



Mobility Solutions
A COMPANY OF ZF



Autonome Bus-Shuttles für die Stadt Kitzingen

Machbarkeitsstudie: Erste Ergebnisse

Stadtrat Kitzingen | 28. Juli 2022



Vorbemerkung: Wie nähern wir uns dem Thema “autonomes Fahren”?

Was spricht für
und was gegen
autonomes
Fahren?

oder

Wie ist unsere
zukünftige
Lebensweise? Ist
autonomes
Fahren ein
Befähiger?



01

Vorstellung der Projektpartner
DB Regio Bus & ZF

02

Ausgangslage &
Aufgabenstellung

03

Technologie des
autonomen Shuttles

04

Streckenauswahl und
-bewertung

05

Zusammenfassung,
Diskussion & nächste Schritte

Vorstellung Projektpartner



Mobility Solutions
A COMPANY OF ZF

Jochen Benz

Die **ZF Friedrichshafen AG (ZF)** ist ein weltweit aktiver Technologiekonzern und liefert Systeme für die Mobilität von Pkw, Nutzfahrzeugen und Industrietechnik. Mit einem umfassenden Technologieportfolio bietet ZF ganzheitliche Lösungen für etablierte Automobilhersteller sowie Mobilitätsanbieter und neu entstehende Unternehmen im Bereich Transport und Mobilität. Ein Schwerpunkt der Weiterentwicklung der ZF-Systeme ist die digitale Vernetzung und Automatisierung. ZF lässt Fahrzeuge sehen, denken und handeln.

ZF Mobility Solutions GmbH, eine 100 %-Tochter von ZF, bietet Beratung, Projektierung und Umsetzung von automatisierten Mobilitätskonzepten und Mobility-as-a-Service Lösungen. Die autonomen Shuttles können auf baulich getrennten Fahrbahnen, auf eigenen Fahrspuren, aber auch im Mischverkehr eingesetzt werden.



Stefan Kretzschmar

DB Regio Bus, die Bussparte der DB Regio AG, ist mit rund 420 Millionen Fahrgästen der größte Anbieter im deutschen Busverkehr. Wir betreiben über 9.900 Busse in fast 300 Landkreisen und kreisfreien Städten. Damit sichern wir klimafreundlichen öffentlichen Nahverkehr, stellen den Anschluss an den Schienenverkehr her und bieten ein attraktives Mobilitätsangebot sowohl in Städten als auch auf dem Land.

Über das Kerngeschäft hinaus bietet die DB Regio Bus in Zusammenarbeit mit den lokalen Aufgabenträgern weitere Verkehrssysteme für das passende Mobilitätsangebot vor Ort an. Als Betreiber des ersten hochautomatisierten Busses im öffentlichen Verkehr in Deutschland (Bad Birnbach) kann zudem bereits auf einen breiten Erfahrungsschatz im Einsatz hochautomatisierter Verkehrsmittel zurückgegriffen werden.



Mobility Solutions
A COMPANY OF ZF



Potenzielle Rollen der Projektpartner bei Projektrealisierung

Beteiligte (unter anderem)



Stadt Kitzingen (Auftraggeber)



ZF Friedrichshafen AG /
ZF Mobility Solutions GmbH



DB Regio AG / DB Regio Bus

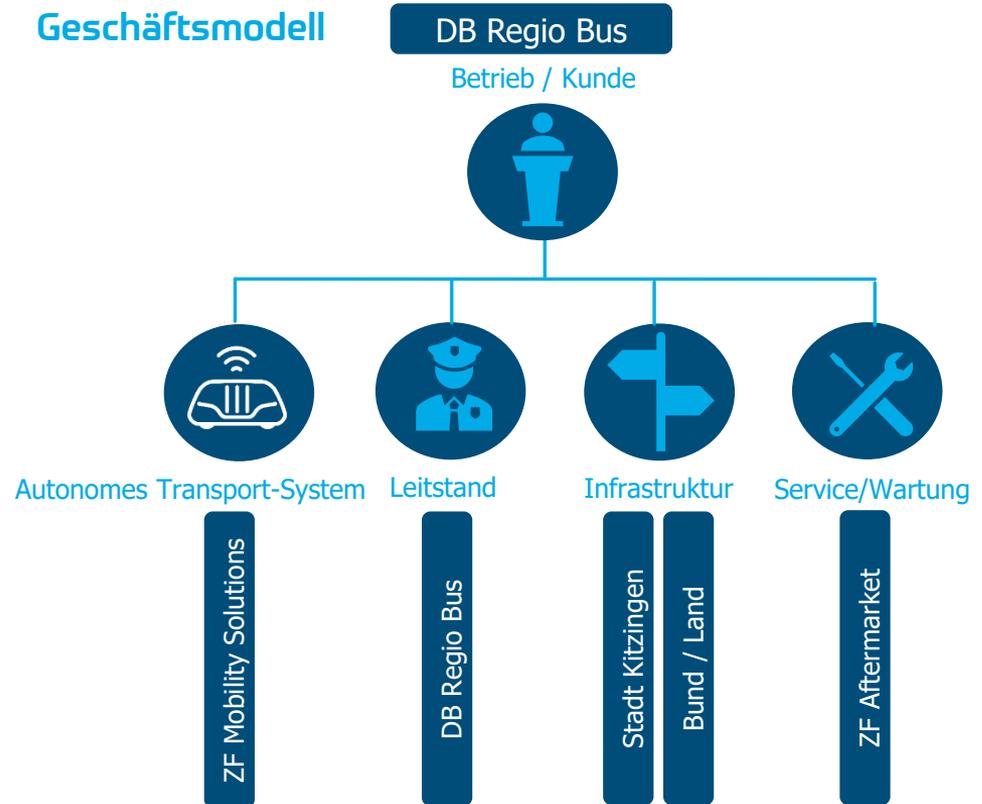


Fördermittelgeber

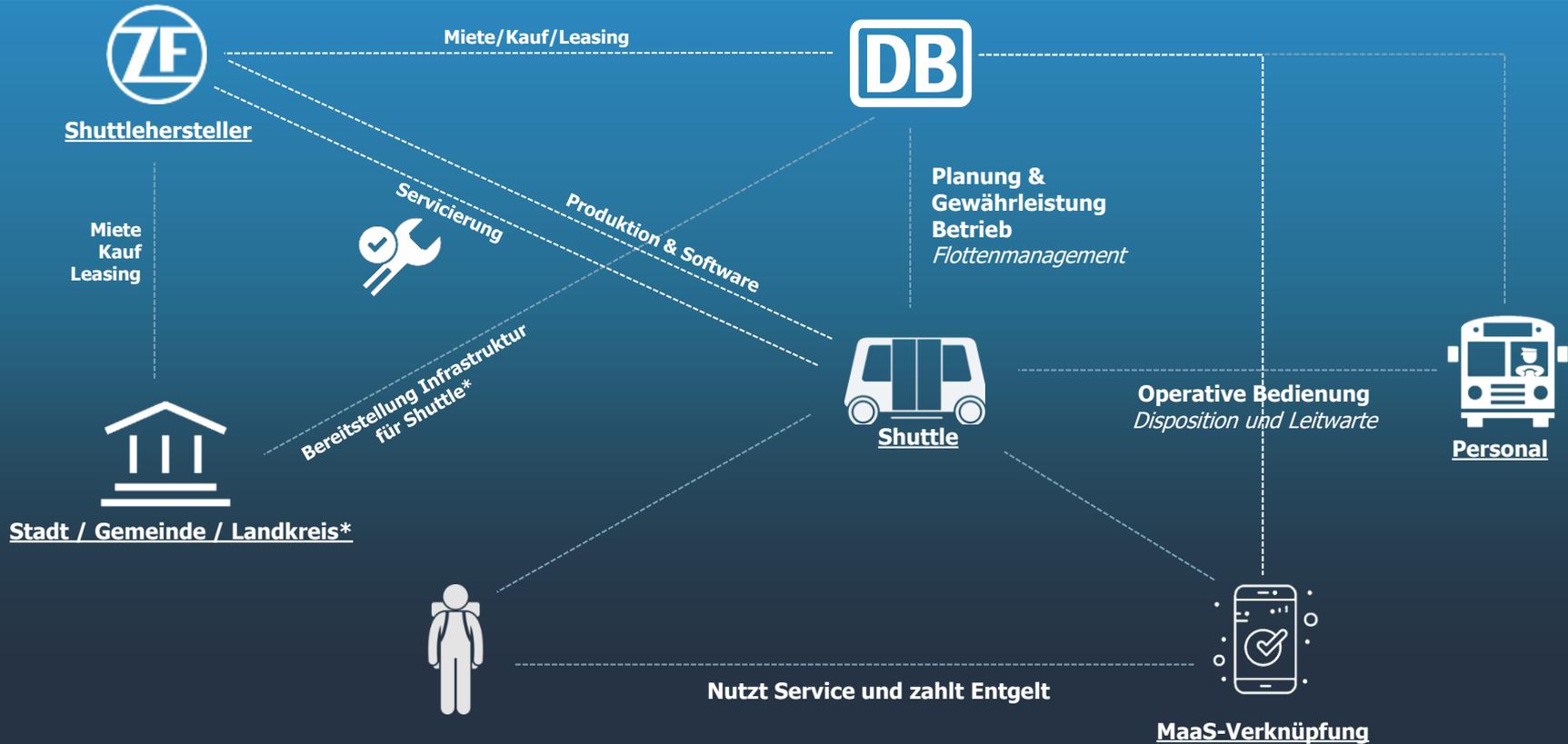


Weitere

Geschäftsmodell



Potenzielle Rollen der Projektpartner bei Projektrealisierung



Gemeinsame Markterschließung



Automating
Next
Generation
Mobility

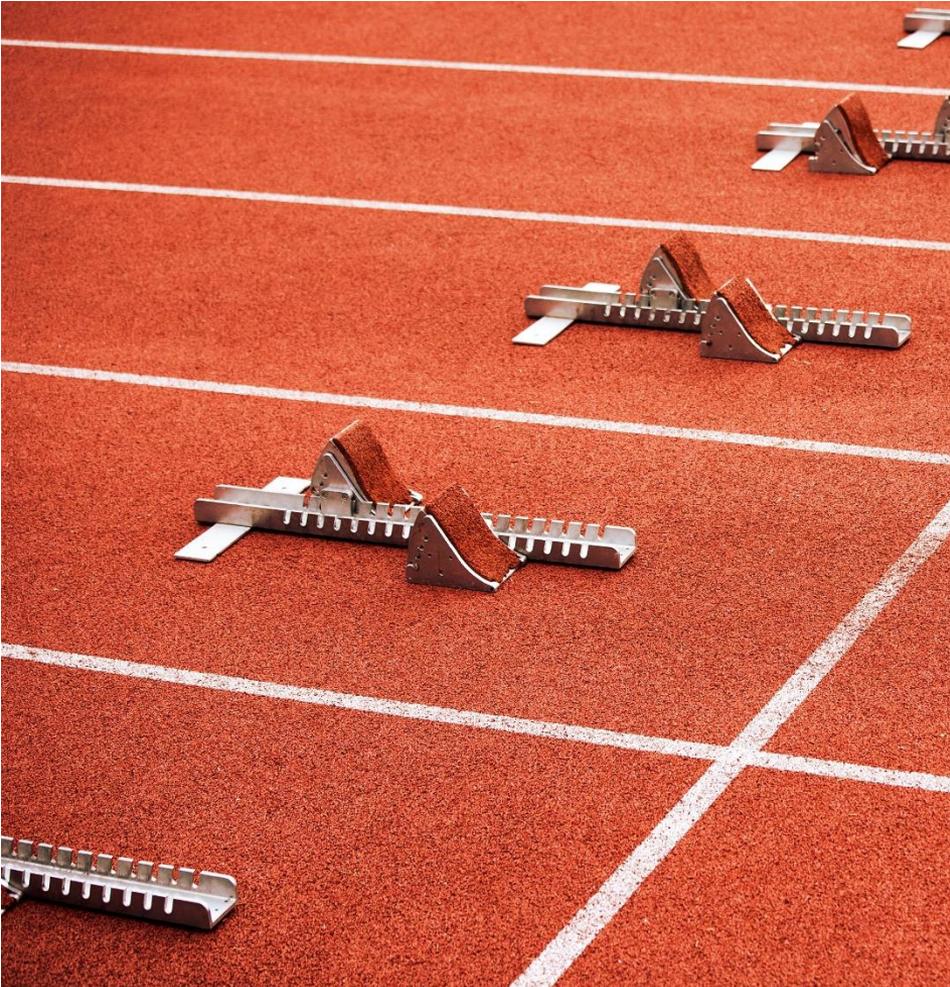


7. Oktober 2021

ZF und DB Regio vereinbaren strategische Partnerschaft für autonome Transportsysteme

- Partnerschaft soll Realisierung von autonom fahrenden Bus-Shuttles beschleunigen
- Erste Projekte sind identifiziert und können demnächst beginnen
- Bundesweiter Bedarf von über 30.000 autonomen Shuttlebussen bis zum Jahr 2035 erwartet





01

Vorstellung der Projektpartner
DB Regio Bus & ZF

02

Ausgangslage &
Aufgabenstellung

03

Technologie des
autonomen Shuttles

04

Streckenauswahl und
-bewertung

05

Zusammenfassung,
Diskussion & nächste Schritte

Ausgangslage & Rahmenbedingungen

Zu hohes Aufkommen an Individualverkehr

Umweltverschmutzung

Überfüllte oder leere Busse

Herausforderung: Anbindung ländlicher Raum

Busfahrermangel

Wie lösen wir die QUANTITATIVEN verkehrlichen Herausforderungen?



Heute



E-Mobility



Robo-Taxis

Antwort:
Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs durch Ausbau des ÖPNV mit neuen
Mobilitätsformen wie z. B. autonome Shuttles

Ausgangslage & Aufgabenstellung

Ausgangslage

- Hohes Verkehrsaufkommen in Kitzingen und Zubringern mit hohem Anteil Individualverkehr
- **Stau, Umweltbelastung** und **CO₂-Ausstoß** sollen reduziert werden
- **Neue Verkehrskonzepte** werden seit vielen Jahren kontrovers diskutiert
- **Attraktive Anbindung an Bahnhof**

Lösungsansätze

- Fahrzeuge mit **umweltgerechten Elektro-Antrieben**
- **Skalierbarkeit im ÖPNV**
- **Entlastung der Verkehrssituation** in Kitzingen und den Zubringern durch u. a. **kleinere Gefäßgrößen mit höherer Taktung**
- Nutzung und Ausbau **vorhandener Verkehrsinfrastruktur**
- **Synergien mit weiteren Projekten zum autonomen Fahren** in der Region ("ATS-Cluster Unterfranken")
- **Kitzingen wird zum Vorreiter in Deutschland** für den realen Einsatz von **Zukunftstechnologien**

Mehrwert

- **Fahrbetrieb nach Fahrplan (höhere Taktung) und bedarfsgerecht** auf Abruf
- **Neues Verkehrskonzept** mit Effekten zur Reduzierung des Individualverkehrs und verbesserter Umweltsituation
- **Stärkung des Wirtschaftsstandortes Kitzingen**
- Nutzung vorhandener Synergien z.B. im **Service von Fahrzeugen** durch **ZF am Standort Schweinfurt**

Auftrag: Schaffung einer nachhaltigen Lösung für die verkehrlichen Herausforderungen in Kitzingen

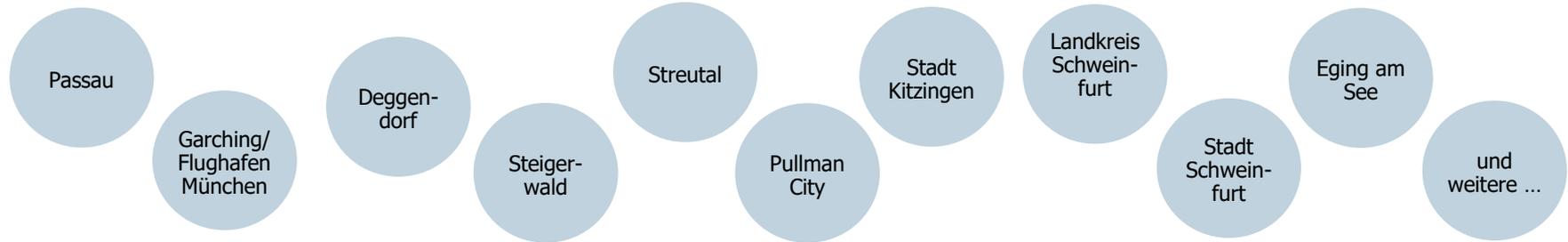
Vorbereitung Markteintritt Deutschland [VIDEO]

- Strategische Partnerschaft mit DB Regio
- Innovationspartnerschaft mit Hamburger Hochbahn
- Projekt RABus, Baden-Württemberg (Reallabore in Mannheim, Friedrichshafen)
- Projekt PIA, Saarland (ZF-Werksverkehr in Saarbrücken)
- > 50 Projektanfragen aus dem ganzen Bundesgebiet



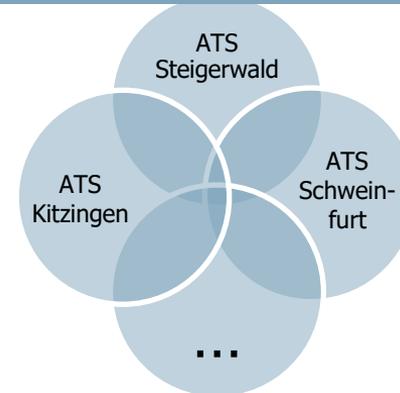
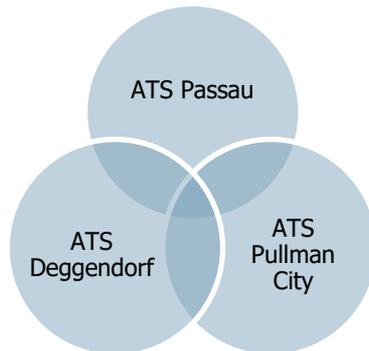
BAYERN | Ansatz von DB Regio & ZF: Bündelung von Projekten zur Erzielung maximaler technischer und kommerzieller

Vielzahl von individuellen Anfragen aus Bayern



>> Ansatz 1: Bündelung Niederbayern

>> Ansatz 2: Bündelung Franken





AUTOMOTIVE GRADE

01

Vorstellung der Projektpartner
DB Regio Bus & ZF

02

Ausgangslage &
Aufgabenstellung

03

Technologie des
autonomen Shuttles

04

Streckenauswahl und
-bewertung

05

Zusammenfassung,
Diskussion & nächste Schritte

ZF-Shuttle – Erreichte Ziele bis heute



Einsatz Autonomer
Fahrzeuge seit

1997

>100 Millionen Kilometer
zurückgelegt

>14 Millionen Passagiere
transportiert

Marktführer im Bereich
Autonomer Shuttles

Verfügbarkeit
des Systems **>99,7 %**



RIVIUM – 2022



Abgetrennte Fahrspur:
**Segregated
Lane (SL)**



Kontrollraum/Leitstelle Ladesystem Kameras & WIFI Info-Systeme/"Req. panels" Flotte im Echtbetrieb



Weltweit erstes fahrerloses Transitsystem im Mischverkehr im Betrieb ab Sep. 2022 (SL), MO folgt

- 6 Fahrzeuge von 2getthere
- 3.000 tägliche Fahrgäste
- 2,4 km Streckenlänge



Weltweit erstes AD-zertifiziertes Transportsystem im Realbetrieb (kein Pilot)

Markteintritt Deutschland: Projekt RABus

„Reallabor für den Automatisierten Busbetrieb in der Stadt und auf dem Land“

Öffentlich gefördertes Projekt

- Fördermittelgeber: Verkehrsministerium BW
- 2 Phasen, Phase 1 bewilligt
Phase 1: 01.05.2020-31.12.2022
Phase 2: 01.01.2021-31.12.2024

2 Reallabore (Testfelder)

- **Mannheim:** Erschließung eines neuen Wohnquartiers; Fahrerloser Betrieb im Mischverkehr
- **Friedrichshafen:** Innenstadt- und Überlandbetrieb (>40 km/h)

Konsortium

- 6 Konsortialpartner
- Forschung/Wissenschaft, ÖPNV-Betreiber, Industrie

Ziel

- Entwicklung von elektrischen Busshuttles hin zum autonomen Level-4 erforschen
- Zukunftsfähiger ÖPNV in Baden-Württemberg



Das ZF-Shuttle: Anwendungen & aktuelle Spezifikation



Gesonderte Fahrspur

(SL = Segregated Lane)



Zugeordnete Fahrspur

(DL = Dedicated Lane)



Mischverkehr

(MO = Mixed Operations)



85 kW
Motor



36,8 kWh
Batteriekapazität



bis 50 km



L 6.000
B 2.100
H 2.800
(mm)



22 Personen
(bis zu 8 sitzend)



bis 40 km/h
Geschwindigkeit

„Segregated Lane“ (separierte Spur) Schnell, effizient – und bereits heute umsetzbar



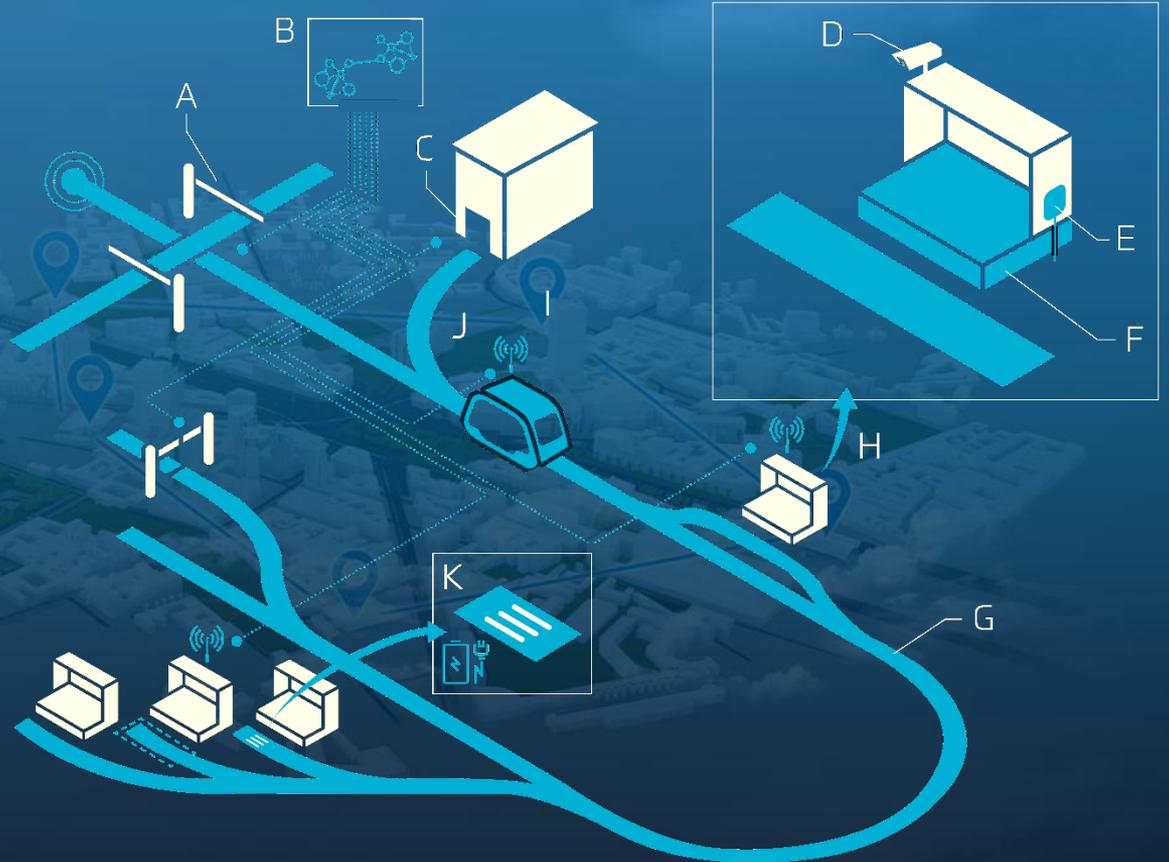
Öffentlicher Raum

- Anbindung an ÖPNV
- Längere Strecken
- Verbindung ländlicher Raum
- Park & Ride-Zubringer

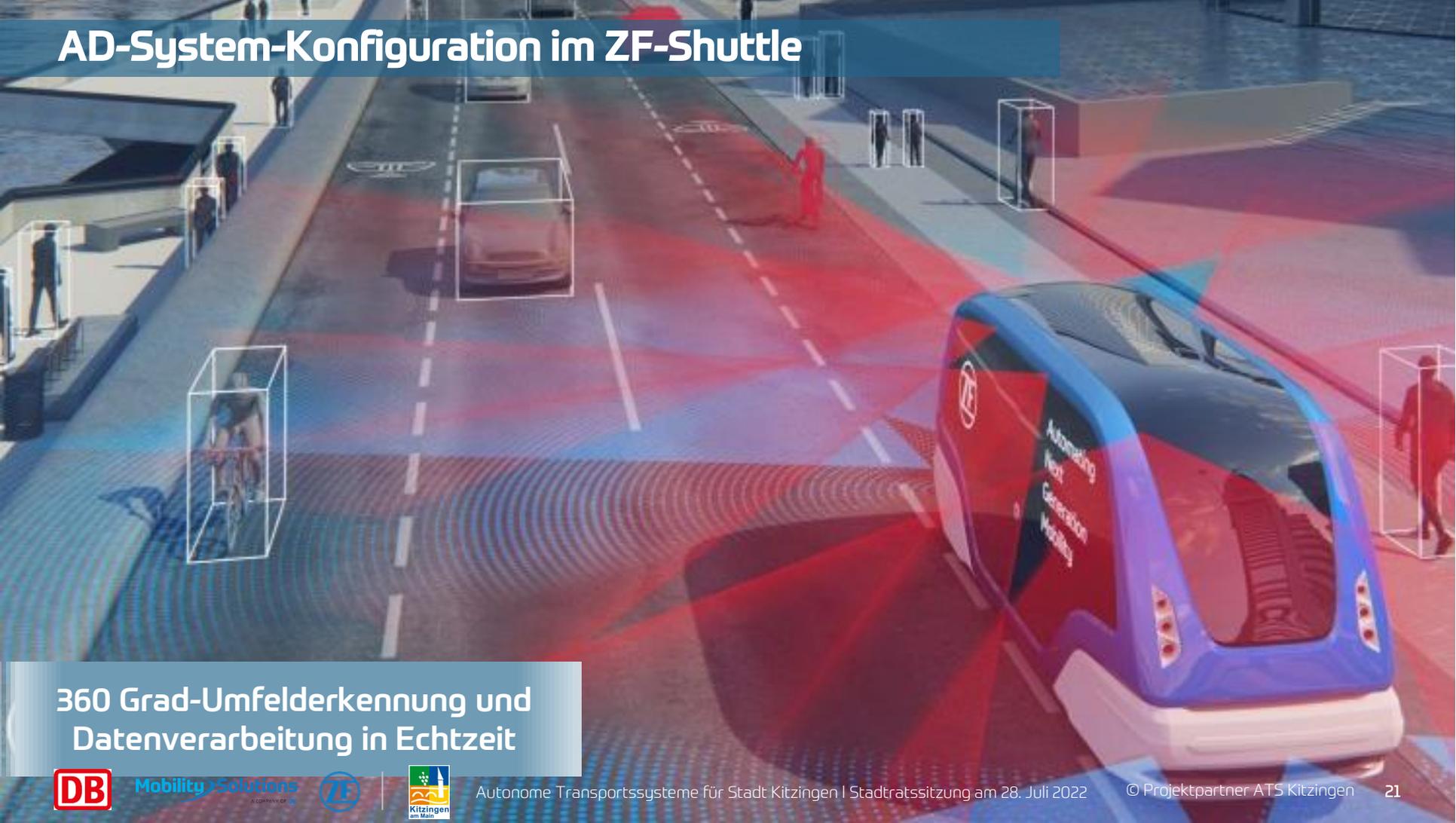


ZF's ATS-Infrastruktur-Portfolio

- A – Barrieren (für SL Anwendungen)
- B – Flottenmanagement System (TOMS)
- C – O&M Infrastruktur
- D – CCTV (integriert in TOMS)
- E – Informations- und Buchungsterminal
- F – Plattform
- G – Route
- H – Haltestelle
- I – WLAN
- J – Autonomes Shuttle
- K – Schnellladesystem



AD-System-Konfiguration im ZF-Shuttle



360 Grad-Umfelderkennung und
Datenverarbeitung in Echtzeit



Mobility Solutions
powered by



Autonome Transportssysteme für Stadt Kitzingen | Stadtratssitzung am 28. Juli 2022

© Projektpartner ATS Kitzingen

Lokalisierung über Magnete | Ladeinfrastruktur

Die zuverlässigste Methode der Lokalisierung, basierend auf in den Boden eingelassenen Magneten



Manueller Lademechanismus
Ladung über Kabel erfolgt in einer
Wartungseinrichtung



Automatischer Lademechanismus
Versenkbarer automatischer
Lademechanismus





01

Vorstellung der Projektpartner
DB Regio Bus & ZF

02

Ausgangslage &
Aufgabenstellung

03

Technologie des
autonomen Shuttles

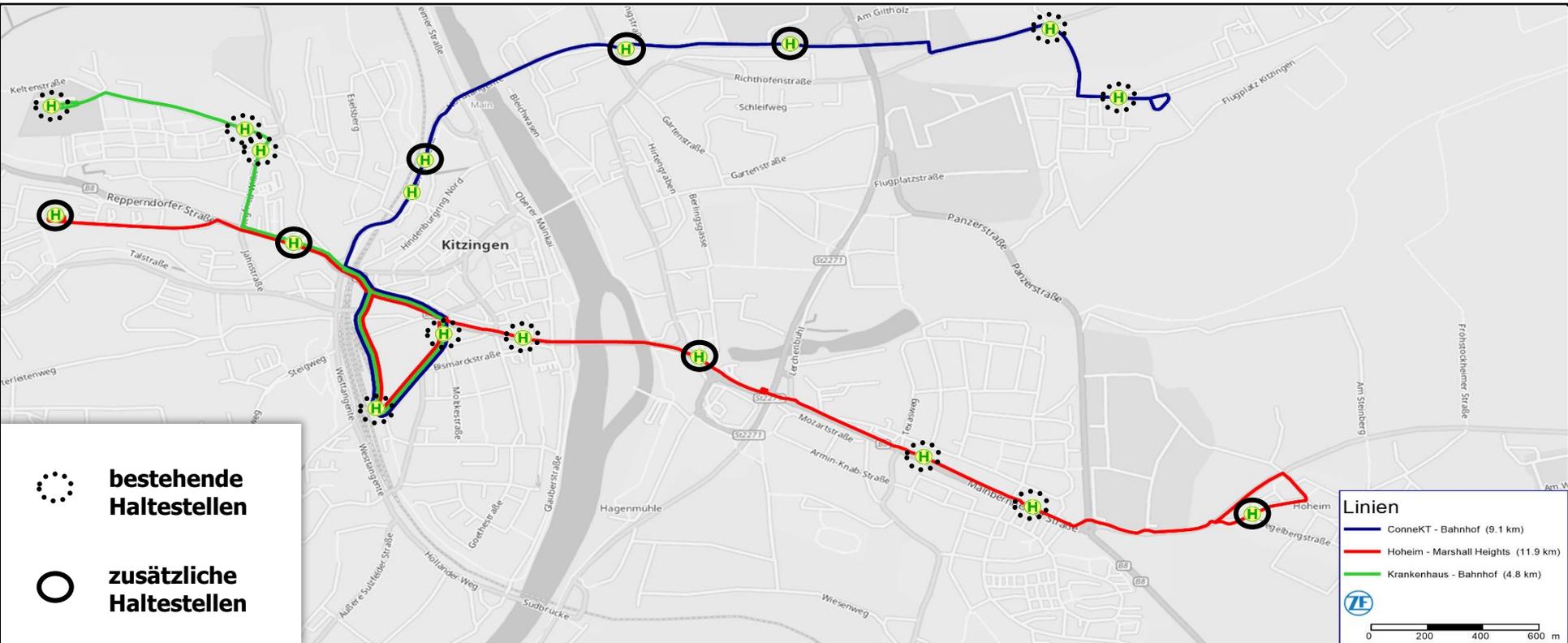
04

Streckenauswahl und
-bewertung

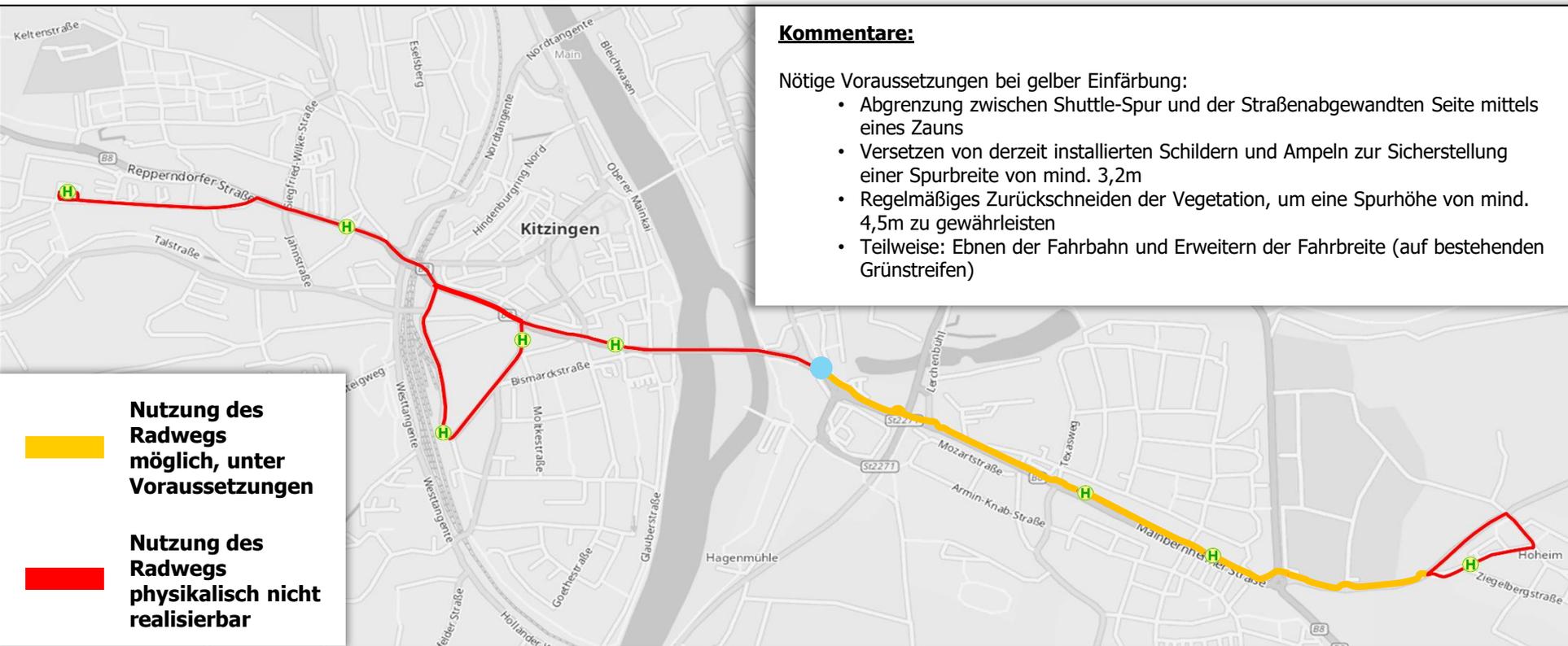
05

Zusammenfassung,
Diskussion & nächste Schritte

Routenübersicht: 3 Strecken als Untersuchungsgegenstand



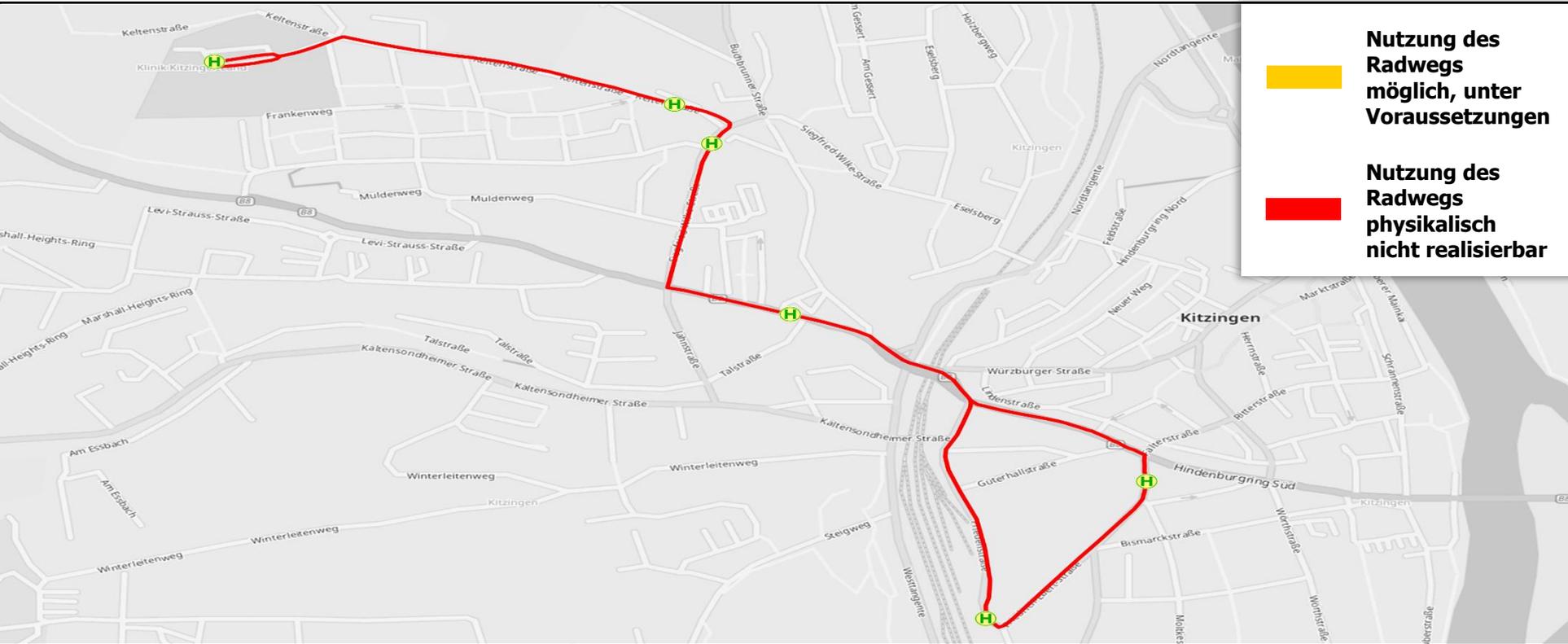
Machbarkeit der Fahrradrouten: Marshall Heights - Hoheim



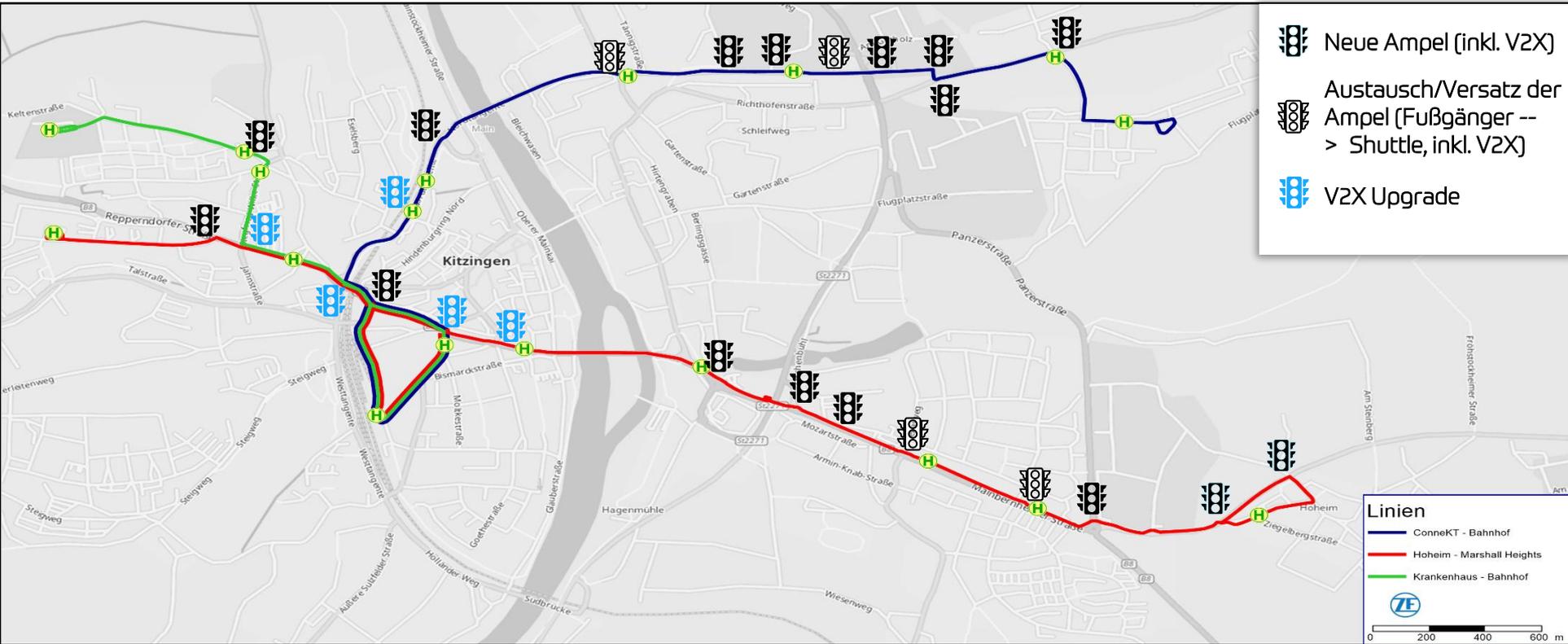
Machbarkeit der Fahrradrouten: ConneKT- Bahnhof



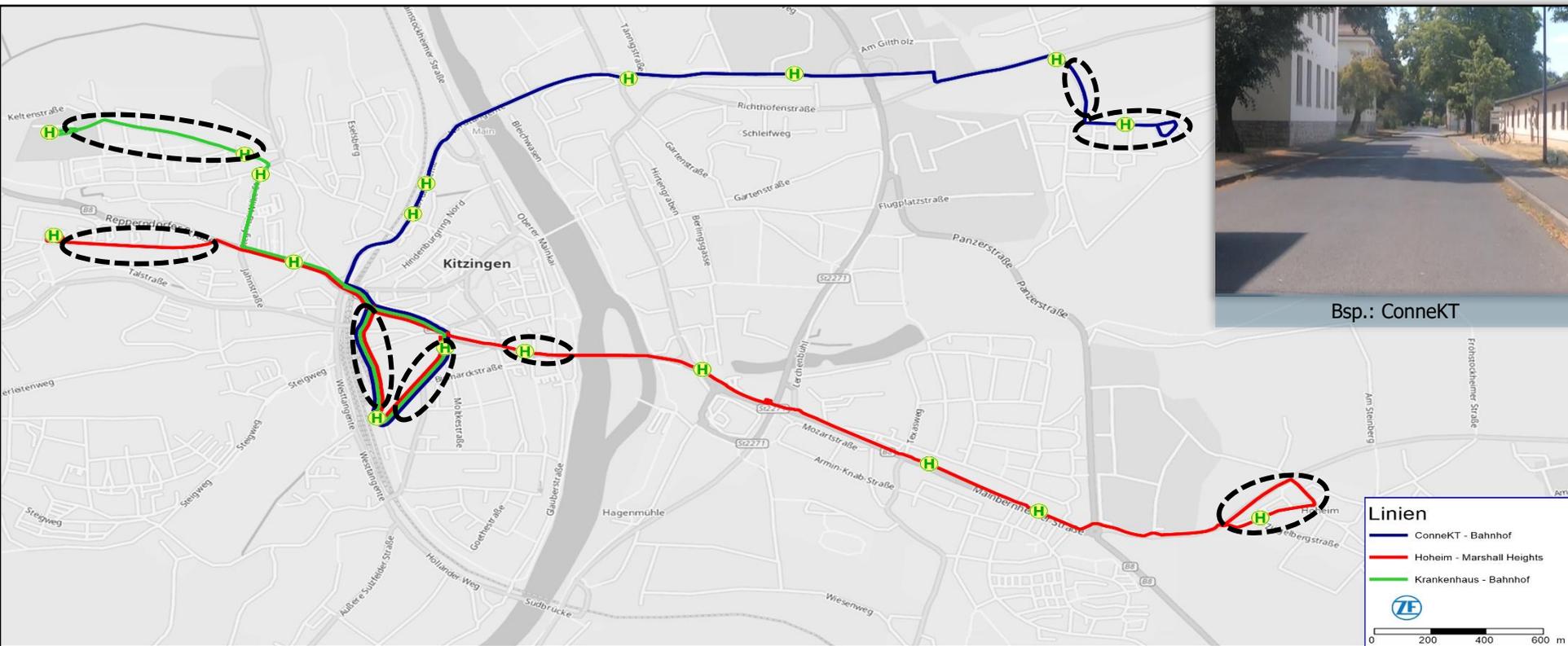
Machbarkeit der Fahrradroute: Krankenhaus - Bahnhof



Infrastrukturmaßnahmen: Bedarf an Ampeln

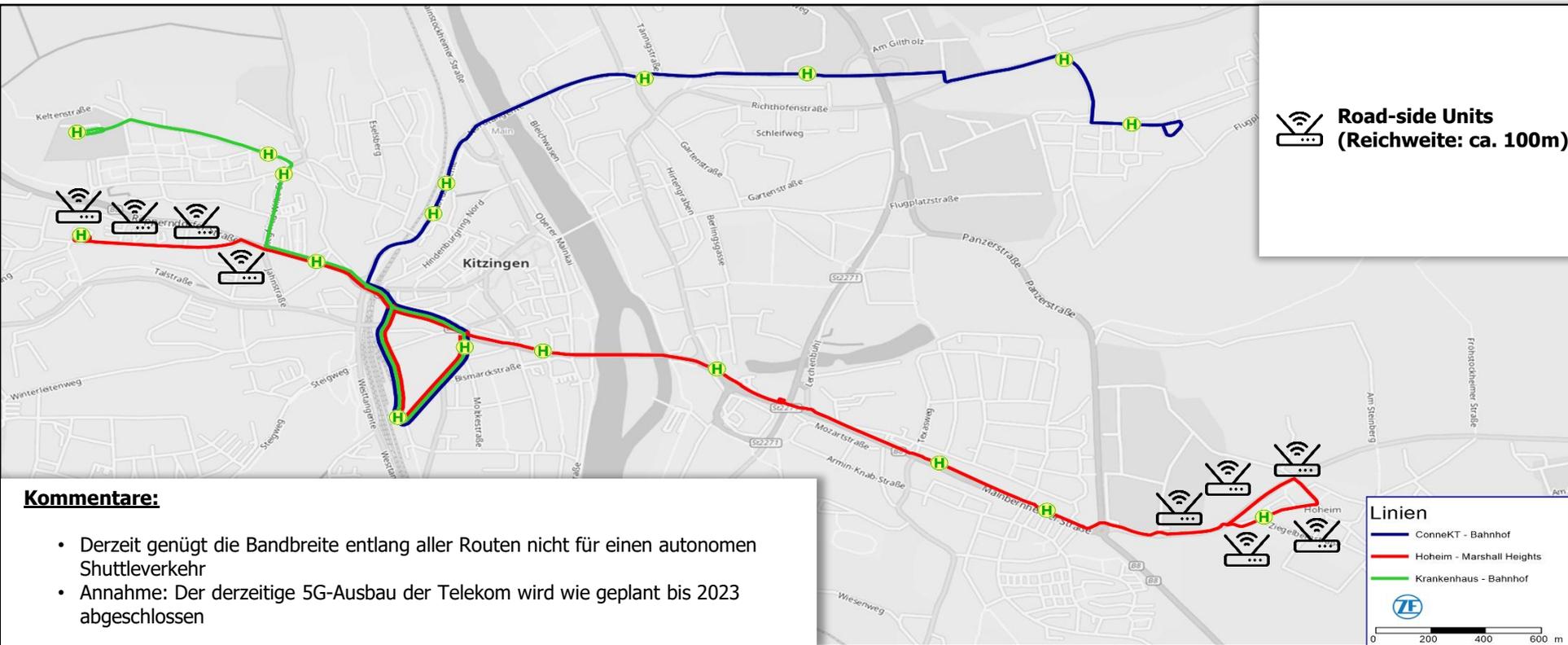


Infrastrukturmaßnahmen: Anbringen von Fahrbahnmarkierungen

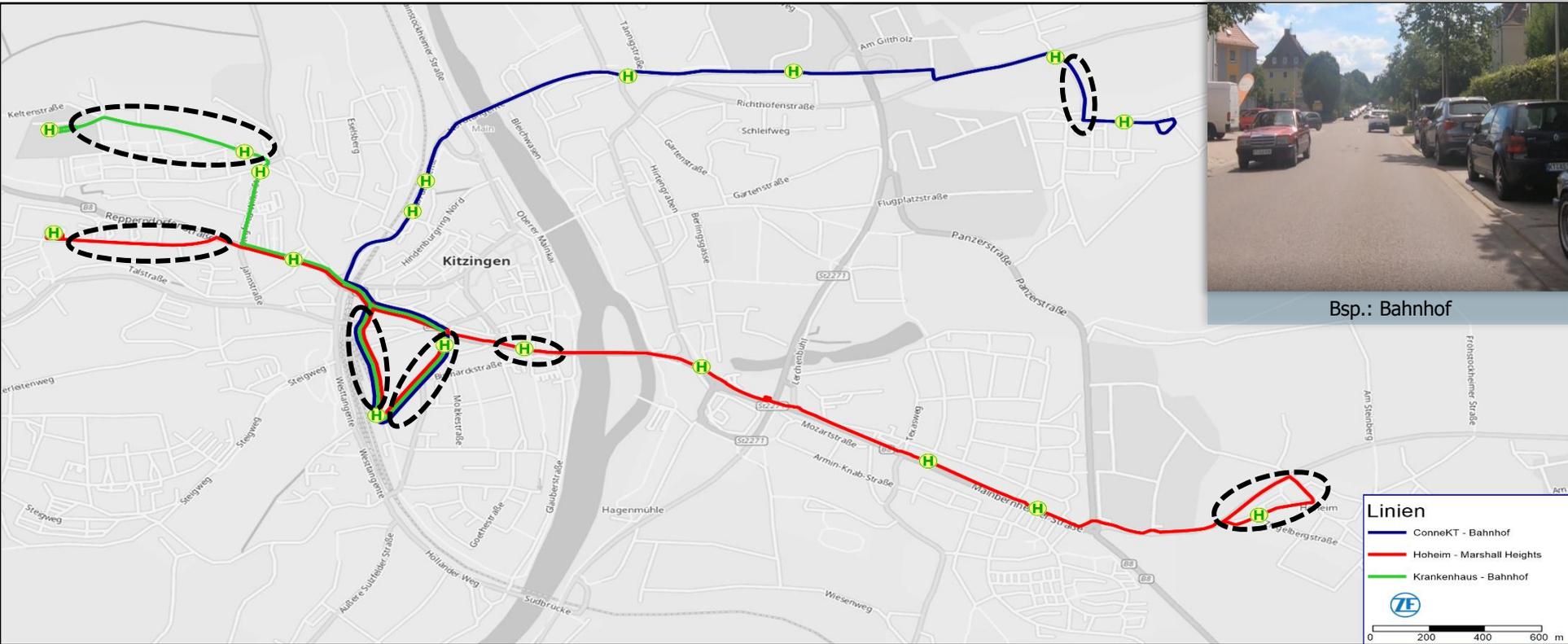


Bsp.: ConneKT

Infrastrukturmaßnahmen: Road-Side Units



Problemstellung: Parkende Fahrzeuge & Gegenverkehr



Randbedingungen

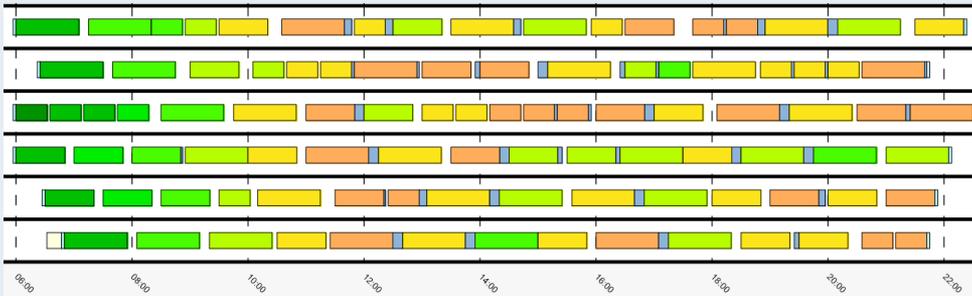
- Maximale Shuttlegeschwindigkeit 50 km/h
- Takt offen, soll mit 30- bzw. 60-Min.-Bahntakt korrelieren
- Haltezeit an Haltestellen 36 s (je 3 s zum Öffnen und Schließen der Türen | 30 s zum Ein-/Aussteigen)
- Betriebsstunden 06:00 Uhr – 21:30 Uhr, Montag bis Samstag
- Infrastruktur Vorgeschlagene Maßnahmen wurden umgesetzt, Halteverbote ausgenommen

Fahrzeugparameter

- Sitzplatzkonfiguration 15 Sitzplätze + 7 Stehplätze = 22 Fahrgäste pro Fahrzeug
- Beschleunigung 0,8 m/s²
- Verzögerung 0,8 m/s²
- Reichweite Batterie mehrere Konfigurationen (50 km, 85 km, 100 km), Simulation mit 85 km
- Ladezeiten abhängig von Batteriegröße zwischen 12 und 17,5 min (von 30% auf 65% SoC)
- Ladetechnologie Opportunity charging (Schnellladen) an einer der Endstationen (Vorschlag Bahnhof)

Systemberechnung: 6 Shuttles

Umlaufplanung



- Hohe verbleibende Ladung
- Niedrige verbleibende Ladung ($\geq 30\%$)
- Aufladen
- Leerfahrt
- Depot

Ergebnis

- **Takt:** 30 min ConneKT – HBF, 25 min Hoheim – Marshall Heights, 35 min Krankenhaus – HBF
- **Flottengröße:** 6 Shuttles
- **Transportleistung:** 134 Personen pro Stunde pro Richtung (100 % Besetzungsgrad)
- **Gefahrene Strecke pro Tag (Flotte):** 900 km/Tag
- **Minimale verbleibende Reichweite:** 30 %
- **Anzahl Ladesäulen:** 1x Schnelllader am Bahnhof (+ 1x Übernachtladesäule im Depot)

→ **Anmerkung:** Takt kann durch Einführung von Halteverboten und Prioritätsampelschaltung verbessert werden

Zeitersparnis durch Prioritätsampelschaltung

Hoheim – Marshall Heights

Rundenzeit: 1h 5 min

Zusammensetzung Rundenzeit:

- Haltezeit: 9 min
- Fahrzeit: 56 min 41 s
- Wartezeit an Ampeln: **8 min 6 s**

Bahnhof – ConneKT

Rundenzeit: 50 min 30 s

Zusammensetzung Rundenzeit:

- Haltezeit: 7 min 12 s
- Fahrzeit: 38 min 16 s
- Wartezeit an Ampeln: **12 min 12 s**

Bahnhof – Krankenhaus

Rundenzeit: 32 min 5 s

Zusammensetzung Rundenzeit:

- Haltezeit: 3 min 36 s
- Fahrzeit: 29 min 40 s
- Wartezeit an Ampeln: **2 min 26 s**

Das Shuttle für Kitzingen (erster Entwurf)





Fahrerlose, elektrische & flexible Mobilitätsangebote

01

Vorstellung der Projektpartner
DB Regio Bus & ZF

02

Ausgangslage &
Aufgabenstellung

03

Technologie des
autonomen Shuttles

04

Streckenauswahl und
-bewertung

05

Zusammenfassung,
Diskussion & nächste Schritte

Warum Autonome Transportsysteme von ZF?



Fahren ohne Fahrzeugbegleiter

Robustes & redundantes AD-System + Magnetlokalisierung, um eine Serviceverfügbarkeit über 99,7% ohne Safety Steward anzubieten



Hohe Geschwindigkeit bis zu 40 km/h (heute; Ausbau auf >60 km/h geplant für 2025ff)

Keine Behinderung des Verkehrsflusses, Hohe Passagierfrequenz durch höhere Taktung möglich (Ideal für „Segregated Lane“ (separarte Spur)-Anwendungen)



Automotive Grade

Einhaltung höchster Safety & Security-Standards für ein robustes und sicheres Autonomes Transportsystem



Nähe zum Kunden

Aufgrund weltweiter ZF-Standorte und breitem Service-Netzwerk immer einen Ansprechpartner in der Nähe & schnelle Reaktionsfähigkeit

1

ÖPNV & Individualverkehr stehen vor **tiefgreifenden Veränderungen**
Neue Lösungen sind dringend nötig, durch mehr E-Mobilität und eine
Änderungen im Mobilitätsverhalten

2

Zentrale Frage ist nicht: Pro/Contra autonomes Fahren?
Sondern: **Wie wollen wir leben? Helfen uns autonome Shuttles?**

3

Autonome Transportsysteme sind mögliche Ergänzung des ÖPNV zur
Entlastung des Verkehrs & Reduzierung von CO₂ **mit ZF-Komponenten aus**
Schweinfurt

4

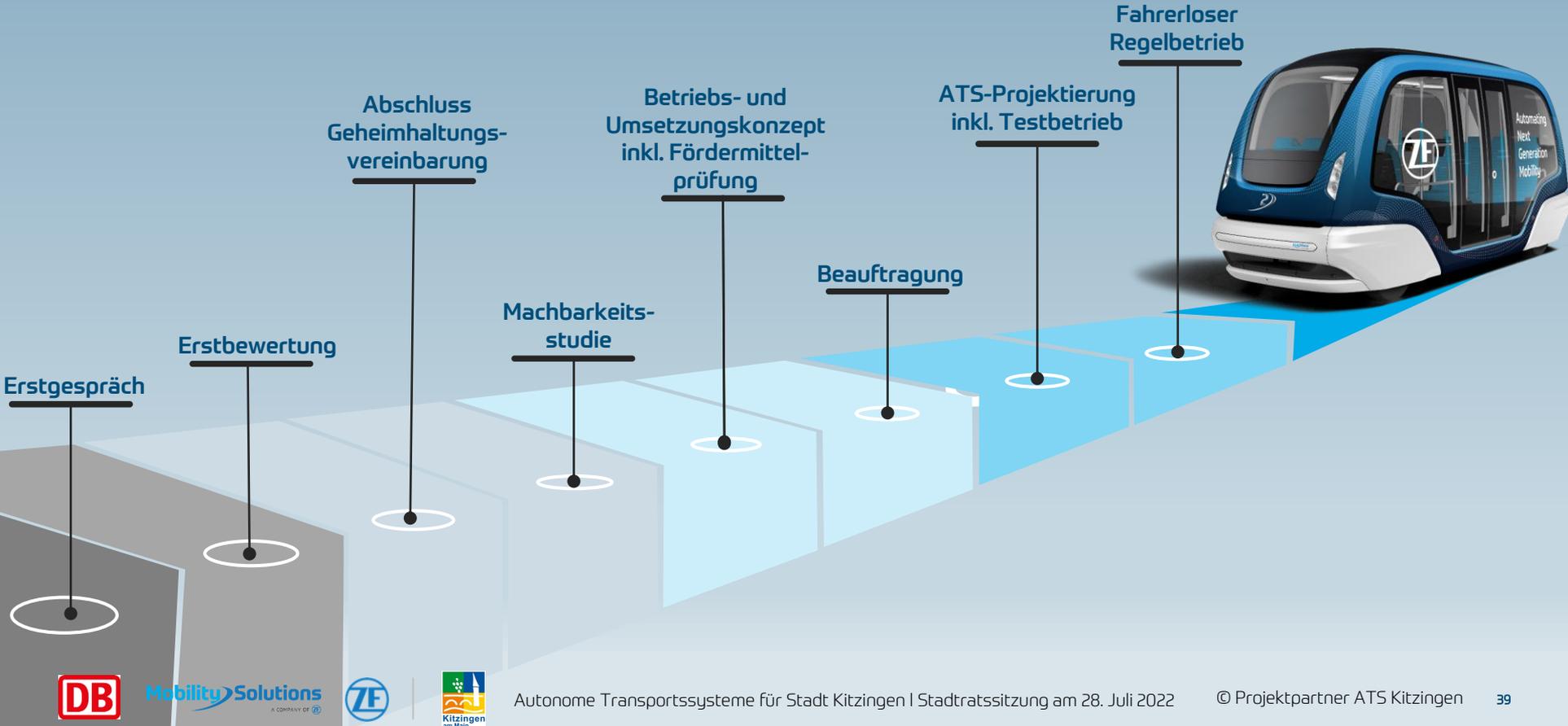
Autonomes Fahren nimmt Fahrt auf: Schon heute Testfelder, erste Lösungen
bereits im Realbetrieb... **ZF fokussiert auf Anwendungen im Dauerbetrieb**

5

„Zukunft ist jetzt“ heißt: **Chancen mutig angehen.**
Unterfranken als Modellregion für Deutschland!



Fahrplan zur Projektrealisierung



Zeitplan zu einem möglichen Dauerbetrieb in Kitzingen



Tätigkeit	2022		2023				2024				2025				
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
Abschluss MA-Studie und Stadtratsbeschluss	■ ▲ 20.10.2022														
Fördermittelprüfung und -bewilligung		■													
Beauftragung				▲											
Infrastrukturmaßnahmen und Applikation				■											
Testbetrieb											■				
Konzessionierter Linienbetrieb														■ →	

Wir freuen uns, mit Ihnen die Zukunft der Mobilität zu gestalten!

