildung 14: Zusammenstellung von VM-Massnahmen aus Analysen von Schweizer VM

## 5. Stossrichtungen und Variantenfelder

Für die Evaluation von möglichen Lösungsansätzen für den Kanton Zug werden als Erstes mögliche Stossrichtungen entwickelt. Die Stossrichtungen formulieren im Grundsatz ein Szenario, mit welchem eine künftige grundsätzliche Haltung zu einem Verkehrsmanagement fokussiert werden soll. Es können drei Stossrichtungen unterschieden werden:

### 1. Weiterentwicklung heutiger Systeme

Diese Stossrichtung beschreibt im Grundsatz, dass der heutige Weg weiterbeschritten wird. Das heisst, dass die heute bestehenden Lichtsignalanlagen im Rahmen der bestehenden Erhaltungsplanung erneuert werden. Bei der Erneuerung wird darauf geachtet, dass die technischen Entwicklungen bei den Lichtsignalanlagen (Modernisierung Steuerverfahren v.a. in Bezug Vorhersagen von Rot- und Grünzeiten, künstliche Intelligenz bei der Detektion, moderne Priorisierungen von Verkehrsmittel) berücksichtigt werden. Ebenso wird der Bereichsrechner LSA modernisiert und es bestehen moderne Schnittstellen und Möglichkeiten. Der Bereichsrechner wird aber gleich wie heute betrieben (und keine zusätzlichen Aufgaben übernehmen).

### 2. Mit bekannter Technik in die Zukunft

Mit dieser Stossrichtung werden mit den in Kapitel 4 aufgezeigten Massnahmen Verkehrsmanagementansätze beschrieben, die mit heute bekannten Entwicklungen, Techniken und Komponenten ein Verkehrsmanagementsystem in unterschiedlichen Ausprägungen regeln können. Nicht gemeint sind künftige Technologien, die aktuell ungewiss sind, nicht getestet wurden oder sich noch in Entwicklungsstadien befinden.

### 3. Mit neuen Technologien digitalisiert in die Zukunft

Die dritte Stossrichtung beschreibt die viel diskutierte Digitalisierung. Dabei geht es vor allem um die Themenfelder Car to Communication (C2X), Car to Infrastructure (C2I) und automatisiertes Fahren.

Die Stossrichtung gibt eine wegweisende Richtung für ein mögliches VM vor. Jede Stossrichtung beinhaltet eine oder mehrere Varianten mit unterschiedlichen Ausprägungen. Die Varianten werden mit unterschiedlichen Massnahmen aus Kapitel 4.1 bestückt.

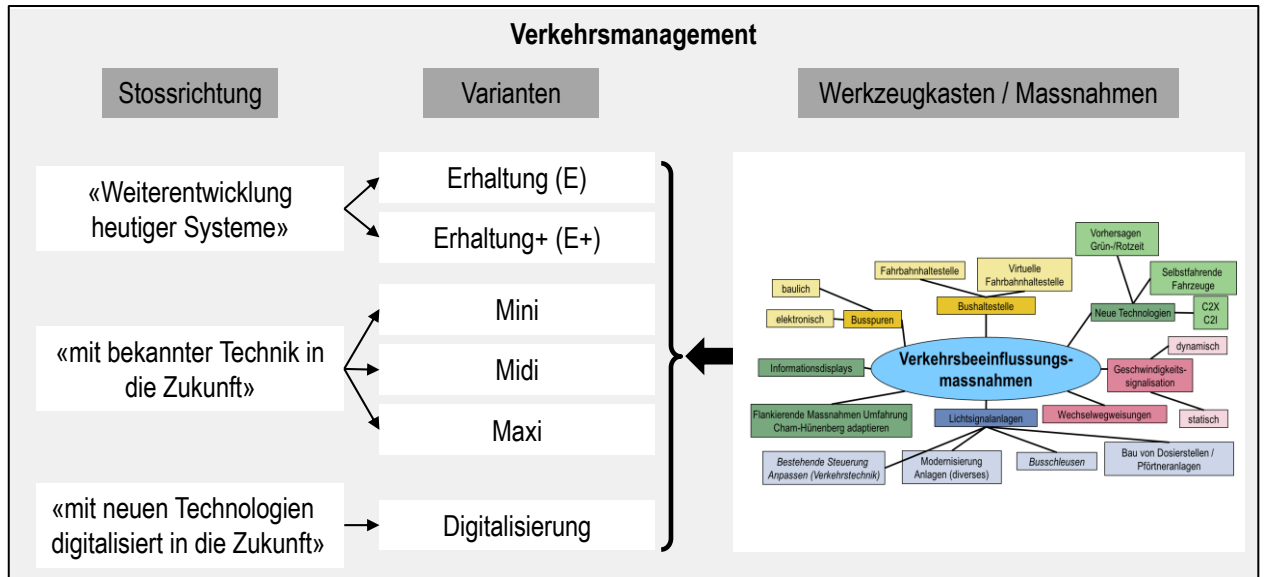


Abbildung 15: Übersicht Stossrichtungen, Variantenfelder und Werkzeugkasten inkl. Massnahmen

In den nachfolgenden Kapiteln werden die drei Stossrichtungen inkl. Varianten beschrieben, die auf den Kanton Zug zutreffen können. Zusätzlich wird die Wirkung der Massnahmen aus dem Werkzeugkasten aufgezeigt sowie eine grobe Kostenschätzung abgegeben.

## 5.1. Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme», Variante Erhaltung und Erhaltung+

Für die Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme» werden die zwei Variante Erhaltung und Erhaltung+ (E und E+) gebildet, welche keine beziehungsweise minimale Massnahmen vorsehen. Das Verkehrssystem und -regime bleibt so bestehen wie heute. Des Weiteren wird die UCH wie geplant umgesetzt. Mit flankierenden Massnahmen wird das Chamer Zentrum vom Durchgangsverkehr entlastet.

Projekte, welche in der Planung weit vorangeschritten sind, sollten realisiert werden. Projekte wie Kapazitätserhöhung auf der Chamer- und Nordstrasse, Bypass Forren und Bügel, usw. sind daher umzusetzen.

### 5.1.1. Variante Erhaltung (E)

Die Variante Erhaltung (Variante E) bildet den Ist-Zustand ab.

#### 5.1.1.1. Massnahmen

Die Variante E beinhaltet keine Massnahmen aus dem Werkzeugkasten. Es werden die bestehende Zentrale und die Lichtsignalanlagen (LSA) gemäss dem vorliegenden Konzept erhalten. So sind die bestehenden LSA nach Ablauf der Lebensdauer gemäss Unterhalts- und Erneuerungsplan zu erneuern am aktuellen Stand der Technik anzupassen. Der Bestand in Abbildung 16 ist im Anhang auf einzelnen Plänen ersichtlich.

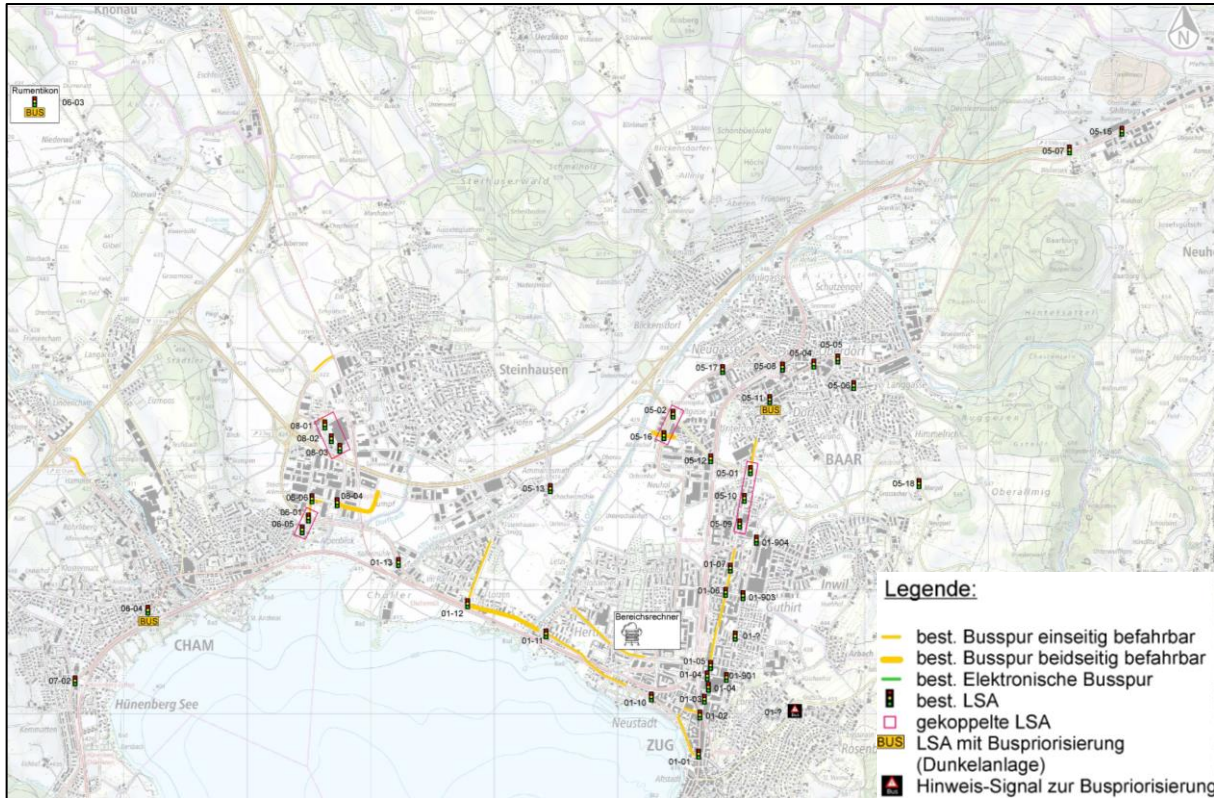


Abbildung 16: Heutige Massnahmen (Ist-Zustand; Variante E und Bestandteile der Variante E+), in den Gemeinden Cham, Steinhausen, Baar und Zug; Quelle: RK&P

### 5.1.1.2. Wirkung

Mit der Modernisierung der bestehenden LSA im Rahmen der «Lifecycle-Erneuerung» können die künftigen verkehrlichen Probleme nicht gelöst werden. Der Verkehrsfluss in den Zentren wird auf dem gleichen Niveau sein wie heute, oder sich gar noch weiter verschärfen bzw. verschlechtern.

Die Inbetriebnahme der UCH wird vor allem für die Gemeinden Cham und Hünenberg eine Änderung der Verkehrssituation bringen. Das Zentrum Cham soll mit der Inbetriebnahme der UCH weitestgehend vom Durchgangsverkehr befreit werden. Dieser wird neu über die UCH geleitet. So durchfährt nur noch ein Teil der heutigen Verkehrsmenge (Nachfrage) das Chamer Zentrum. Auf dem restlichen Kantonsgebiet sind kaum Änderungen der Verkehrslage spürbar.

Für den ÖV bringt die Variante E nur im Zentrum von Cham Vorteile. Die Reisezeiten und Sicherstellung der Anschlüsse können stabilisiert werden. Auf den anderen Buslinien, die nicht durch das Zentrum Cham führen, dürften keine Verbesserungen erzielt werden.

Im Zentrum Cham dürfte die Verkehrssicherheit des Velo- und Fussverkehrs steigen, aufgrund der geringeren MIV-Verkehrsdichte.

Zusammengefasst bringen die Massnahmen der Variante E – mit der Modernisierung der LSA und des Bereichsrechners LSA anhand der Erhaltungsplanung – keine verkehrlich nachhaltige Lösung.

### 5.1.1.3. Kostenschätzung

Die Investitionskosten für die Modernisierung der LSA sind bereits in der Unterhaltsplanung bzw. im Unterhaltsbudget eingerechnet und werden daher nicht separat ausgewiesen. Es ergeben sich keine zusätzlichen Kosten.

### 5.1.2. Variante Erhaltung+ (E+)

Die Variante E+ ergänzt den Ist-Zustand mit der Modernisierung bestehender Anlagen.

#### 5.1.2.1. Massnahmen

In Variante E+ soll die Modernisierung mittels innovativer Ansätze forciert werden. Dazu sind die bestehenden Lichtsignalanlagen (LSA) noch vor dem Ablauf der Lebensdauer gemäss Unterhalts- und Erneuerungsplan zu erneuern und am Stand der aktuellen Technik anzupassen. Die Aufrüstung der LSA soll mittels Funktechnologie für die Anmeldung der Busse erfolgen. Weiter sind moderne Regelungssoftware vorzusehen, die eine flexible Schaltung der Verkehrsströme ermöglichen. Dies ist heute aber bereits vorhanden. Die Frage stellt sich mehr, von wie weit vor dem Knoten der Verkehr detektiert wird. Je früher die Regelungssoftware weiss wie viele Fahrzeuge je Zufahrt auf den Knoten zufahren umso flexibler kann sie schalten. Ebenfalls ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) vor allem bei den Detektionsmitteln der Verkehrsmittel im Knotenbereich denkbar. Die bestehenden LSA sind somit mittels hochauflösenden Videokameras, welche mit KI ausgestattet sind, auszurüsten. Die KI kann die Dauer der Rot- und Grünphasen anhand verschiedener Faktoren wie Geschwindigkeit, Fahrzeugklasse und Fahrzeugmenge individuell anpassen. Die Anpassung der Übergangszeiten (Ende Rot bis Beginn Grün eines feindlichen Verkehrsstromes) aufgrund der KI-Informationen aus der Detektion ist noch in der Entwicklung.



Abbildung 17: Modernisierte LSA mit Kamera am Löwenplatz LU, Quelle: RK&P



Abbildung 18: Vorhersage mittels künstlicher Intelligenz, Quelle: emitec-industrial.ch

#### **5.1.2.2. Anwendungsbeispiele**

Der Kanton Basel-Landschaft verfolgt die oben genannte Strategie (nur diese). Andere Kantone wie Luzern (Stadt und Kanton), Solothurn usw. verfolgen diesen Baustein ebenfalls, setzen aber darauf aufbauend auf zusätzliche Stossrichtungen.

#### **5.1.2.3. Wirkung**

Mit der Modernisierung der LSA kann mit dem Einsatz von KI der Verkehrsfluss lokal wahrscheinlich leicht verbessert werden. Wie bereits erwähnt hat die UCH eine entlastende Wirkung für das Zentrum Cham. Auf dem restlichen Kantonsgebiet wird es für die Verkehrsteilnehmenden kaum eine spürbare Veränderung zeigen. Dementsprechend dürfte die verkehrliche Wirkung ähnlich wie im Ist-Zustand / in der Variante E sein.

#### **5.1.2.4. Kostenschätzung**

Die Investition für die Modernisierung von 30-40 Lichtsignalanlagen wird auf ca. CHF 1.64 Mio. zuzüglich CHF 0.082 Mio. für jährlichen Betrieb und Unterhalt geschätzt. Für die Betriebs- und Unterhaltskosten ist jedoch von keinem zusätzlichen Betrag auszugehen, da die Aufwendungen in etwa im gleichen Rahmen anfallen wie heute. Die anfallenden Arbeiten können ohne zusätzliches Personal bewältigt werden.

#### **5.1.3. Fazit Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme»**

Die Varianten aus der Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme», E und E+, bilden den Ist-Zustand (E) und eine Modernisierung (E+) ab. Bereits vorhandene Ausbauprojekte für die Strasseninfrastruktur sollen dort ausgebaut werden, wo es sinnvoll ist. Im selben Zeitraum wachsen die Siedlungsflächen resp. die Bevölkerung und die Arbeitsplätze. Die Variante E wird für die künftigen Belastungen zu den Spitzenstunden - insbesondere zur Abendspitzenstunde - kaum genügend leistungsfähig sein (Grenzbereich oder Überlastung). Für den MIV und ÖV wird sich kaum eine Veränderung ergeben, die Situation dürfte sich künftig gar noch verschärfen. Auch für den VV und FV ist die Veränderung lediglich minimal. Die Variante E+ kann künftig einen Mehrwert bringen, weil die Lichtsignalanlagen (LSA) auf dem neusten Stand sind. Die Investitionskosten für die Variante E sind im Erneuerungsplan der LSA einkalkuliert. In der Variante E+ fallen zusätzliche Kosten zur Modernisierung der Anlagen an. Die Kosten für den Betrieb und Unterhalt sind bereits eingerechnet und fallen bei beiden Varianten in etwa gleichwertig an.

Die Variante E + wird in die Bewertung miteinbezogen. Die Variante E wird nicht bewertet.
---

## 5.2. Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft», Varianten MINI, MIDI und MAXI

Diese Stossrichtung beinhaltet drei Varianten (MINI, MIDI und MAXI) mit unterschiedlichen Ausprägungen und Massnahmen. Die drei Varianten und die darin enthaltenden Massnahmen sind aufwärtskompatibel.

Table 2: Definition Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft»

	Massnahmen	Nutzen
<b>Variante MINI</b>	Zahlreiche kleine lokale Massnahmen, örtlich dispers verteilt	Wirkung lokal, «Gesamtsystem nicht im Griff»
<b>Variante MIDI</b>	Einzelne zusammenhängende Räume, flächendeckende Massnahmen	Unterstützen die Wirkung der Variante MINI, «Gesamtsystem im Griff»
<b>Variante MAXI</b>	Grossflächige Raumbetrachtung, flächendeckende Massnahmen	Unterstützen die Wirkung der Variante MINI, «Gesamtsystem im Griff»

### 5.2.1. Variante MINI

Ziel der Variante MINI soll sein, dass mit kleinem Aufwand eine grosse Wirkung erzielt werden kann. Die Variante MINI geht davon aus, dass die verkehrlichen Probleme in etwa auf dem Niveau verharren, wie diese heute bestehen. Mit lokalen Massnahmen soll eine Verbesserung der Verkehrssituation möglichst für alle Verkehrsteilnehmenden erreicht werden. Insbesondere sind diese lokalen Verbesserungen mit den vorhandenen, heute bestehenden Lichtsignalanlagen und Massnahmen in der Haltestellenanordnung der Busse zu erreichen. Die Lichtsignalanlagen können lokal in den Spitzenstunden so verkehrstechnisch optimiert werden, dass der neuralgische Zentrumsbereich weniger vom Verkehr belastet wird. Dieser wird dafür an «geeigneteren» Stellen aufgehalten. Auch können auf der «Lokalebene» Lichtsignalanlagen so miteinander gekoppelt werden, dass der Verkehr auf einer Zufahrtsachse kaskadenartig bewirtschaftet werden kann. Ein haushälterischer Umgang mit der bestehenden Infrastruktur und den Ressourcen ist eine Voraussetzung für die Variante MINI. Deshalb sind weitere Strassenausbauprojekte nur dort auszuführen, wo eine Verbesserung der Verkehrslage erwartet wird. Aus der Zusammenfassung der Massnahmen in Abbildung 14 sind folgende Massnahmen für die Variante MINI vorgesehen:

- Fahrbahnhaltestellen
- Modernisierung LSA
- VT Optimierung LSA

#### 5.2.1.1. Massnahmen

##### Fahrbahnhaltestellen

Fahrbahnhaltestellen sind ein Mittel, damit die Busse ihre Position in der Kolonne halten können. Der Bus bleibt Pulkführer. Ein Einfädeln in den Verkehr nach der Bedienung der Fahrgäste in einer Haltebucht fällt damit weg. Die Reisezeit der Busse kann mit Fahrbahnhaltestellen stabilisiert oder

gar verkürzt werden. Während des Fahrgastwechsels (ca. 20 s) ist anhand der 2 s-Regelung anzunehmen, dass der Bus in der Haltebucht zu Hauptverkehrszeiten von bis zu 10 Fahrzeugen überholt wird. Die Fahrzeuge vor dem Bus summieren sich von Haltebucht zu Haltebucht auf, was heute im Endeffekt eine längere Reisezeit (bzw. eine Kumulation der Verlustzeit) für den Bus mit sich bringt.

Die Fahrbahnhaltestellen können als klassische oder virtuelle Fahrbahnhaltestellen ausgebildet werden (siehe untenstehende Abbildungen). Die klassische Fahrbahnhaltestelle befindet sich auf dem Fahrstreifen selbst und ist für den MIV und teilw. auch für den VV nicht überholbar und ist im Idealfall bereits gemäss Vorgaben BehiG umgebaut. Eine klassische Fahrbahnhaltestelle wird permanent eingerichtet.

Unter einer virtuellen Fahrbahnhaltestelle wird eine Haltebucht (Bus fährt für den Fahrgastwechsel in seine Bucht neben / ausserhalb der Fahrbahn) mit einer LSA hinter der Haltebucht ausgerüstet (siehe Abbildungen unten). Die LSA kann permanent oder nur bei erhöhtem Verkehrsaufkommen individuell eingeschaltet werden. Ein Umbau der Haltebucht in eine Fahrbahnhaltestelle ist daher nicht notwendig.



Abbildung 19: Bauliche Fahrbahnhaltestelle Haltestelle Buonas Neuhofstrasse; Quelle: Eigenaufnahme



Abbildung 20: Symbolbilder virtuelle Fahrbahnhaltestelle Haltestelle Meggen Lerchenbühl mit/ohne Bus; Quelle: B+S Ingenieure (links) Google Street View (rechts)

### Modernisierung LSA

Die Modernisierung der LSA beinhaltet die Aufrüstung der Anlage mittels Funktechnologie für Busse und die Detektion mit künstlicher Intelligenz. Mittels modernster Videokameras und Auswertungsprogrammen können vor Ort Fahrzeuge und Fussgänger detektiert werden. Es werden die Fahrzeuggrösse, Fahrzeugmenge und gefahrene Geschwindigkeit registriert. Es können auch ganze Fahrwege von Verkehrsmitteln (u.a. Lastwagen, Personenwagen aber auch Velofahrer, Fussgänger usw.) über einen Knotenpunkt aufgenommen und als Attribute an die Regelungseinheit weitergegeben werden. Anhand dieser Kennwerte ist es möglich die Rot- und Grünzeiten der LSA-Programme oder aber die Zwischen- und Übergangszeiten (Zeiten von Rot Ende eines Verkehrsstromes bis Grün Beginn eines feindlichen Verkehrsstromes) entsprechend dynamisch anzupassen. Letzteres ist aktuell noch in der Entwicklung. Diese Massnahme ist identisch mit derjenigen von der Variante E+.

### VT Optimierung LSA

Unter einer verkehrstechnischen (VT) Optimierung der LSA wird verstanden, dass bestehende LSA als Dosierungs- oder Bewirtschaftungsanlagen funktionieren. Ziel ist es damit die Kapazität (Verkehrsmenge) in den Zentren zu regulieren. Die Optimierung kann sich einerseits nur auf eine oder aber mehrere miteinander gekoppelte Lichtsignalanlagen beziehen. Die Optimierungen bestehen weitestgehend darin, dass die Grünzeiten entweder fix über eine gewisse Zeit wie zum Beispiel die Abendspitzenstunde angepasst und angesteuert werden; oder indem die Grünzeiten dynamisch zugeteilt werden, entsprechend der Verkehrsmenge / der Fahrzeugpulks. Auch können auf der «Lokalebene» Lichtsignalanlagen so miteinander gekoppelt werden, dass der Verkehr auf einer Zufahrtsachse kaskadenartig bewirtschaftet werden kann. Die Grünzeiten sind dann in Übereinstimmung mit dem zur Verfügung stehenden Bewirtschaftungsraum entsprechend einzukürzen. Für die Massnahme VT Optimierung LSA sind in einem nächsten Schritt weitere vertiefte Abklärungen aufzugleisen. Es ist zudem vorgesehen, dass auch LSA in Autobahnnähe von der VT-Optimierung betroffen sind. Dies kann zu Rückstau auf den Autobahnausfahrten führen. Rückstau auf den Autobahnausfahrten birgt jedoch ein hohes Sicherheitsrisiko. Mit Detektionsmitteln und speziellen «Räumungsphasen» ist bei einer Nutzung der Ausfahrtsrampen als Stauraum sicherzustellen, dass nie Stau auf der Autobahn beziehungsweise auf die Stammlinie zurück entsteht. Kann dies nicht sichergestellt werden, sind weitere «passive» Lösungsansätze zu suchen. Projekte wie Pannestreifenumnutzung während der Spitzenstunden oder eine Verlängerung des Ausfahrtsstreifen sind Lösungsansätze (siehe Autobahnausfahrt Küssnacht am Rigi) die zudem helfen gefährlichen Situationen von Stau auf den Stammlinien zu begegnen. Dies müsste mit dem ASTRA weiter abgeklärt werden.

Für die oben beschriebenen Elemente wurde je Gemeinde geprüft, wie viele solcher Elemente Sinn machen. Diese bilden die Basis für ein «Ausmass» der Variante MINI (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 3: Mengengerüst Variante MINI

Gemeinde	Massnahmen			
	bauliche FB Hst.	virtuelle FB Hst.	Modernisierung LSA	VT Optimierung LSA
Cham	7	-	5	1
Baar	4	2	16	6
Hünenberg	6	-	1	1
Neuheim	-	-	-	-
Menzingen	3	-	-	-
Oberägeri	3	2	-	-
Risch	3	-	-	-
Steinhausen	1	-	4	-
Unterägeri	3	4	-	-
Walchwil	2	-	-	-
Zug	2	1	15	4
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>41</b>	<b>12</b>

Die Lage bzw. die Darstellung der Elemente in der Situation, ist in den Massnahmenblättern im Anhang ersichtlich.

#### **5.2.1.2. Anwendungsbeispiele**

Es sind keine Anwendungsbeispiele bekannt.

#### **5.2.1.3. Wirkung**

Mit lokalen Massnahmen ist es möglich den heutigen verkehrlichen Problemen entgegenzuwirken. Die Wirkung liegt lokal an den Knoten selbst und in der Linie (Linienbetrachtung) bzw. auch Achsen. Eine Anpassung der Bushaltestellen macht es möglich, dass die Busse ihren Platz in der Kolonne beibehalten. Das führt zu einer stabileren und teilweise auch zu einer Verkürzung der Reisezeit im ÖV. Hauptsächlich während der HVZ wird die Wirkung von (baulichen und virtuellen) Fahrbahnhaltestellen deutlich sichtbar sein. Die Fahrbahnhaltestellen unterbrechen den Verkehrsfluss für den MIV und VV.

Mit der Anpassung der LSA-Steuerungen wird der MIV an bestimmten Stellen gezielt aufgehalten. So ist es möglich die Kapazität in den Zentren minimal zu regulieren. Der Verkehrsfluss in den Zentren wird dadurch flüssiger. Das Gefühl vom Fahren und Weiterkommen in den Zentren wird dadurch eher vermittelt. Die gesamte Reisezeit für den MIV wird sich dadurch jedoch kaum verändern. Im Bereich von bestehenden LSA mit künftiger Dosierungsfunktion ist es zwingend notwendig den Veloverkehr zu bevorzugen. Für den Fuss- und Veloverkehr sind kaum Änderungen zu erwarten.

Der Bau der UCH ergibt für alle Verkehrsteilnehmenden einen Mehrwert. Der Durchgangsverkehr wird auf die Umfahrung geleitet und das Zentrum Cham nur noch vom Quell- und Zielverkehr befahren. Das MIV-arme Zentrum Cham wird für den Fuss- und Veloverkehr attraktiver. Durch weniger Verkehr steigen die Verkehrssicherheit und die Verkehrsqualität an den Knoten im Chamer Zentrum.

#### **5.2.1.4. Kostenschätzung**

Aus dem Mengengerüst geht hervor, dass für Variante MINI 34 bauliche Fahrbahnhaltestellen und neun virtuelle Fahrbahnhaltestellen vorgesehen sind. Für 12 LSA ist eine Anpassung der Rot- und Grünzeit des Steuerungsprogramm erforderlich.

Für die Investitionskosten wird ein Betrag von CHF 6.52 Mio. geschätzt. Für den jährlichen Betrieb sind CHF 0.326 Mio. einzurechnen. Die Arbeiten an den Anlagen können mit dem vorhandenen Personal abgedeckt werden.

### 5.2.2. Variante MIDI

In der Variante MIDI wird das Kantonsgebiet in verschiedene Bewirtschaftungsräume unterteilt. Jeder Raum wird separat für sich selbst bewirtschaftet. Alle definierten Räume sind mittels Kommunikationssystem und über einen Bereichsrechner LSA miteinander verbunden. Die «Zwischengebiete» zwischen den Bewirtschaftungsräumen dienen als Stauräume. Mit der Bewirtschaftung von Räumen wird erreicht, dass der Verkehr an den Raumgrenzen aufgehalten und dosiert in den Raum gelassen wird. Dadurch kann die Kapazität in den Räumen begrenzt und gesteuert werden.

Aus der Abbildung 14 sind folgende Massnahmen als sinnvoll erachtet worden:

- Dosieranlagen
- (bauliche und) elektronische Busspur

Massnahmen aus der Variante MINI:

- *Fahrbahnhaltestellen*
- *Modernisierung LSA*
- *VT Optimierung LSA*

#### 5.2.2.1. Massnahmen

Die Variante MIDI geht davon aus, dass die verkehrlichen Probleme aufgrund der Prognosen des vorliegenden Gesamtverkehrskonzeptes des Kantons Zug trotz Ausbauten bestehen bleiben oder sich gar noch weiter verschärfen, insbesondere da das Verkehrsaufkommen weiter zunehmen wird. Deshalb ist der Ersatz des Bereichsrechners LSA eine Grundvoraussetzung für die Variante MIDI. Mit dem Bereichsrechner LSA ist es möglich künftig alle LSA-Steuerung sowie Detektoren in den Zentren zwecks Erfassung des Verkehrs an den Bereichsrechner anzuschliessen und spezifische Verkehrsmanagementpläne auszusteuern, die den Verkehr gezielt an den Raumgrenzen aufhalten.

Pförtneranlagen und der Bau bzw. das Vorsehen von Stauräumen dienen der Rückhaltung des Verkehrs auf den Einfallsachsen. Die Autokolonnen stehen so nicht im Zentrum oder in dicht besiedeltem Gebiet, sondern kontrollierbar in weniger sensiblen Bereichen. Damit der Bus nicht auch verzögert ins Zentrum vorgelassen wird, steht ihm eine sogenannte elektronische Busspur zur Verfügung. Auf die Erstellung von separaten Busspuren baulicher Natur (zusätzliche Fahrspur) wird wo möglich verzichtet. Die elektronischen Busspuren halten den Verkehr in beide Richtungen auf, sodass der Bus auf der freien Gegenfahrbahn an der Fahrzeugkolonne vorbeifahren kann. Solche elektronischen Busspuren werden vor allem auch dort realisiert, wo man den Bus zu Spitzenzeiten als erstes Fahrzeug vor einem Pulk in ein Zentrum einfahren lassen will und der Bau eines separaten Trassees nicht möglich ist. Damit der Bus möglichst lange Pulkführer bleibt, wird der nachfolgende Verkehr auch aufgehalten, wenn der Bus in eine Busbucht einfährt (sogenannte Busschleusen). Für die Verkehrslenkung gilt es die meistgenutzten Fahrbeziehungen in und um ein Zentrum entweder zu bewirtschaften oder für diese Stammrouten auch Alternativrouten anzubieten, um so das Verkehrsaufkommen auf zwei oder sogar mehr Achsen zu verteilen. Auf eine verkehrslenkende Empfehlung wurde im vorliegenden Konzept verzichtet, da hierfür im Kanton Zug zu wenig Wirkung erzielt werden kann (und auch zu wenige Alternativrouten bestehen).

Die Massnahmen aus der Variante MINI sind in der Variante MIDI integriert, soweit sie Sinn machen. Aus Erfahrung in diversen VM-Projekten kann die Erkenntnis gewonnen werden, dass der bewirtschaftete Betrieb bzw. der Verkehrsfluss mit einem (räumlichen) VM insgesamt flüssiger funktioniert, als wenn der Stau von innen heraus entsteht und sich unkontrolliert ausweitet.

Die erforderlichen Massnahmen für die Variante MIDI sind in den Massnahmenblättern im Anhang ersichtlich.

### **Dosieranlagen**

Für die Bewirtschaftung von Räumen sind Dosieranlagen / Pförtneranlagen auf den Einfahrtsachsen jedes Raums zu erstellen. Eine Dosieranlage hält den Verkehr ausserhalb des Raums auf und lässt dosiert, geregelt mittels spezifischen Dosier-Steuerungen, nur die verträglich MIV-Verkehrsmenge in die Zentren einfahren. Die Dosierung soll hauptsächlich in Fahrtrichtung Zentrum sein. Zusätzlich sind Schleifen in den Zentren wichtig für die Überwachung der Verkehrsmenge. Für den Bau einer Dosieranlage sind (falls nicht auf eine bestehende Lichtsignalanlage zurückgegriffen werden kann) ein Maststandort mit einer Zweikammerampel, einer dynamischen Information sowie Detektionsschleifen am Zentrumseingang notwendig.

Der Veloverkehr soll von der Dosierung ausgeschlossen sein. Mittels separater Velo-Ampeln kann dies erreicht werden. Ein Bau einer zusätzlichen Velospur ist bei hoher VV-Nachfrage einzuplanen (sofern der Platz vorhanden ist).

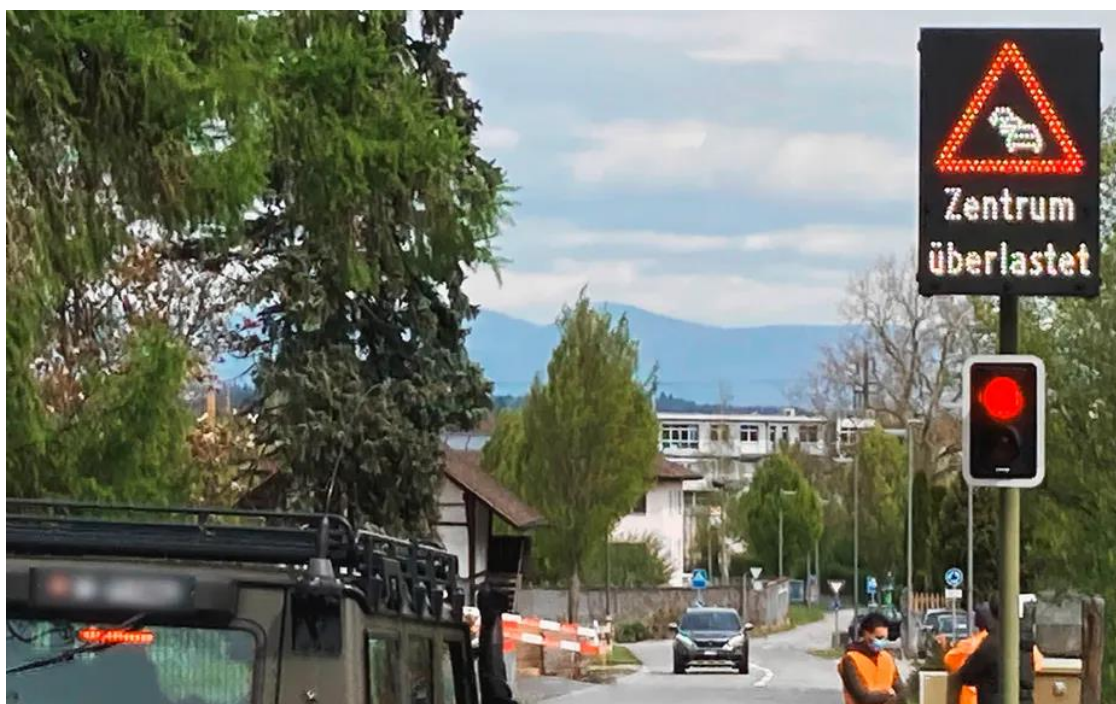


Abbildung 21: Symbolbild Dosieranlage am Ortseingang; Quelle: BVD Bern; TBAupdate, März 2022

## Busspur

Buslinien sind bei eingeschalteter Dosierung zu priorisieren. Die Busse können je nach örtlicher Gegebenheit mittels baulicher oder elektronischer Busspur (wie an der Artherstrasse) bevorzugt werden. In Gebieten mit einer geringen Busfrequenz sind elektronische Busspuren zu bevorzugen. Diese sind immer mittels dynamischer Signalisierung und mit Lichtsignalanlagen abzusichern. Für den Bau von elektronischen Busspuren müssen zudem weitere Gegebenheiten geprüft werden (verfügbarer Stauraum, seitliche Einfahrten, Sichtverhältnisse etc.)<sup>13</sup>

Bauliche Busspuren sind oftmals mit Landerwerb verbunden, was den Planungsprozess verlängern kann. Es ist zu empfehlen, dass bauliche Busspuren bei erhöhter Busfrequenz eingesetzt werden, vorausgesetzt die örtliche Verträglichkeit ist gegeben. Eine Mehrfachnutzung der Busspur ist erstrebenswert, sei es eine Mitnutzung für Velos oder Nutzung durch Busse in beide Fahrrichtungen.



Abbildung 22: Elektronische Busspur im Ausserortsbereich (v 80 km/h) Rapperswil; Quelle: SVI Merkblatt 2013/01



Abbildung 23: Mittige Busspur Chamerstrasse, in beide Richtungen befahrbar; Quelle: SVI Merkblatt 2013/01

<sup>13</sup> SVI Merkblatt 2013/01: «Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren», 2013

Tabelle 4: Mengengerüst Variante MIDI

Räume	Massnahmen	
	Dosieranlagen	Elektronische Busspur inkl. Dosierung
Baar - Zug	1	5
Cham - Hünenberg		1
Steinhausen	2	1
Risch		5
Unterägeri - Oberägeri		3
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>15</b>

#### 5.2.2.2. Anwendungsbeispiele

Die Stadt und die Agglomeration Bern haben sich als Region Bern ein VM erarbeiten. Die Region teilt sich in sechs Gebiete auf. Weil die Autobahn regelmässig überlastet ist, hat der Verkehr auf den Kantons- und Gemeindestrassen zugenommen. Der Ausweichverkehr der Autobahn wird deshalb an bestimmten Orten mittel Dosieranlagen zurückgehalten.

In Winterthur wird mit einem Steuerungs- und Dosierkonzept (SDK) angewendet. Dabei wird, wie in Bern der zentrumseinfahrende Verkehr am Siedlungsrand dosiert. Die Bushaltestellen in Winterthur unterliegen einem Haltstellenkonzept, welches beinhaltet, dass zwei Haltstellen als Fahrbahnhaltestellen und eine Haltestelle als Haltebucht ausgebildet werden.

Die Region Baden verfolgt eine ähnliche Strategie wie dies im VM Region Bern ausgeführt wird. Mittels Dosieranlagen wird die Verkehrsmenge in den Zentren kontrolliert und gesteuert.

#### 5.2.2.3. Wirkung

Damit die Wirkung erreicht werden kann, ist der Einsatz eines übergeordneten Verkehrsrechners bei dieser Variante zwingend erforderlich. Im Kanton Zug ist dies mit dem Bereichsrechner LSA erfüllt. Jedoch muss der Bereichsrechner LSA, damit die Verkehrsmanagementpläne auch wirklich angesteuert werden können, das Modul «Verkehrsmanagement» implementiert haben. Dies ist beim aktuellen Ersatz (noch) nicht vorgesehen. Des Weiteren ist es erforderlich, dass die Zugriffe auf die Systeme «Open Data öV Plattform» (Echtzeitdaten ÖV) zur Verfügung stehen und in die Strategien des Verkehrsmanagements bzw. die Auslösung der Verkehrsmanagementpläne eingebunden werden (ist auch für die Variante MINI zu prüfen). Am Bereichsrechner LSA sind alle Dosieranlagen und best. LSA sowie alle Zähl- und Überwachungsschleifen angehängt. Die Verkehrskapazität in den Zentren wird durch den Bereichsrechner LSA überwacht und gesteuert. Die zusätzlichen Busspuren im Bereich von Dosieranlagen sind zur Priorisierung der Buslinien in Fahrtrichtung Zentrum für die Anschlusssicherung an den Bahnhöfen relevant.

Die Dosieranlage hält den Verkehr bewusst ausserhalb des Zentrums zurück. Durch die Dosierung wird die Wartezeit (Zeit im Stau und im Zentrum) nach ausserhalb des Zentrums verlagert. Sobald ein Fahrzeug im Zentrum ist, ist eine nahezu unterbruchfreie Durchfahrt möglich. Die Reisezeit für den MIV ist gleichbleibend einzustufen. In den Zentren wird das Gefühl des Fahrens oder des Weiterkommens vermittelt.

Auf den Einfahrtsachsen, wo sich Busse bewegen, sind Busspuren, elektronisch oder baulich, vorzusehen.

Für den Fuss- und Veloverkehr steigt die Aufenthaltsqualität und die Verkehrssicherheit in den Zentren. Die Dosieranlagen tragen dazu bei, dass die Verkehrsmengen in den Zentren auf einem verträglichen Niveau gehalten werden können. Der VV wird an den Dosierstellen bevorzugt, was zu einem Umdenken in der Bevölkerung über die Wahl des Verkehrsmittels führen kann. Ein Ziel aus dem Mobilitätskonzept soll flächeneffiziente Verkehrsmittel fördern. Dieses Ziel kann mit der Bewirtschaftung des MIV an den Dosieranlagen, der Stabilisierung und der Priorisierung des ÖV und einer Velobevorzugung erreicht bzw. unterstützt werden.

#### **5.2.2.4. Kostenschätzung**

Die Gesamtkosten der Ausprägung MIDI belaufen sich auf CHF 19.6 Mio. notwendig. Für den Betrieb und Unterhalt ist zuzüglich ein Betrag von CHF 0.98 Mio. einzurechnen. Bei der Variante MIDI ist zusätzlich eine Stelle mit 50% Arbeitspensum einzurechnen.

Es sind 15 elektronische Busspuren und 3 Dosieranlagen für den MIV eingeplant. Aus der Variante Mini folgen weitere 34 bauliche und 9 virtuelle Fahrbahnhaltestellen. An 12 bestehenden LSA wird das Steuerungsprogramm angepasst.

### 5.2.3. Variante MAXI

Die Variante MAXI betrachtet die Zuger Talgemeinden als einen Raum und ebenso das Ägerital als einen weiteren / zweiten Raum. Der Bereichsrechner LSA ist auch für die Variante MAXI ein wichtiges Instrument zur Koordinierung der Anlagen und der Verkehrsmenge in den Zentren.

#### 5.2.3.1. Massnahmen

Die Variante MAXI geht davon aus, dass die verkehrlichen Probleme aufgrund der Prognosen des vorliegenden Gesamtverkehrskonzeptes des Kantons Zug sich trotz Ausbauten noch weiter verschärfen, insbesondere da das Verkehrsaufkommen weiter zunehmen wird. Die genannten Räume werden analog der Variante MIDI bewirtschaftet. An den Raumgrenzen ist vorgesehen den Verkehr mit Massnahmen aus dem Werkzeugkasten zu dosieren. Die Verkehrskapazität kann im Raum gemanagt werden. Im Grundsatz gilt das gleiche Prinzip wie bei der Variante MIDI. Für die Variante MAXI sind folgende Massnahmen vorgesehen (analog zur Variante MIDI):

- Dosieranlagen
- bauliche und elektronische Busspur

Massnahmen aus der Variante MINI:

- *Fahrbahnhaltestellen*
- *Modernisierung LSA*
- *VT Optimierung LSA*

Die Variante MAXI beinhaltet dieselben Massnahmen wie die Variante MIDI (Kap. 5.2.2). Für die Umsetzung der Variante MAXI ist wie bei der Variante MIDI ein Verkehrsmanagement-Modul wie auch die Kopplung mit der Onlineplattform des ÖV im neuen Bereichsrechner LSA zwingend notwendig.

*Tabelle 5: Mengengerüst Variante MAXI*

Räume	Massnahmen	
	Dosieranlagen	Elektronische Busspur inkl. Dosierung
Cham - Baar - Hünenberg - Risch - Steinhausen - Zug	2	10
Unterägeri - Oberägeri		3
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>13</b>

Die erforderlichen Massnahmen für die Variante MAXI sind in den Massnahmenblättern im Anhang ersichtlich.

#### 5.2.3.2. Anwendungsbeispiele

Auf dem Stadtgebiet von Luzern sind elf Dosieranlagen inkl. Countdowns Anzeige geplant. Mit dieser Massnahme kann die Verkehrsmenge im Zentrum dosiert und kontrolliert werden.

#### **5.2.3.3. Wirkung**

Für die Koordination aller Massnahmen, die in einem sogenannten Verkehrsmanagementplan festgelegt werden, ist das vorgesehene Modul im Bereichsrechner LSA für die Variante MAXI unumgänglich (analog zu MIDI). Die geplanten Dosierstandorte würden nahe der Kantonsgrenzen zu liegen kommen. Folglich werden eintretende Fahrzeuge aus Nachbarkantonen in den Kanton Zug – falls dieser im Inneren verkehrliche Probleme hätte – nahe der Kantonsgrenze bewirtschaftet. Der Raum der Talgemeinden ist sehr gross. Durch die Grösse des Raums ist das Management im Raum unberechenbar und evtl. auch instabil. Würde zum Beispiel in der Stadt Zug eine Verkehrsüberlastung auftreten, müsste unter Umständen der Verkehr aus dem Nachbarkanton wie Luzern oder Aargau bereits kurz nach der Kantonsgrenze dosiert, auch wenn dieser Verkehr die Stadt Zug gar nicht als Ziel hätte.

Für die MIV innerhalb des Bewirtschaftungsraums bzw. im vorliegenden Fall des Kantons wird sich kaum eine Veränderung der Verlust- und Reisezeit geben – dies im Gegensatz zum MIV ausserhalb der Raum- resp. Kantonsgrenze. Es ist zu erwarten, dass der MIV ausserhalb der Kantonsgrenze stärker dosiert wird und Verlustzeiten erfährt.

Eine Dosierung nahe der Autobahn ist unter den vorab genannten Prämissen denkbar und muss weiter geprüft werden. Ein Stau auf die Stammlinie (Rückstau auf die Autobahn) ist unter allen Umständen zu vermeiden.

Auf den Einfahrtsachsen, wo sich Busse bewegen, sind Busspuren, elektronisch oder baulich, vorzusehen. Der ÖV wird damit Verbesserungen bei den Reisezeiten und der Gewährleistung von Anschlüssen erfahren. Für den Fuss- und Veloverkehr wird eine Komfortsteigerung und eine Verbesserung der Verkehrssicherheit erreicht.

#### **5.2.3.4. Kostenschätzung**

Die Gesamtkosten der Variante MAXI sind nicht explizit ausgewiesen. In der Variante MAXI gibt es weniger Zufahrtsachsen, bei der eine Dosieranlage oder elektronische Busspur vorgesehen ist im Vergleich zu Variante MIDI. Deshalb wird die Variante MAXI geringere Gesamtkosten aufweisen.

#### **5.2.4. Fazit Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft»**

Für diese Stossrichtung wurden die drei Varianten MINI, MIDI und MAXI aufgezeigt. Die Varianten unterscheiden sich einerseits in der technischen Konfiguration und andererseits mit baulichen Massnahmen. Werden für die Varianten MINI lediglich lokale Massnahmen vorgesehen und der heute bestehende Bereichsrechner LSA in etwa gleich genutzt wie bereits heute, so sind bei den Varianten MIDI und MAXI Dosierstellen und auch ein Verkehrsmanagement-Modul auf dem Bereichsrechner LSA zwingend erforderlich.

In den räumlichen Ausprägungen beschreibt die Variante MINI viele lokale Massnahmen, die sich über den ganzen Kanton verteilen, die Varianten MIDI und MAXI betrachten Räume mit Eintrittskontrollen (Dosierstellen). Im Bereich der Autobahnen, wo Dosierungen unmittelbar am Autobahnanschluss stattfinden, ist es wichtig, dass der Rückstau der Dosierung nicht auf die Autobahn

reicht. Primär ist mittels Rückstauschleifen und mittels «Räumphase» sicherzustellen, dass kein Rückstau auf die Stammlinie entsteht. Kann dies nicht gewährleistet werden, sind weitere «passive» Lösungsansätze zu suchen. Gängiger Ansatz dazu ist die Umnutzung des Pannestreifens als Ausfahrtsstreifen (oder anders eine Ausfahrtsverlängerung zu Lasten des Pannestreifens). Ein anschauliches Beispiel ist hier die Autobahnausfahrt Küssnacht am Rigi.

In allen Varianten wird davon ausgegangen, dass sich das Verkehrsaufkommen hinsichtlich des beschriebenen Szenario A (Verkehrsbelastung nach GVM 2040; Kap. 3.1.1) verhält. Die Massnahmen aus der Variante MINI tragen einen minimalen Betrag zur Bewältigung der künftigen Verkehrsmenge bei. Mit Blick in die Zukunft wird die Variante MINI unterdimensioniert sein. Mit den Varianten MIDI und MAXI ist es möglich das künftige Verkehrsaufkommen zu bewältigen. Nimmt der Verkehr also im gleichen Masse weiter zu wie in den letzten Jahren, so wird eine Variante MIDI unabweichlich. Die Variante MAXI wiederum scheint aus heutiger Sicht überdimensioniert zu sein. Die Raumgrenze der Variante MAXI verläuft nahe der Kantonsgrenze. Es ist zu erwarten, dass der Rückstau einer Dosierung über die Kantonsgrenze hinausgeht. Dazu wäre eine Absprache mit den Nachbarkantonen notwendig.

Aufgrund der Analysen werden die Varianten MINI und MIDI in die Bewertung weitergezogen. Die Variante MAXI kann eine spätere Ausbaustufe darstellen, wird aber nicht weiter in die Variantenbewertung miteinbezogen.

### **5.3. Stossrichtung «mit neuen Technologien digitalisiert in die Zukunft»**

Die Variante Digitalisierung beruht auf dem Wandel der Technik. Diese Variante geht davon aus, dass neue Technologien im Verkehr Einzug halten.

#### **5.3.1. Variante Digitalisierung**

##### **5.3.1.1. Massnahmen**

Das autonome Fahren gewinnt immer mehr an Bedeutung. Bereits heute nehmen Autos dem Fahrer viele Aufgaben ab: Sie können selbstständig einparken, die Spur halten und die Geschwindigkeit dem Vorderfahrzeug angleichen. Jedes Jahr kommen hier weitere Funktionen hinzu. Es ist nach Angabe der Industrie nur noch eine Frage der Zeit, bis die Steuerung komplett automatisiert sein wird. Dass das Fahren schlussendlich vollautonom ist (höchste Stufe 5) im Sinn von – der Passagier gibt nur noch das Ziel ein, den Rest übernimmt das Fahrzeug – darf zum heutigen Zeitpunkt bezweifelt werden.

Bis wann es zu einer marktfähigen Zusammenführung der heutigen und künftigen Funktionen kommen kann, ist noch nicht abschätzbar. Zudem wird die Lebensdauer der Fahrzeuge dazu beitragen, wie bald ein Wechsel gesehen wird. Es muss betrachtet werden, dass es immer wieder Fahrzeuge gibt die nicht dem Standard entsprechen z.B. Oldtimer.

Für die Schweiz mit ihren knappen Platzverhältnissen ist klar: vollautomatisiertes Fahren wird einen schweren Stand haben und nur in ausgewählten Situationen zum Zug kommen. Der Mischverkehr wird bei uns noch lange eine (zu) grosse Herausforderung für den Durchbruch der Automatisierung darstellen.

Vernetzung ist ein zentrales Thema im Bereich Mobilität, C2X-Kommunikation ist das passende Schlagwort dazu. C2X ist der Oberbegriff für verschiedene Kommunikationswege innerhalb der vernetzten Mobilität. Diese können von Fahrzeug zu Fahrzeug (C2C) oder von Fahrzeug zur verkehrstechnischen Infrastruktur (C2I) führen.

Heutige Autos tauschen bereits Informationen mit den Herstellern aus, aber teilweise auch untereinander, mit der Verkehrstechnik in Städten und auf Autobahnen. Wenn Autos mit Autos oder Autos beispielsweise mit Ampeln in digitalen Kontakt treten, klingt dies nach einer Vision. Heute gibt es Einsatzfälle von C2X, die positiven Wirkungen auf den Verkehrsablauf und die Sicherheit des Fahrers haben. Aktuell fehlt allerdings eine grundsätzliche Voraussetzung: Die Einigung über einen einheitlichen Kommunikationsstandard, der dann länder-, hersteller- und modellübergreifend ist. Die Erreichung dieser Ziele ist also noch nicht absehbar.

Wie oben erwähnt ist die C2I-Kommunikation eine Untergruppe der C2X-Kommunikation. Dabei geht es um eine Verbindung der Autos zur Infrastruktur und letztendlich einer Digitalisierung des Strassenverkehrsnetzes. Wenn sich ein Fahrzeug aus der Ferne einer Ampel nähert, erhält das Fahrzeug Informationen über die aktuelle Ampelphase. Signalisiert die Ampel rot, erkennt der Wagen sofort, wie schnell er fahren muss, um bei der nächsten Grünphase über die Kreuzung zu fahren. Vernetzte Fahrzeuge stehen ferner im Austausch mit Verkehrszentralen und erfahren so unter anderem von Behinderungen durch Baustellen oder Gegenständen auf der Fahrbahn usw.



Abbildung 24: Autonomes Fahren, Quelle: eescorporation.com

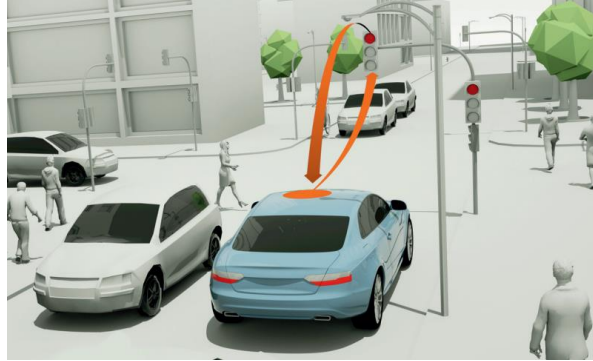


Abbildung 25: C2I-Kommunikation, Quelle: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) Deutschland



Abbildung 26: Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur, Quelle: epdtonthenet.net

Eine Einschätzung über einen Wechsel zur neuen Technologie ist aufgrund der obigen Ausführungen kaum möglich. Es kann zum heutigen Zeitpunkt nicht abgeschätzt werden, welche Technologien zusätzlich vorangetrieben werden, wann marktreife Produkte vertrieben werden können und deshalb einen zusätzlichen Aufschwung erhalten. Die Thematik ist vielseitig und sollte sicherlich weiterhin verfolgt werden. Der Anschluss für einen möglichen Wechsel/Optimierung sollte nicht verpasst werden.

Deshalb ist es wichtig die Entwicklungen zu verfolgen und abzuschätzen, ob die Entwicklung für den Kanton Zug anwendbar ist. Bereits heute können Platzhalter für neue Technologien eingeplant werden. Damit ist das System für die Zukunft gewappnet.

Für den Kanton Zug sind folgende Massnahmen für die Zukunft realistisch:

- Vorhersage Grün- und Rotzeit (kommt wahrscheinlich eher rascher, in rund 5 Jahren)
- Autonomes Fahren (länger als 20 Jahre)
- Kommunikation zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur: Car to Infrastructure (C2I) bzw. C2X (Tendenz: in rund 10 Jahren)

### **Vorhersage Grün- und Rotzeit**

Bestimmte Lichtsignalanlagen sind bereits heute mit verkehrsabhängigen Steuerungen ausgerüstet. Das verkehrsabhängige LSA Programm passt sich der aktuellen Verkehrslage an und priorisiert stärker belastete Fahrspuren. Auch Busbevorzugungen sind bereits heute an allen Lichtsignalanlagen implementiert. Die aktuellen Entwicklungen gehen dahin, dass selbst bei verkehrsabhängigen Steuerungen (wann grün oder rot erscheint ist nicht vorherzusagen) Grün und Rot Wechsel frühzeitig online angezeigt werden können, dank sogenannten Ampelphasenvorhersagen /-assistenten. Diverse Steuerverfahren werden dies zeitnah anzeigen können. Diese sind aber aktuell noch in der Entwicklungsphase. So könnte eine auf dem Smartphone-Display o.ä. die passende Geschwindigkeit anzeigen, um mit dem Fahrzeug an der nächsten Ampel bei Grün anzukommen. Mithilfe der Positionsdaten des verwendeten Handys könnten die vorausliegenden Ampeln ermittelt werden. Für diese Prognosen wäre die Kopplung mit dem Bereichsrechner LSA erforderlich damit diese Informationen abgerufen und angezeigt werden können.

Intelligente Programme für LSA Steuerungen und Kommunikationssysteme zwischen Auto-Infrastruktur sollen künftig den Verkehrsfluss und Regelung von Knoten wie auch Fahrzeuglenker unterstützen.

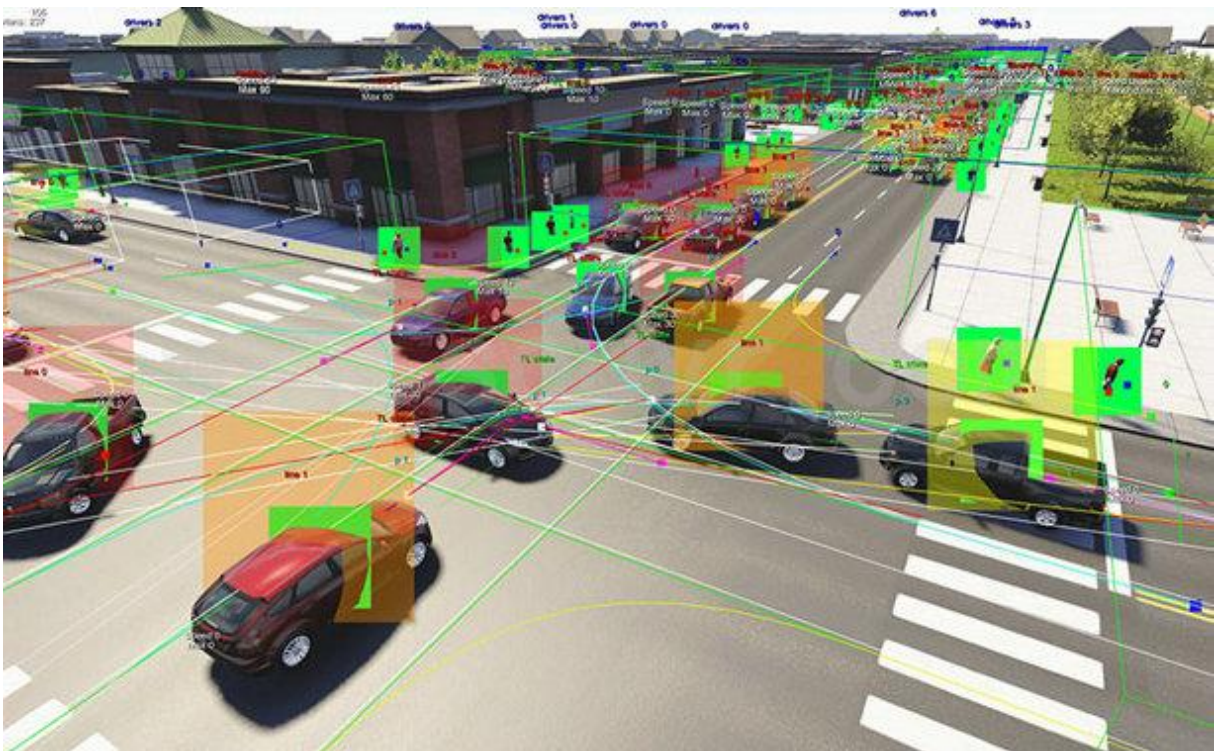


Abbildung 27: Vorhersage mittels künstlicher Intelligenz, Quelle: sci.souvr.com

#### **5.3.1.2. Anwendungsbeispiele**

In Abu Dhabi ist die Stadt «Masdar City» in der Wüste erbaut worden. Dort wurden die neusten Innovationen aller Art angewendet. Die Erschliessung zur Stadt erfolgt mittels konventioneller Verkehrsmittel. In der Stadt sind Elektrofahrzeuge unterwegs. Für die dortige Bevölkerung stehen autonome Elektrotaxi zur Verfügung.

#### **5.3.1.3. Wirkung**

Die Meinungen über die Wirkungen gehen aktuell auseinander. Hinsichtlich Kapazität gehen die Meinungen von zusätzlichem Verkehr und mehr Problemen bis hin zu weniger Verkehr und einer Entlastung. Zu einer Verflüssigung des Verkehrs dürfte die Digitalisierung dennoch beitragen.

#### **5.3.1.4. Kostenschätzung**

Die Variante beinhaltet verschiedene Zukunftsansätze. Wie sich die Kosten für die einzelnen Massnahmen gestalten, ist heute kaum abschätzbar.

#### **5.3.2. Fazit Stossrichtung «digitalisiert in die Zukunft»**

Die Digitalisierung im Strassenverkehr nimmt langsam Formen an. Doch bis einzelne Massnahmen marktreif sind, wird es noch eine Weile dauern. Die Kommunikation der einzelnen Digitalisierungselemente seitens Infrastruktur und Automobilindustrie muss künftig einwandfrei funktionieren.

Die Variante Digitalisierung wird im weiteren Verlauf der Studie nicht mehr berücksichtigt. Diese Variante diene als Horizonterweiterung und soll künftig daran erinnern, dass man offen sein muss für neue und innovative Technologien.

Die Variante Digitalisierung ist im Auge zu behalten. Zum heutigen Zeitpunkt sind diese Technologien jedoch noch zu wenig marktreif. Deshalb ist die Variante Digitalisierung nicht in die Bewertung miteinzubeziehen.

#### 5.4. Beschreibung weiterer Massnahmen des Werkzeugkastens

Im nachfolgenden Kapitel sind die Massnahmen aus dem Werkzeugkasten beschrieben, welche nicht in der Variantenstudie verwendet wurden.

##### V-Signalisation

Mit statischen oder dynamischen Geschwindigkeitssignalen ist es möglich auf bestimmten Abschnitten die angezeigte Geschwindigkeit dem Verkehrsaufkommen anzupassen. Dies soll zu einer Homogenisierung der Geschwindigkeit führen. Auf den Autobahnen ist dies schon ein gängiges Mittel während den Spitzenstunden und an den Wochenenden bei hohem Verkehrsaufkommen. Im Kanton Zug wird dies heute nicht praktiziert.

Statische Geschwindigkeitssignalen können in ausserhalb der Spitzenstunden hinderlich sein. Vor allem wenn die signalisierte Höchstgeschwindigkeit keine sicherheitstechnische Funktion haben. Sobald die statischen Geschwindigkeitssignale zudem über ein zusätzliches Schild verfügen (z.B. Zeitangaben), können diese schwer verständlich werden.

Dynamische Geschwindigkeitssignale sind kosten- und wartungsintensiver als statische Geschwindigkeitssignale. Aktuell finden diese im Kanton Zug keine Anwendung.



Abbildung 28: Dynamisches Geschwindigkeitssignal; Quelle: luzernerzeitung.ch



Abbildung 29: Statisches Geschwindigkeitssignal inkl. Zusatzsignal; Quelle: mobilservice.ch

## Wechselwegweisung

Viele Wechselsingale sind heute auf der Autobahn anzutreffen. Damit kann der Verkehr frühzeitig an strategisch wichtigen Knoten umgeleitet werden. Ebenso ist es möglich weitere Informationen an die Verkehrsteilnehmenden zu geben.



Abbildung 30: Wechselwegweiser Autobahn;  
Quelle: Signal.ch



Abbildung 31: Wechselwegweiser; Quelle: Robert Wild AG

Da im Kanton Zug nicht viele Parallelachsen vorhanden sind, um dem Fahrzeuglenker Alternativrouten anzubieten, wird in der aktuellen Auslegeordnung auf dieses Element verzichtet. Auch aufgrund des flächendeckenden Strassennetzes könnte kaum eine Wirkung erzielt werden.

## Informationssystem

Unter Informationssysteme sind Verkehrsdisplays gemeint. Darauf sind verschiedene unterschiedliche Texte eingeblendet. In einem VM sind Informationssysteme für die Angabe der Reisezeit verschiedener Routen vorgesehen.



Abbildung 32: Informationsdisplay in Baden / Autobahn A1; Quelle: 20min.ch



Abbildung 33: Informationsdisplay / Reisezeit Display VM Bern; Quelle: derbund.ch

Auf dieses Element wird aktuell verzichtet, da der Nutzen bzw. die Wirkung fraglich ist. Etliche Fahrzeuglenkende informieren sich heute bereits via Handy oder Navigationsgeräte über die schnellste Route.

### **Flama UCH adaptieren**

Die Flama der UCH beinhaltet ein komplexes System, welches den Durchfahrtsverkehr erfasst und auswertet. Dazu werden Kameras aufgehängt und diese erfassen die Kontrollschilder der Fahrzeuge. Liegt die Durchfahrtszeit eines Fahrzeuges unter einem bestimmten Schwellwert, so wird der Fahrzeuglenkende gebüßt. Das System der Kontrollschilderfassung kann auch zu einem «pay per use»-System umgewandelt werden. Die Preise können anhand verschiedener Indikatoren variieren. Folgende Indikatoren sind für das System möglich:

- Durchfahrtszeit
- Abhängigkeit der Tageszeit
- Kapazitätsabhängigkeit im System

Mit dieser VM-Massnahme ist es möglich die Kapazität über den Preis zu regeln. Das Prinzip «pay per use» ist auch unter dem Namen «City Maut» in Europa bekannt. Es kann dabei helfen die Spitzenstunden zu glätten in dem die Preise während der Spitzenstunde höher sind als zu den Randstunden. Beispielstädte sind Göteborg, Stockholm, Oslo und London. Die beiden schwedischen Städte<sup>14</sup> konnten mit dieser Massnahme einen positiven Effekt erzielen. Der Verkehr in der Innenstadt verringerte sich drastisch, dadurch verbesserten sich die Umweltwerte. Mit den Einnahmen der Massnahme konnten die Anlagen für die Fahrzeugerkennung innert kürzester Zeit rückfinanziert werden. Überschüssige Einnahmen gingen direkt in die Finanzierung von Infrastrukturbauten.

---

<sup>14</sup> Avenir-suisse.ch: «Der Ring – smarte Citymaut in Stockholm», 04.10.2013

## 6. Bewertungskriterien

Zur Bewertung der Varianten wurde ein einfacher Kriterienkatalog erstellt (Tabelle 6).

Jedes Kriterium wird zur besseren Beurteilung in einzelne Teilkriterien und dazugehörige Indikatoren unterteilt. Die Beurteilung erfolgt mit einer einfach nachvollziehbaren 5-teiligen Skala.

Mit folgendem Kriterienkatalog werden die Variante bewertet:

- Verbesserung des Verkehrsablaufs in den Zentren
- Verbesserung der Reise- und Verlustzeiten MIV
- Kalkulierbarkeit der Reise- und Verlustzeiten ÖV
- Verbesserung der Verkehrssicherheit
- Kosten / Wirtschaftlichkeit

*Tabelle 6: Bewertungs- und Zielkriterien*

Kriterien	Zielvorstellung
<b>Verbesserung des Verkehrsablaufs in den Zentren</b>	- flüssiger Verkehrsablauf im Siedlungszentrum - Verlagerung von Stauräumen in unkritische Bereiche mit wenig sensiblen Randnutzungen - Kapazität in den Siedlungsräumen regulieren - optimale Ausnutzung der vorhandenen Netzkapazität
<b>Verbesserung der Reise- und Verlustzeiten MIV</b>	- Minimierung der Gesamtreise- und Verlustzeiten - hohe Verkehrsqualität für den motorisierten Individualverkehr während der Schwachlastzeiten - Kalkulierbarkeit der Reisezeiten für den motorisierten Individualverkehr
<b>Kalkulierbarkeit der Reise- und Verlustzeiten ÖV</b>	- Minimierung der Gesamtreise- und Verlustzeiten - Kalkulierbarkeit der Reisezeiten für den öffentlichen Verkehr - Gewährleistung der Anschlusssicherheit des öffentlichen Verkehrs
<b>Verbesserung der Verkehrssicherheit</b>	- Gewährleistung des Komforts für den Langsamverkehr (Fuss- / Veloverkehr) - Gewährleistung der Verkehrssicherheit
<b>Kostenfolge / Wirtschaftlichkeit</b>	- Umsetzungsdauer - Kosten

## 7. Bewertung Varianten

### 7.1. Methodik

Aufgrund der Zusammenstellungen der Stossrichtungen und Varianten werden insgesamt die drei Varianten E+, MINI und MIDI in der Variantenbewertung berücksichtigt. In der Folge werden diese mit dem Ist-Zustand (Ist-Zustand / Variante E) verglichen. Jede Variante erhält für jeden Indikator (siehe Kapitel 6) jeweils eine Bewertung mit folgender Skala:

- ↑ = stark positive Tendenz
- ↗ = positive Tendenz
- = neutrale oder gleichbleibende Situation
- ↘ = negative Tendenz
- ↓ = stark negative Tendenz

Eine Variante, die bezüglich eines Indikators besser als der Ist-Zustand abschneidet, erhält damit eine positive Tendenz. Eine negative Veränderung gegenüber dem Ist-Zustand widerspiegelt sich in einer negativen Tendenz.

### 7.2. Bewertung Varianten

Es wird eine Bewertung für die Varianten E+, MINI und MIDI vorgenommen.

Die Variante MAXI wird nicht bewertet, weil es gegenüber der Variante MIDI kaum Änderungen gibt. Falls die verkehrlichen Probleme derart zunehmen und ein Verkehrsmanagement im grossen Stil erforderlich wird. Kann die Variante MAXI als weitere Ausbauvariante von der Variante MIDI betrachtet werden.

Die Variante Digitalisierung soll als Ausblick für die Zukunft dienen. Diese Variante kann nicht abschliessend bewertet werden, denn die Meinungen über die Wirkungen gehen aktuell auseinander. Hinsichtlich Kapazität gehen die Meinungen von zusätzlichem Verkehr und mehr Problemen bis hin zu weniger Verkehr und einer Entlastung. Zu einer Verflüssigung des Verkehrs dürfte die Digitalisierung dennoch beitragen.

Im Folgenden sind die Bewertung anhand des definierten Zielkataloges zusammengestellt.

Tabelle 7: Bewertung Variante E+

Kriterien	Variante E+
<b>Verbesserung des Verkehrsablaufs in den Zentren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verkehrsablauf in Siedlungszentren ist gleichbleibend</li> <li>→ Stau innerhalb der Zentren bleibt punktuell bestehen</li> <li>↗ Kapazität wird minimal reguliert</li> <li>→ Strassennetz im Zentrum bleibt in Spitzenstunden zeitweise überlastet</li> </ul>
<b>Verbesserung der Reise- und Verlustzeiten MIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↘ Die Gesamtreise- und Verlustzeit wird bei Mehrverkehr zunehmen</li> <li>↗ Die Verkehrsqualität ausserhalb der Spitzenstunde kann durch moderne Lichtsignalanlage Technik verbessert werden</li> <li>→ Die Kalkulierung der Reisezeit ist gleichbleibend</li> </ul>
<b>Kalkulierbarkeit der Reise- und Verlustzeiten ÖV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ kaum Verbesserung der Verlust- und Gesamtreisezeit zu den Spitzenstunden</li> <li>↘ Die ÖV-Reisezeit bleibt während den Spitzenstunden unberechenbar</li> <li>↘ Anschlüsse können nicht gewährleistet werden</li> </ul>
<b>Verbesserung der Verkehrssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ gleichbleibende Situation für den Fuss- und Veloverkehr</li> <li>→ Verkehrssicherheit bleibt gleich</li> </ul>
<b>Kostenfolge / Wirtschaftlichkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ geringe Umsetzungsdauer, forciertes Unterhalts- und Erneuerungsplan</li> <li>↑ geringe Kosten (CHF 1.64 Mio. Massnahmen, zuzüglich CHF 0.082 Mio. für den jährlichen Betrieb und Unterhalt), keine zusätzliche Arbeitsstelle nötig</li> </ul>

Tabelle 8: Bewertung Variante MINI

Kriterien	Variante Mini
<b>Verbesserung des Verkehrsablaufs in den Zentren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ Lokale Massnahmen sorgen für einen örtlich flüssigeren Verkehrsablauf</li> <li>↗ best. Lichtsignalanlagen sorgen für eine leichte Dosierung des MIV</li> <li>↗ Kapazität und Auslastung wird in den Siedlungsräumen reguliert</li> </ul>
<b>Verbesserung der Reise- und Verlustzeiten MIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Gesamtreise- und Verlustzeit wird in den Zentren leicht reguliert, bleibt aber insgesamt in etwa gleich</li> <li>↗ Die Verkehrsqualität ausserhalb der Spitzenstunde kann durch moderne Lichtsignalanlage Technik verbessert werden</li> <li>↗ Die Reisezeit soll durch die Massnahmen minimal besser kalkulierbar sein</li> </ul>
<b>Kalkulierbarkeit der Reise- und Verlustzeiten ÖV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ Durch die Fahrbahnhaltstellen hält der Bus seinen Platz in der Kolonne</li> <li>↗ Die ÖV-Reisezeit und Verlustzeit wird berechenbarer</li> <li>↗ Anschlüsse können gewährleistet werden</li> <li>↗ Gesamtreise- und Verlustzeit wird für den ÖV tendenziell besser</li> </ul>
<b>Verbesserung der Verkehrssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ keine Verbesserung für den Fuss- und Veloverkehr</li> <li>→ Verkehrssicherheit bleibt gleich</li> </ul>
<b>Kostenfolge / Wirtschaftlichkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↗ geringe Umsetzungsdauer (2-4 Jahre)</li> <li>→ mittlere Kosten (geringe Kosten (CHF 6.52 Mio. Massnahmen, zuzüglich CHF 0.326 Mio. für den jährlichen Betrieb und Unterhalt), eine 50% Arbeitsstelle nötig</li> </ul>

Tabelle 9: Bewertung Variante MIDI

Kriterien	Variante Midi
<b>Verbesserung des Verkehrsablaufs in den Zentren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Der Verkehrsfluss in den Zentren durch Dosierungsanlagen flüssiger</li> <li>→ Die Stauräume sind ausserhalb des Zentrums, Stau ausserhalb in den Pufferräumen</li> <li>↑ Kapazität und Auslastung in den Zentren ist optimiert</li> </ul>
<b>Verbesserung der Reise- und Verlustzeiten MIV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Die Verlustzeit in den Zentren verringert sich</li> <li>→ Die Gesamtreisezeit ist ähnlich wie zuvor (in etwa gleich für den Verkehr der ins Zentrum will; länger für solche die dosiert werden, aber nicht ins Zentrum wollen)</li> <li>↗ Die Verkehrsqualität ausserhalb der Spitzenstunde kann durch moderne Lichtsignalanlage Technik verbessert werden.</li> <li>→ Ausserhalb der Zentren ist die Kalkulierung der Reisezeit erschwert. Innerhalb der Zentren ist die Reisezeit abschätzbar.</li> </ul>
<b>Kalkulierbarkeit der Reise- und Verlustzeiten ÖV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Durch elektronische Busspuren kann der Bus Fahrzeuge überholen / gegenüber MIV bevorzugt werden. Durch</li> <li>↗ die Fahrbahnhaltestellen hält der Bus seinen Platz in der Kolonne</li> <li>↑ Anschlüsse können gewährleistet werden, Pünktlichkeit steigt</li> <li>↑ Gesamtreise- und Verlustzeit verbessert sich, werden stabiler; die ÖV-Reisezeit ist kalkulierbarer</li> </ul>
<b>Verbesserung der Verkehrssicherheit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Komfort für Veloverkehr steigt, weil kein gedrängter Mischverkehr im Zentrum ist</li> <li>↑ Verkehrssicherheit für Fuss- und Veloverkehr in den Zentren steigt, weil MIV-Kapazität dosiert ist</li> <li>↘ Veloführung an den Dosierstellen kann aufgrund Platzmangel heikel / schwierig werden</li> </ul>
<b>Kostenfolge / Wirtschaftlichkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ mittlere Umsetzungsdauer (4-6 Jahre)</li> <li>↓ höhere Kosten (CHF 19.6 Mio. Massnahmen, zuzüglich CHF 0.98 Mio. für den jährlichen Betrieb und Unterhalt), eine 100% Arbeitsstelle nötig, Kostentreiber Dosierstellen mit Busspuren (elektronisch oder baulich)</li> </ul>

### 7.3. Bestvariante

Die Gegenüberstellung zeigt folgende Tendenzbewertungen:

*Tabelle 10: Zusammenfassende Bewertung Varianten*

Variante E+	Variante MINI	Variante MIDI
		

Die Variante E+ zeigt kaum Verbesserungen gegenüber dem Ist-Zustand. Die Variante MINI zeigt in vielen Kriterien positive Tendenzen. Die Variante MIDI zeigt insgesamt eine stark positive Tendenz und schliesst im Vergleich zu den beiden anderen Varianten am besten ab. Die Variante MIDI zeigt somit einen gesamtheitlichen Ansatz zur Lösung der heutigen und künftigen verkehrlichen Probleme und stellt somit auch die nachhaltigste Lösung dar. In der Variante MIDI können sowohl lokale als auch in der räumlichen Betrachtung Verkehrsprobleme gelöst werden.

Aufgrund der Bewertung resultiert die Variante MIDI als Bestvariante.

#### 7.4. Zusammenfassung der Massnahmen und Kostenzusammenstellung

Ein Mengengerüst jeder Varianten mit dazugehöriger Kostenschätzung ist in der untenstehenden Tabelle ersichtlich.

Table 11: Mengengerüst und Kostenschätzung aller bewerteten Varianten

	Übersicht Einzelkosten [CHF]	Annahme Ausmass je Variante [Anzahl]				Bemerkung
		Variante E	Variante E+	Variante Mini	Variante Midi	
Fahrbahnhaltestellen im Zusammenhang mit BehiG	100'000			34	34	Kostenangabe TBA Zug Anzahl gemäss Detailpläne
virtuelle Fahrbahnhaltestellen	50'000			9	9	Kostenangabe TBA Zug Anzahl gemäss Detailpläne
elektronische Busspur (Elektronik)	750'000				15	Kostenangabe TBA Zug Artherstrasse (elektronischer Teil)
bauliche Busspur best. LSA als Dosieranlage	65'000	aktuell keine baulichen Busspuren vorgesehen				
neue Dosieranlage	120'000			41	41	Annahme Kosten Stadt Bern
Modernisierung best. Anlagen	40'000		41			Annahme Kosten Stadt Bern Kostenangabe TBA Zug
Verkehrsmul im Verkehrsrechnerzentrale	1'500'000				1	Anzahl gemäss Detailpläne nur strategische Komponente für VM und Schnittstelle zu den LSA
<b>Total Kosten je Variante [CHF]</b>			<b>CHF 1'640'000</b>	<b>CHF 6'515'000</b>	<b>CHF 19'625'000</b>	
<b>Zuzügliche Kosten für Personal und Instandhaltung</b>						
Personalkosten [%]		keine zusätzliche Stelle nötig	keine zusätzliche Stelle nötig	1x 50% Arbeitsstelle	1x 100% Arbeitsstelle	
Personalkosten [CHF]		0	0	100'000	200'000	Kosten pro Jahr
zusätzliche Betriebskosten (1% der Investition) [CHF]	1%	CHF 16'400	CHF 65'150	CHF 65'150	CHF 196'250	Kosten pro Jahr
zusätzliche Unterhaltskosten (4% der Investition) [CHF]	4%	CHF 65'600	CHF 260'600	CHF 260'600	CHF 785'000	Kosten pro Jahr

## 8. **Fazit und Empfehlung**

Der Kanton Zug verfügt heute über ein gutes flächendeckendes Netz im Strassenverkehr sowie im öffentlichen Verkehr. Die Verkehrsachsen ergänzen sich gegenseitig. Die Siedlungsgebiete und die Arbeitsorte sind mit allen Verkehrsmitteln (MIV, ÖV, VV, FV) gut erreichbar.

Durch die Analyse konnte festgestellt werden, dass die während der Spitzenstunden ein erhöhtes Verkehrsaufkommen auf den Strassen wie auch im ÖV anzutreffen ist. In der Abendspitze zeigt sich ein konzentriertes Verkehrsaufkommen, das sich künftig noch weiter verschärft. Die Morgenspitze ist auf mehrere Stunden bzw. auf einen grösseren Zeitraum verteilt und tritt daher weniger ausgeprägt auf. Diensttage und Donnerstage sind die verkehrsstärksten Wochentage. An Montagen ist der Verkehr am schwächsten.

Aus der Ist-Analyse zeigte sich, dass während der Morgenspitze und insbesondere der Abendspitze das Verkehrsaufkommen koordinierter beziehungsweise gewisse Verkehrsbeziehungen besser aufeinander abgestimmt und somit auch besser bewirtschaftet sein sollten. Deshalb wurden verschiedene Ansätze zur Lösung ausgearbeitet. Nach der ersten Auslegeordnung wurden drei Stossrichtungen mit insgesamt sechs Varianten festgehalten. Mit der Stossrichtung «Weiterentwicklung heutiger Systeme» sind minimale Massnahmen angedacht, welche keinen bis zu einem sehr geringen positiven Einfluss auf das System haben. Die Stossrichtung «mit bekannter Technik in die Zukunft» beinhaltet drei Varianten mit unterschiedlichen Ausprägungen und dem Einsatz von verschiedenen Massnahmen. Daraus sind die Varianten MINI, MIDI und MAXI entstanden, welche einen positiven bis sehr positiven Einfluss haben. Zuletzt wird mit der Stossrichtung «digitalisiert in die Zukunft» ein Blick in die Zukunft gewagt. Aus dieser Stossrichtung geht eine Variante (ohne Bewertung) hervor.

Aufgrund der durchgeführten Bewertung schliesst die Variante MIDI am besten ab und wird somit zur Weiterbearbeitung empfohlen. Die Variante MINI zeigt zwar positive Tendenzen, vermag aber insgesamt nicht zu überzeugen und schliesst schlechter ab als die Variante MIDI. Die Variante E+ vermag gegenüber heute kaum positive Tendenzen erzielen.

## **Anhang**

### **A. Beschreibung andere VM**

#### **Kanton Zürich**

##### **Stadt Winterthur**

Die Stadt Winterthur verfügt über fünf Zufahrtsachsen in Richtung Stadt. Diese sind während der Morgenspitze in Richtung Stadt Zentrum und am Abend Richtung Autobahn/stadtauswärts stark befahren. Der Rückstau reicht bis auf die Autobahn zurück. Als Lösung für die Verkehrssituation während der Spitzenzeiten soll ein Steuerungs- und Dosierkonzept (SDK) Abhilfe schaffen. Das SDK beinhaltet LSA-Anlagen und -Steuerungen, welche ausserhalb des Stadtzentrums bereits bestehen oder neu eingerichtet werden, damit der Verkehr an diesen Stellen dosiert werden kann und nur den Verkehr in den «Zentrumsbereich» einfahren lässt, der dort verarbeitet werden kann. Die Umsetzung des SDKs beinhaltet kaum bauliche Massnahmen.<sup>15</sup>

#### **Kanton Bern**

##### **Region Bern**

Die Region Bern, Stadt Bern und Agglomeration, wurde in sechs Gebiete aufgeteilt. Die Autobahn ist regelmässig überlastet, darum nehmen viele Autofahrende den Weg über die Kantons- und Gemeindestrassen. Dies führt dazu, dass sich das Verkehrsaufkommen von der Autobahn auf die Hauptachsen der Agglomerationen und die Zufahrtsachsen der Stadt verlagert. Das führt des Öfteren zu Stausituationen, weshalb der ÖV aufgrund von fehlenden Busspuren (und Trameigentrassee) im Stau stehen bleibt. Es wurden neue LSA am Rand der Siedlungsgebiete eingerichtet, die vorerst zur Buspriorisierung genutzt werden. In einem nächsten Schritt wird das gesamte VM Nord in Betrieb genommen (Beginn Probetrieb Frühling 2020) und die LSA werden eine dosierende Funktion haben. Mit dem VM soll der Verkehrsfluss in der Stadt und in den Agglomerationen gleichmässiger werden und der nicht verarbeitbare Verkehr wird ausserhalb der Siedlung aufgehalten. Die weiteren VM Gebiete werden fortlaufend umgesetzt.<sup>16</sup>

##### **Stadt Thun**

Das VM Thun beinhaltet konkrete Massnahmen zur Priorisierung des rechten Seeufers. Dabei sollen Knoten neugestaltet und mit voll verkehrsabhängigen LSA ausgestattet werden. Zusätzlich soll ein Temporegime (T30) für einen gleichmässigen, stetigen Verkehrsfluss sorgen. Zusätzlich sollen Reisezeitinformationen installiert werden und den Verkehrsteilnehmenden Informationen über die «schnellste Route» geben. Es ist vorgesehen, die Information mittels Informationsdisplays weiterzuleiten.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Rudolf Keller & Partner AG: SDK Winterthur, 2012-2021

<sup>16</sup> Bau- und Verkehrsdirektion BVD: Verkehrsmanagement Region Bern Nord, 2021

<sup>17</sup> Rudolf Keller & Partner AG: VM Thun, 2022

## **Kanton Aargau**

### **Region Baden-Wettingen**

Das Gebiet Baden-Wettingen ist während den Spitzenstunden überlastet. Der ÖV und MIV steht im Stau, weil die Kapazitätsgrenzen auf den Strassen ausgeschöpft sind. Es wurde eine regionaler Verkehrsrechner (RVR) installiert. Dieser steuert und dosiert die einzelnen Anlagen, der nur so viel Verkehr ins Gebiet reinfahren lässt wie dieses abwickeln kann. Zudem werden laufend Aufzeichnungen über die aktuelle Verkehrslage gemacht, welche für weitere Auswertungen und Optimierungen weiterverwendet werden. Lokal wurden Anpassungen an den Linienführungen des Fuss- und Veloverkehrs gemacht, Abbiegebeziehungen aufgehoben, zusätzliche Busschleusen gebaut und Anpassungen der LSA Programme vorgenommen.<sup>18</sup>

### **Unterkulm AG**

In Unterkulm wurde der Knoten Haupt-/Böhlerstrasse auf verschiedene Layouttypen untersucht. An diesem Knoten kreuzen sich ÖV (Tram und Nachtbus) sowie MIV und LV (Fuss- und Veloverkehr). Es wurden ein T-Knoten und ein Kreisel miteinander verglichen und auf die Belastung von heute und 2030 gegenübergestellt. Für diese spezifischen Fall wurde eine T-Knoten mit LSA als Bestvariante vorgeschlagen. Denn mit dem LSA Programm lassen sich die Verkehrsmengen im Gesamtsystem verträglich steuern.<sup>19</sup>

## **Kanton Luzern**

### **Stadt Luzern**

Die Stadt Luzern will mit dem VM einen stetigen Verkehrsfluss in der Stadt erreichen und dabei soll die Verkehrsdichte (Anzahl Personen im Querschnitt) hochgehalten werden. Zusätzlich soll die Verkehrssicherheit erhöht werden und eine Umverteilung der Verkehrsmittelwahl stattfinden. Mittels Dosieranlagen wird der MIV ausserhalb des Stadtgebiets dosiert. Busse und Veloverkehr werden durch spezifische Priorisierungen an den Dosierstellen bevorzugt.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> Kanton Aargau - Departement Bau, Verkehr und Umwelt - Abteilung Tiefbau: VM Region Baden-Wettingen, 2022

<sup>19</sup> Rudolf Keller & Partner AG: Simulation Haupt-/Böhlerstrasse, Unterkulm Machbarkeit, 2018

<sup>20</sup> Kanton Luzern - Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement: Mobilitäts- und Verkehrsmanagement, 2016

## B. Zusammenstellung Kosten

	Übersicht Einzelkosten [CHF]	Annahme Ausmass je Variante [Anzahl]			Bemerkung
		Variante E	Variante E+	Variante Mini	
Fahrbahnhaltestellen im Zusammenhang mit BehiG	100'000			34	Kostenangabe TBA Zug Anzahl gemäss Detailpläne
virtuelle Fahrbahnhaltestellen	50'000			9	Kostenangabe TBA Zug Anzahl gemäss Detailpläne
elektronische Busspur (Elektronik)	750'000			15	Kostenangabe TBA Zug Artherstrasse (elektronischer Teil)
bauliche Busspur		aktuell keine baulichen Busspuren vorgesehen			
best. LSA als Dosieranlage	65'000			41	41 Annahme Kosten Stadt Bern
neue Dosieranlage	120'000			3	3 Annahme Kosten Stadt Bern
Modernisierung best. Anlagen	40'000		41		Kostenangabe TBA Zug Anzahl gemäss Detailpläne
Verkehrsmodul im Verkehrsrechnerzentrale	1'500'000			1	nur strategische Komponente für VM und Schnittstelle zu den LSA
<b>Total Kosten je Variante [CHF]</b>			<b>CHF 1'640'000</b>	<b>CHF 6'515'000</b>	<b>CHF 19'625'000</b>
<b>Zuzügliche Kosten für Personal und Instandhaltung</b>					
Personalkosten [%]		keine zusätzliche Stelle nötig	keine zusätzliche Stelle nötig	1x 50% Arbeitsstelle	1x 100% Arbeitsstelle
Personalkosten [CHF]		0	0	100'000	200'000
zusätzliche Betriebskosten (1% der Investition) [CHF]	1%		CHF 16'400	CHF 65'150	CHF 196'250
zusätzliche Unterhaltskosten (4% der Investition) [CHF]	4%		CHF 65'600	CHF 260'600	CHF 785'000

### **C. Abstimmung Tiefbauamt Strassenunterhalt, Erneuerung Bereichsrechner LSA**

Während der Erarbeitung fand ein Abgleich mit dem Projekt «Erneuerung Bereichsrechner LSA» statt. Mit dem Tiefbauamt, Abteilung Strassenunterhalt, wurden offene Fragen geklärt und die Vorhaben aufeinander abgestimmt.

### **D. Planbeilagen**

Aufgrund der grossen Datenmengen wurden Pläne nicht in den Bericht integriert. Die relevanten Varianten und Grundlagen liegen in separaten Dateien vor. Die Variante E + beinhaltet den Ist-Zustand (mit Modernisierung der Anlagen). Die drei Varianten MINI, MIDI und MAXI zeigen die jeweils vorgesehenen Massnahmen auf. Die Variante MINI zeigt zudem die zu erwartenden Auswirkungen (Rückstau an den LSA) auf. Die Abschätzung der zu erwartenden Rückstaulängen wurden anhand der gängigen Norm (SN 640 023a) sowie mittels Kapazitätsberechnungen auf Basis der Verkehrsbelastungen der heutigen Abendspitzenstunde (=massgebender Lastfall) vorgenommen. In der Darstellung der Varianten MIDI und MAXI sind die zu erwartenden Auswirkungen nicht abgebildet, da die gebräuchliche Beurteilungsmethode auf dieser Planungsstufe nicht den hierfür notwendigen Detaillierungsgrad aufweist.

Separat verfügbare Planbeilagen:

- D1 Ist-Zustand (Variante E und E +)
- D2 Variante Mini
- D3 Variante Midi
- D4 Variante Maxi