

Ermittlung von Fahrgastzahlen mittels KI-basierter Videoanalyse

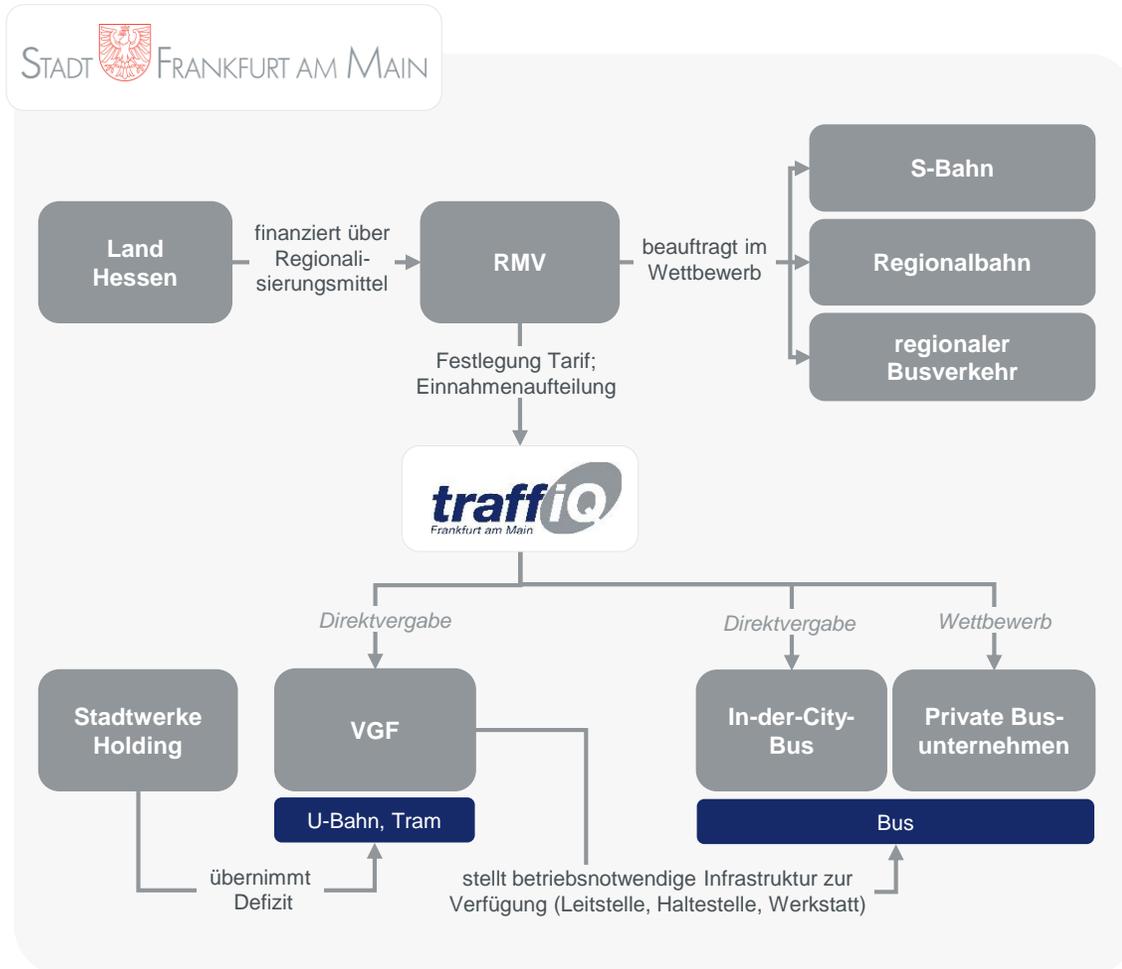
Kai Dietl und Laura Moller

Deutscher Nahverkehrstag in Koblenz am 17.04.2024



traffiQ ist Aufgabenträger für den lokalen Nahverkehr in Frankfurt

ÖPNV-Struktur in Frankfurt am Main

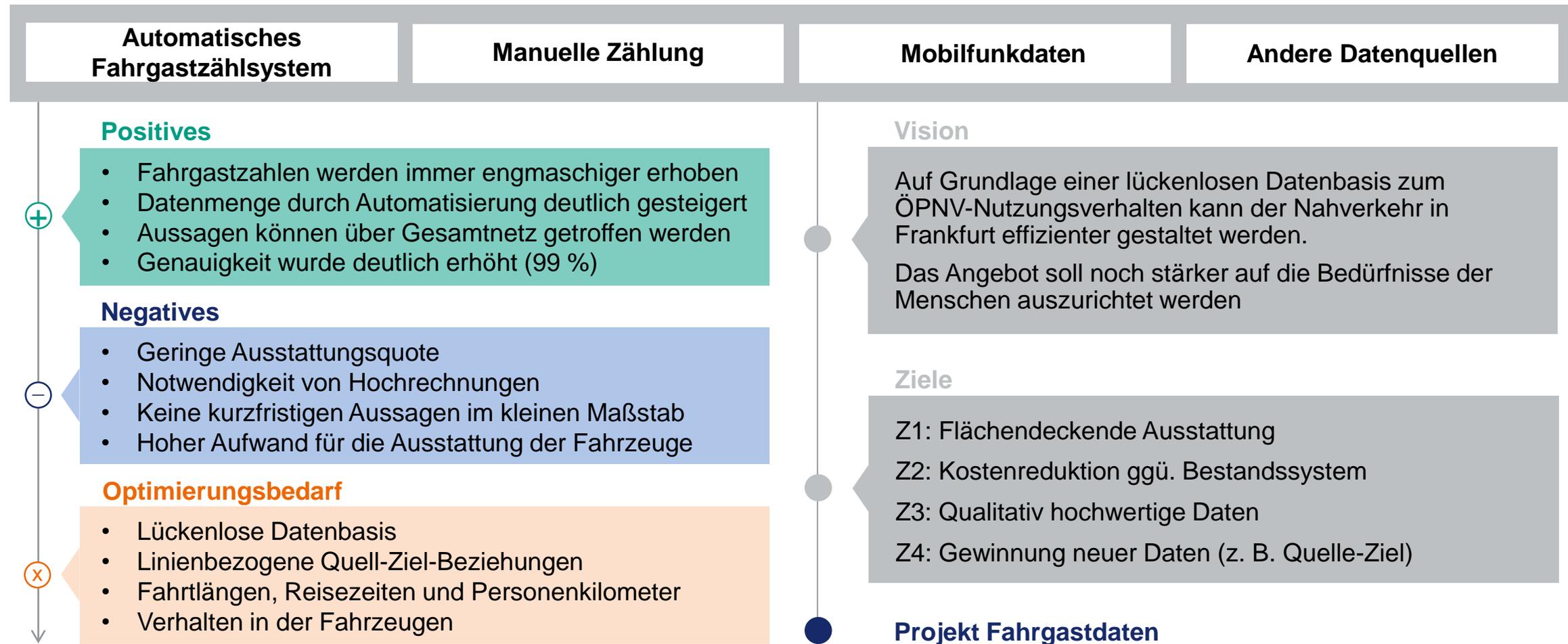


Organisation und strategische Ziele traffiQ



Die Fahrgastzählung hat sich in Frankfurt in den letzten Jahren positiv entwickelt, trotzdem bestehen weiterhin Wissenslücken

Aktuelle Datenquellen



Alternative Zählsysteme können in drei System-Kategorien unterteilt werden – hohe Ansprüche an die Datengüte

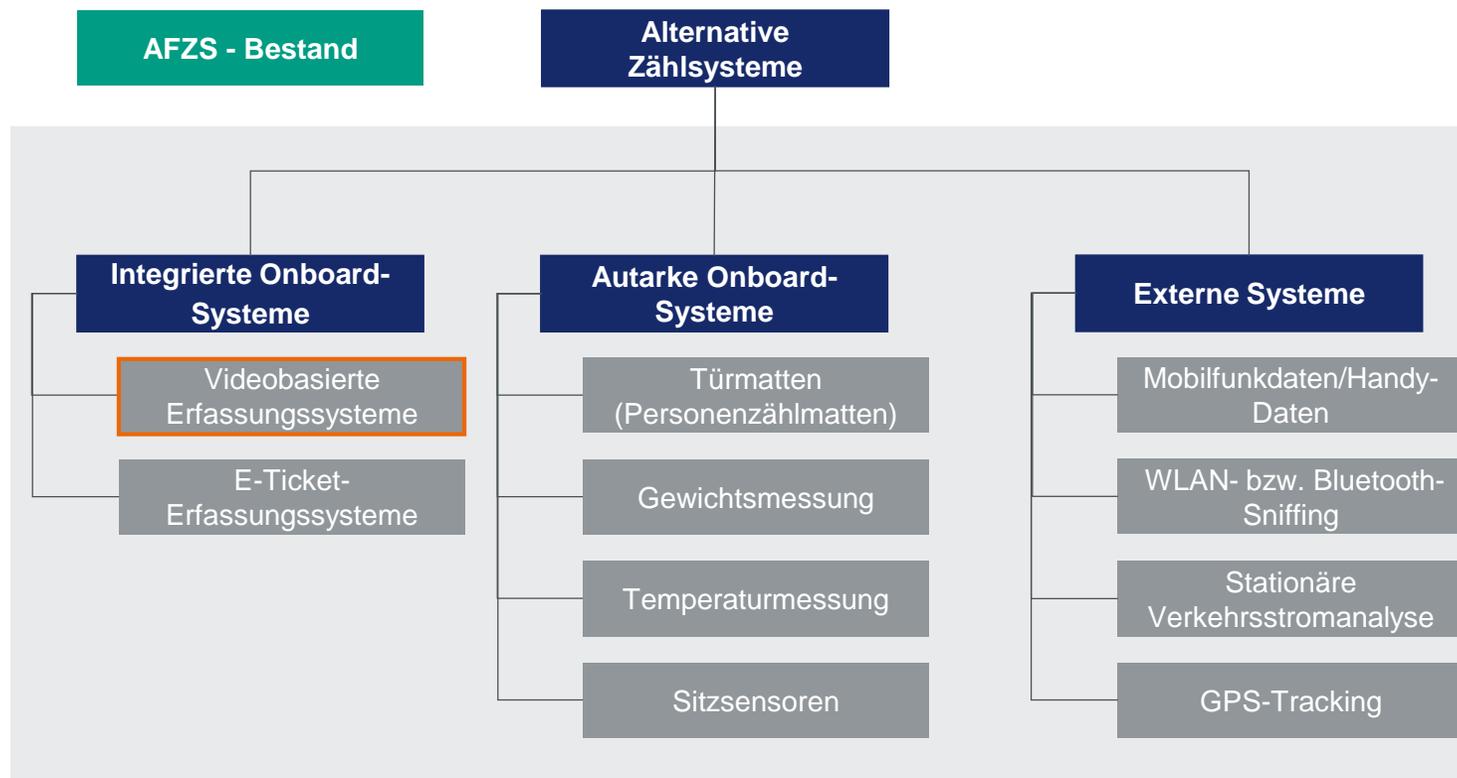
Hauptnutzergruppen von Fahrgastzahlen

Leistungsplanung benötigt Fahrgastzahlen für die tägliche Arbeit

- Querschnittsbetrachtung über größere Zeitscheiben
- Hohe Genauigkeit von über 90%
- Flächendeckende Datenverfügbarkeit (Fläche & Tageszeit)

Geschäftsführung benötigt Fahrgastzahlen punktuell und anlassbezogen

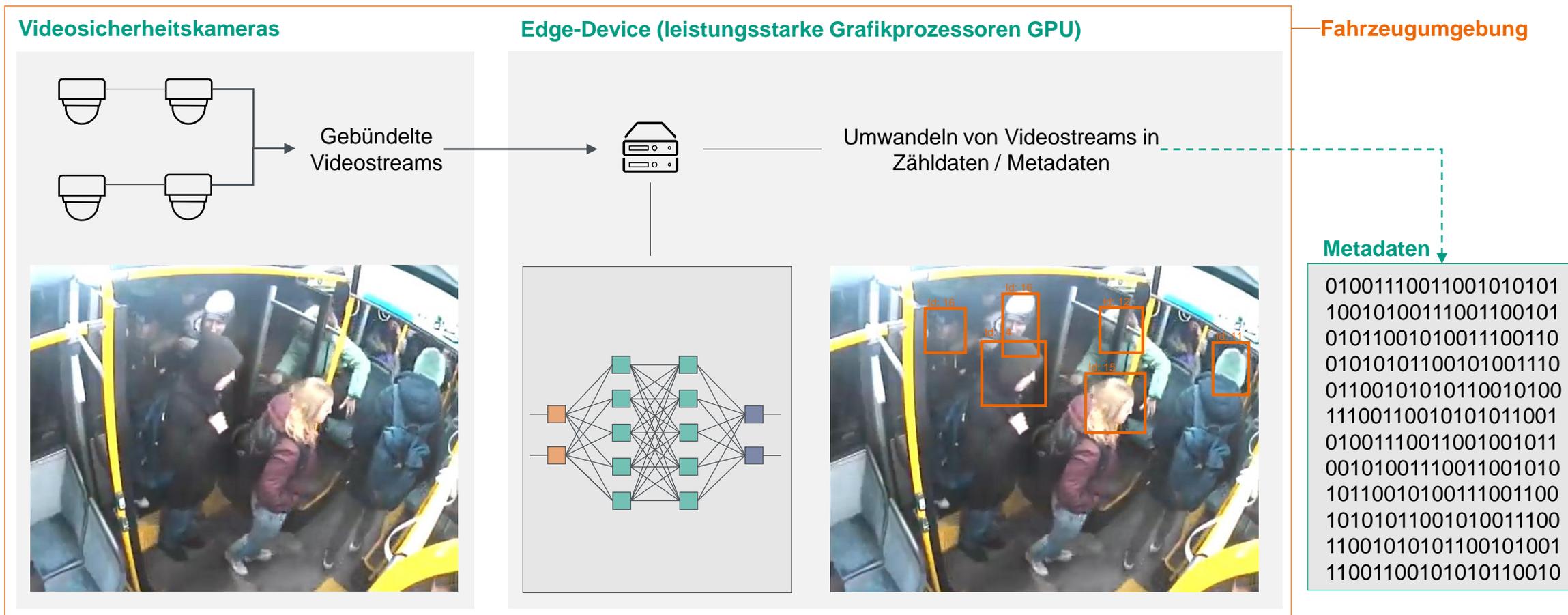
- Erkenntnisse über Einzelereignisse (kurzfristig)
- Kostengünstig
- Flächendeckende Datenverfügbarkeit (Fläche & Tageszeit)
- Datennutzung nicht für Einnahmeaufteilung



Ergebnisse

- Viele Technologien erfüllen absehbar nicht die von traffiQ gesetzten Ansprüche
- Das AFZS gilt Stand heute branchenweit als Hauptdaten- und Kalibrierungsquelle
- Videobasierte Erfassungssysteme (KI-Video-Analyse) können perspektivisch wertvollere Daten liefern (Quell-Ziel-Beziehungen)

Mit Hilfe von neuronalen Netzen werden Objekte in Videostreams kategorisiert und gezählt – DSGVO-Konformität im Fokus

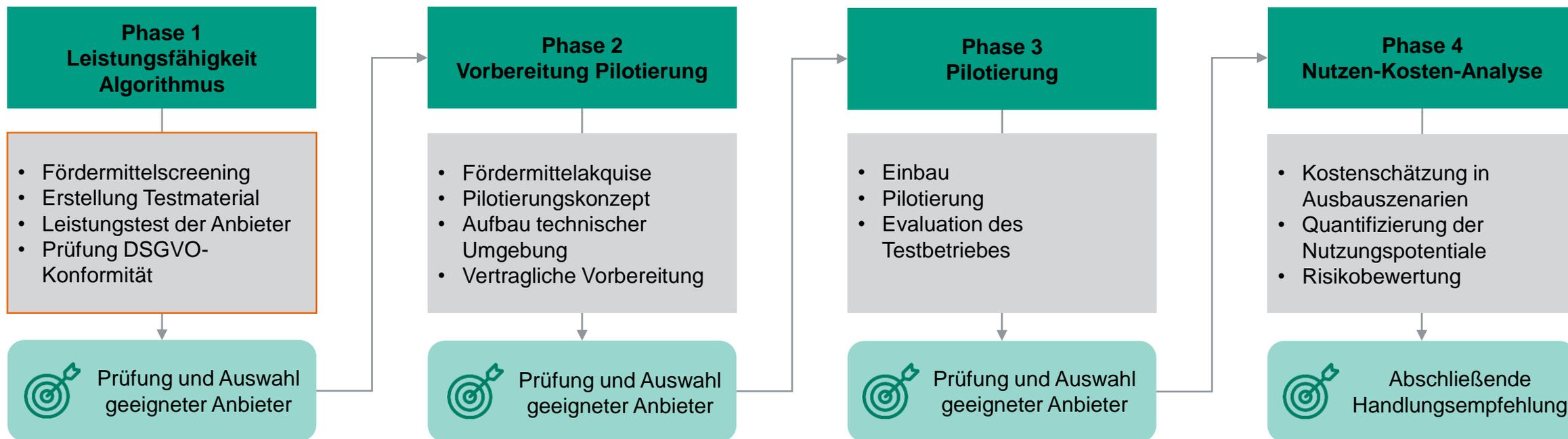


Datenschutz: Es verlassen keine personenbezogenen Daten das Fahrzeug (Privacy by Design)

Das Projekt ist in vier Phasen unterteilt – der Anbietertest in Phase 1 wurde abgeschlossen



- Im Projekt werden sechs branchenfremde internationale Anbieter und brancheninterne Unternehmen betrachtet
- Nach jeder Phase wird die Anbietersauswahl neu evaluiert



Es existieren Herausforderungen im Bereich Technologie und Datenschutz die vor und während der Pilotierung geklärt werden

Herausforderungen für den nächsten Projektschritt

Spezielle Anforderungen Fahrzeug/Bus

- Viele Anbieter haben keine Erfahrung mit der Videoanalyse in sich bewegenden Objekten
- Dynamische Lichtverhältnisse (Licht, Spiegelungen)
- Enger Raum mit vielen Überlappungen

Kamera-übergreifende Videoanalyse

- Für spezielle Use-cases ist eine kameraübergreifende Analyse notwendig
- Algorithmen sind aktuell noch in Entwicklung
- Zuverlässige Identifikation von Personen über Kamerabereiche hinweg nur durch personenspezifischer Merkmale möglich

Datenschutz

- Die Logik der Algorithmen unterscheiden sich grundlegend
- Vor der Pilotierung muss geklärt werden, ob und unter welchen Voraussetzungen die Videostreams der Sicherheitskameras ausgewertet werden dürfen

Bestehende Kameraausstattung

- Input für die Edge-Devices über IP-Protokoll (IP-Kameras)
- In den Frankfurter Fahrzeugen sind größtenteils Analogkameras verbaut
- Die Konvertierung ist möglich - Qualitätsverluste sind wahrscheinlich

Es wurde ein Testvideo erstellt, das von sechs Anbietern ausgewertet wurde – deutliche Unterschiede zwischen den Anbietern

Phase 1 - Leistungstest

ICB-Betriebshof

- Videodreh mit Mitarbeitenden von traffiQ und Externen Statisten
- Solaris Gelenkbus mit 10 Kameras



Videodreh



Videoschnitt

Kriterien

- Ein- und Aussteiger als wichtigstes Kriterium
- Weitere Auswertungen als Optionen



Bewertungsmaßstab



Dateiupload



Testzeitraum



Ergebnisübermittlung

Follow-up Gespräche

- Feedback der Anbieter zu Testvideo
- Präsentation der Auswertungsergebnisse



Follow-up

Ranking

- Genauigkeit der Ein- und Aussteigerzählung eher unterschiedlich



Ergebnisauswertung



Bewertung

Erstellung Testvideo

- Rohdaten wurden zu zwei Szenen zusammengeschnitten
- Eine Szene spielt am Tag, eine Szene spielt in der Nacht

Anbietertest

- Test wurde mit 6 Anbietern durchgeführt
- Daten wurden zu festgelegtem Zeitpunkt bereitgestellt
- Bearbeitungszeit wurde auf 24h begrenzt
- Für Ergebnisübermittlung wurde ein einheitliches Template bereitgestellt

Auswertung der Ergebnisse

- Für die Auswertung wurden manuelle Vergleichszählungen durchgeführt
- Automatische Auswertung der Templates in Hinblick auf die Zählgenauigkeit

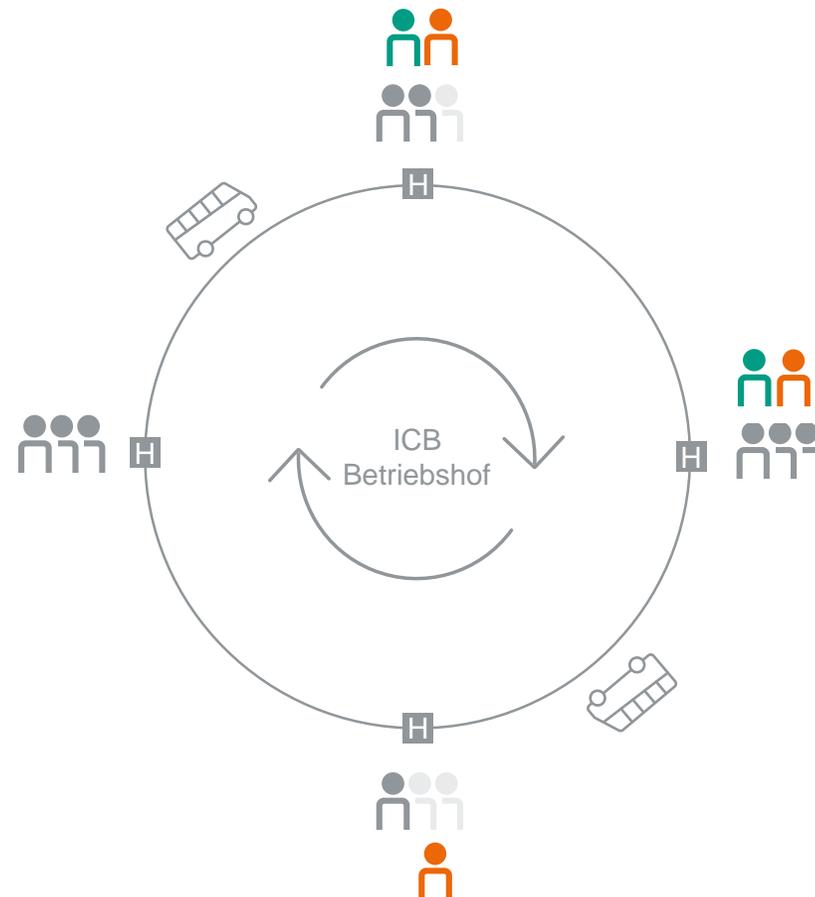
Mit Hilfe von internen und externen Statisten sowie Drehbüchern wurden am Drehtag verschiedene Alltagsszenarien simuliert

Person 1

Startpunkt	Haltestelle
Ankunft Bus	Steigen Sie an Tür 1 ein
Im Bus	Sitzplatz im hinteren Teil des Busses einnehmen
Runden	Fahren Sie eine Runde
Ausstieg	Steigen Sie an Tür 2 aus

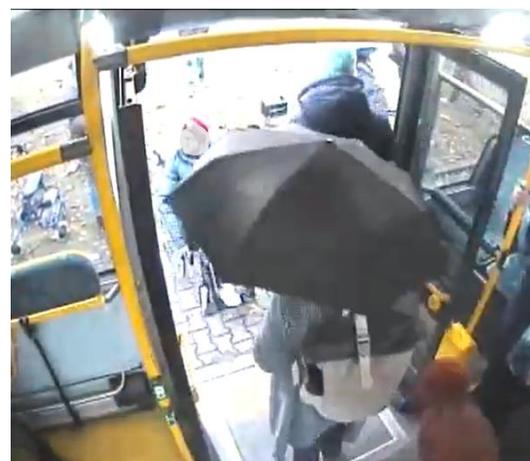
Person 2

Startpunkt	Haltestelle
Ankunft Bus	Steigen Sie an Tür 3 ein
Im Bus	Stehplatz im mittleren Teil des Busses einnehmen
Runden	Fahren Sie 2 Runden
Ausstieg	Steigen Sie an Tür 3 aus



Es konnten herausfordernde Situationen für die Anbieter test aufgezeichnet werden

Tagszenarien



Nachtszenarien



Der Test wurde mit sechs branchenübergreifenden Anbietern aus dem In- und Ausland durchgeführt

Anbieter 1

Anbieter 2

Anbieter 3

Anbieter 4

Anbieter 5

Anbieter 6

Vorbereitung

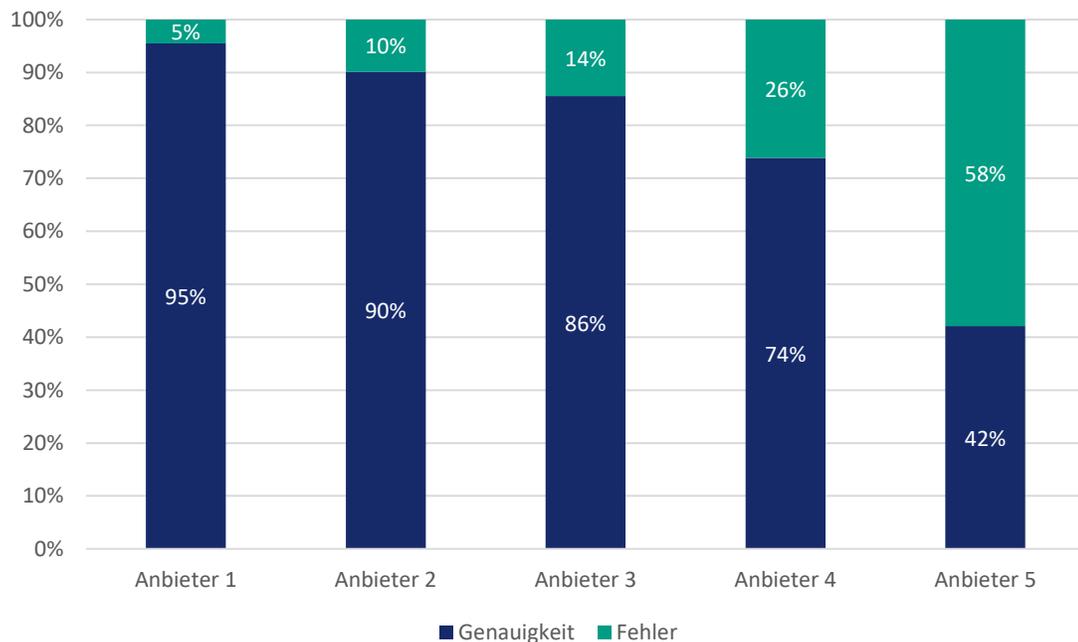
- Videoschnitt
- Bereitstellung von Probe-Videos
- Bereitstellung Auswertungstemplate
- Anleitung zum Ablauf
- Vorabgespräche zur Klärung von Fragen (nach Bedarf)
- Dienstleistungsvertrag mit AVV

Testkonzept

- 50 Minuten Video mit zwei Szenen
 - 1x Tag und 1x Nacht
- 10 Videos (1 pro Kamera) für jede Szene
- Bereitstellung von Zeitstempeln der Türöffnungsevents
- Bereitstellung der Videos als mp4-Datei über Sharepoint
- Bearbeitungszeit von 24h pro Anbieter
- Follow-up Gespräche für gegenseitiges Feedback

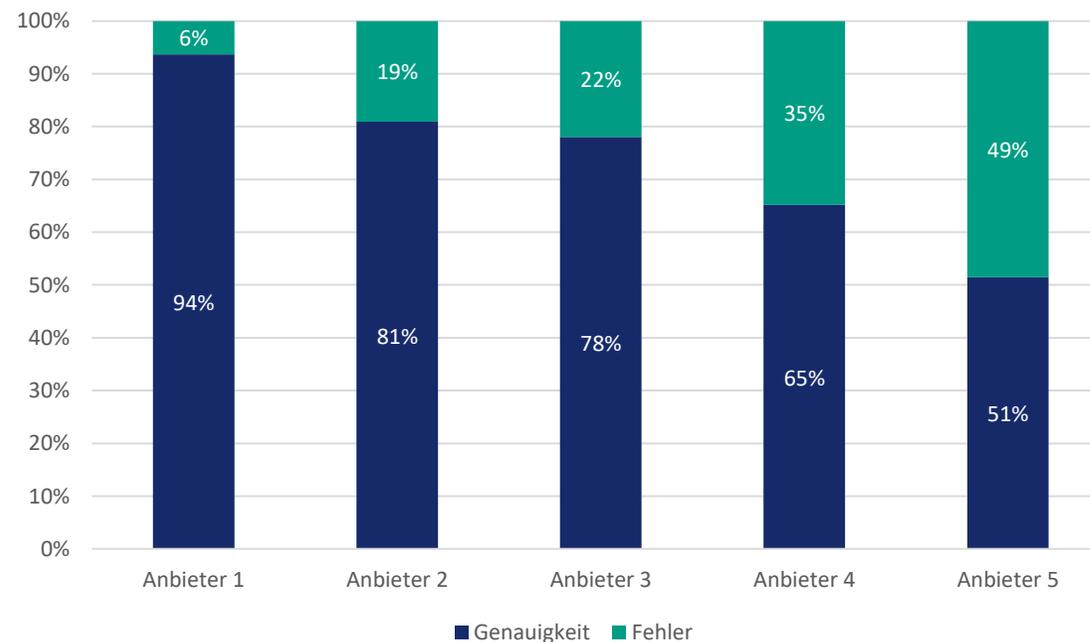
Aussteiger werden von den Anbietern schlechter detektiert als Einsteiger – Zählgenauigkeit insgesamt hoch

Genauigkeit Einsteigerzählung



Durchschn. Abweichung* Einsteiger	Tag	Nacht
Anbieter 1	1,12	0,82
Anbieter 2	2,73	2,04
Anbieter 3	4,25	3,56
Anbieter 4	6,71	7,05
Anbieter 5	26,92	15,27

Genauigkeit Aussteigerzählung



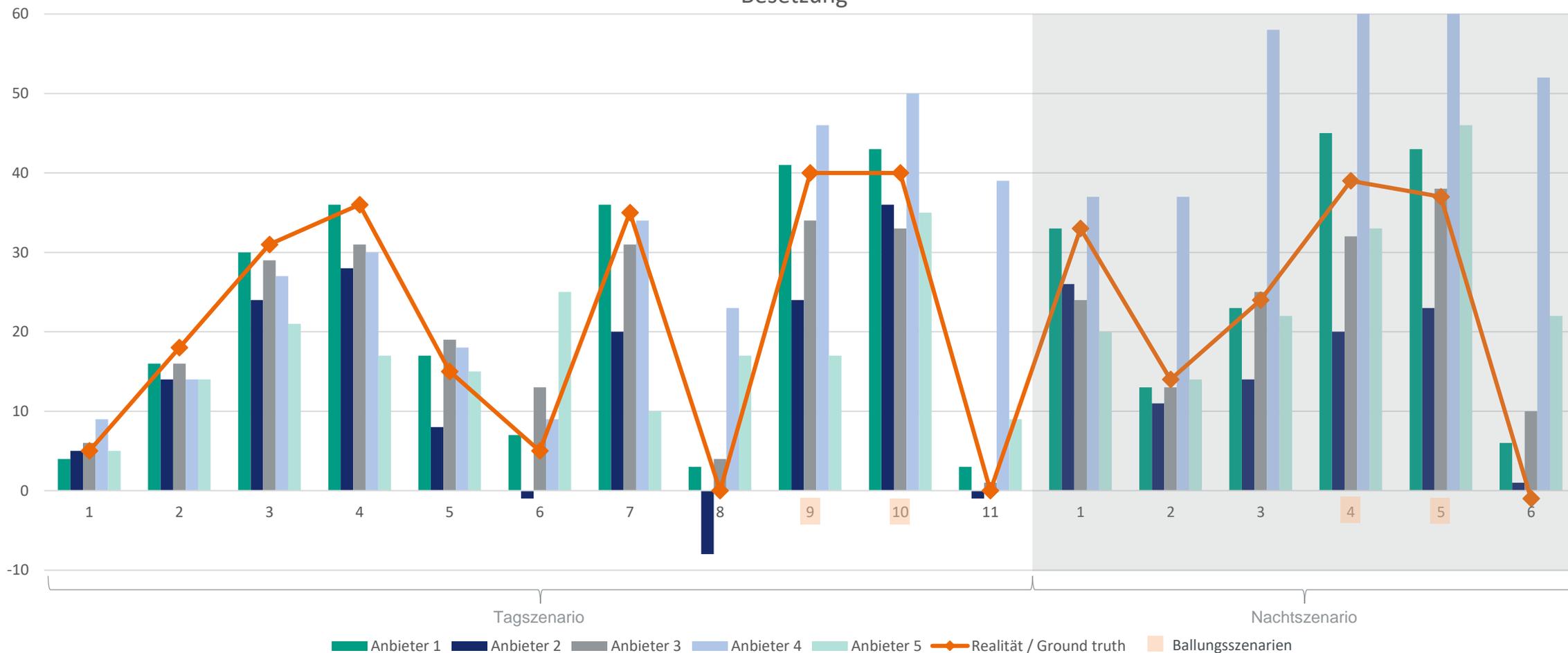
Durchschn. Abweichung* Aussteiger	Tag	Nacht
Anbieter 1	0,83	2,56
Anbieter 2	3,83	8,12
Anbieter 3	5,06	5,82
Anbieter 4	11,54	3,74
Anbieter 5	19,10	17,97

Ermittlung des zufälligen Fehlers nach VDV 457, Fehler = (Zählwert – manueller Vergleichswert) / manueller Vergleichswert; Auswertung für Tag und Nachtwerte

*Standardabweichung, Streuung um den Durchschnittswert

Die Besetzung wird im Tagszenario von nahezu allen Anbietern gut abgebildet – im Nachtszenario größere Abweichungen

Besetzung



Spezialisierte Anbieter schneiden in Summe besser ab als Branchenfremde

	Spezialisierte Anbieter			Branchenfremde Anbieter		
	Anbieter 1	Anbieter 2	Anbieter 3	Anbieter 4	Anbieter 5	Anbieter 6
Genauigkeit Einsteiger	90 %	95 %	42 %	86 %	74 %	-
Genauigkeit Aussteiger	81 %	94 %	51 %	78 %	65 %	-
Kinder	nein	nein	nein	nein	nein	-
Objekte	nein	ja	nein	nein	nein	-
Quelle-Ziel-Beziehung	nein	ja	nein	nein	nein	-
Heatmap	ja	nein	nein	nein	nein	-
Kommunikation	sehr gut	sehr gut	mittel	sehr gut	mittel	-
ÖPNV-Verständnis	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	schlecht	-
Datenschutz	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	mittel	-

Zwei Anbieter werden in den nächsten Projektphasen weiterbetrachtet – nächste Projektschritte

- Auf Basis der Ergebnisse wird in den nächsten Projektschritten mit den Anbietern Isarsoft und Visensys zusammengearbeitet
- Die Pilotierung wird in den nächsten Wochen vorbereitet
- Dabei stehen drei Punkte im Fokus:



ISARSOFT

Sitz: München
Gründung: 2019
Branche: ÖPNV + Smart City
Zugehörigkeit: Eigenständig



Sitz: Dortmund
Gründung: 2017
Branche: ÖPNV + Handel
Zugehörigkeit: Eigenständig

1. AFZS-Beschaffung

- Testfahrzeuge müssen Vergleichszählung ermöglichen
- Derzeit kein AFZS verbaut, Nachrüstung über das Projekt (2 FZ)

2. Datenschutzprüfung

- Erstes Screening bereits erfolgt
- Tiefenanalyse nur mit ausgewählten Anbietern
- Konzeptentwicklung für Umsetzung im Live-betrieb

3. Pilotierungskonzept & Weiteres

- Aufbau und Dauer des Testbetriebs
- Vertragliche Ausgestaltung mit den Anbietern



traffiQ
Lokale Nahverkehrsgesellschaft Frankfurt am Main mbH

Stiftstraße 9-17
60313 Frankfurt am Main

Telefon: 069 212 2 44 24

E-Mail: info@traffiQ.de
Internet: www.traffiQ.de