



# INTERAUTOMATION

## Echtzeitdaten im ÖPNV/SPNV = Steuerung von Verkehrsströmen?

Die Nutzung von Echtzeitdaten ist in Zeiten von GoogleMaps, Waze, TomTom LIVE und weiteren Services für den Individual-verkehr kein großes Thema mehr. Aber was hat eigentlich der ÖPNV/SPNV in dieser Hinsicht zu bieten? Welche Rolle spielen Echtzeitdaten im ÖPNV/SPNV, die über die reine Fahrzeit hinausgehen?



Stand April 2018

# Agenda

- Referent
- Vorstellung Firma, Produktportfolio und Entwicklung
- Echtzeitdaten im Schienenverkehr/ÖPNV  
(inkl. Exkurs Automatische Fahrgastzählung - Funktion und Anwendung)
- Use-Case Echtzeitdaten & Praxisbeispiel  
(inkl. Exkurs Onlinebesetzung)
- Projektmanagement - von der Projektidee bis zum Projektabschluss
- Fazit

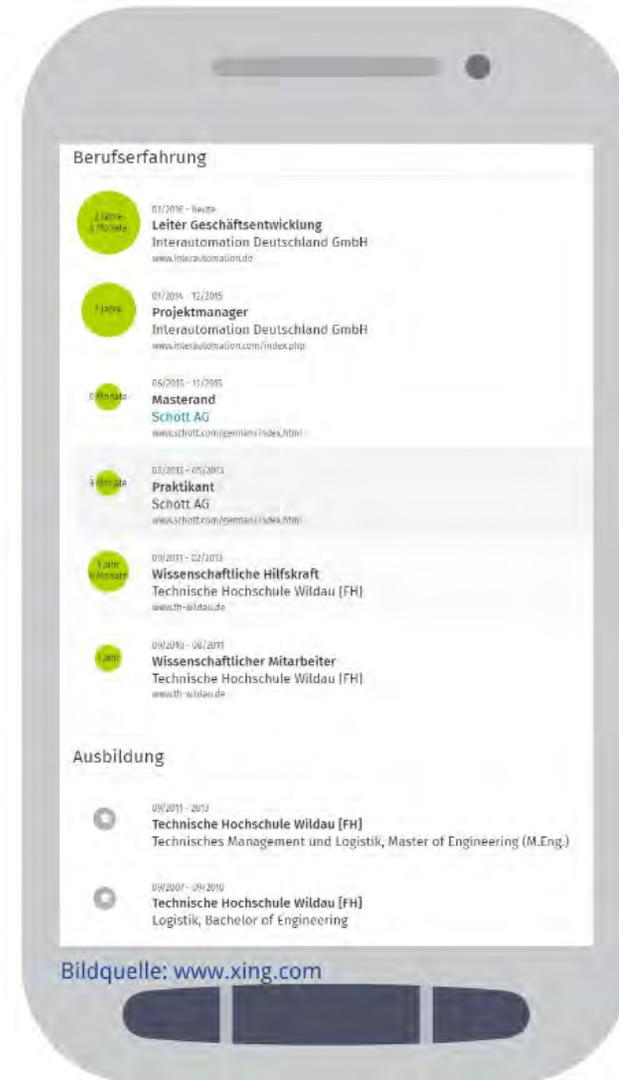
# Vorstellung Referent



**Thomas Rau, M.Eng.**  
Leiter Geschäftsentwicklung

INTERAUTOMATION Deutschland GmbH  
Lessingstraße 79  
13158 Berlin

Tel.: 030 9160 76-58  
eMail: thomasrau@interautomation.de



# INTERAUTOMATION Deutschland GmbH

**Geschäftsfeld:** IT-Lösungen für SPNV und ÖPNV

**Kunden:** Verkehrsunternehmen, Aufgabenträger, Fahrzeughersteller

**Mitarbeiter:** 40 Mitarbeiter

**Firmensitz:** Berlin Wilhelmsruh (Lessingstr. 79, 13158 Berlin)

**Geschäftsführender Gesellschafter:** Manuel Mang

**Gründung:** 1982

**Mitgliedschaften:** Verband der Bahnindustrie, Allianz pro Schiene, Interdisziplinärer Forschungsverbundes Bahnindustrie e.V., E-Bus Pro Netzwerk, und weitere

**Zertifizierungen:** ISO 9001:2015 Reg. Nr.: 12 100 15785 TMS  
IRIS Re.: 02 Zertifikat.Nr.: 12 113 15785



Bildquelle: magenta Kommunikation, Design und Neue Medien GmbH & Co. KG



# vor 2000

- Gebäudeautomation - Zutrittskontrollsystem
  - Terminals
  - Serverkomponente WinCASA für Zeiterfassung und Administration

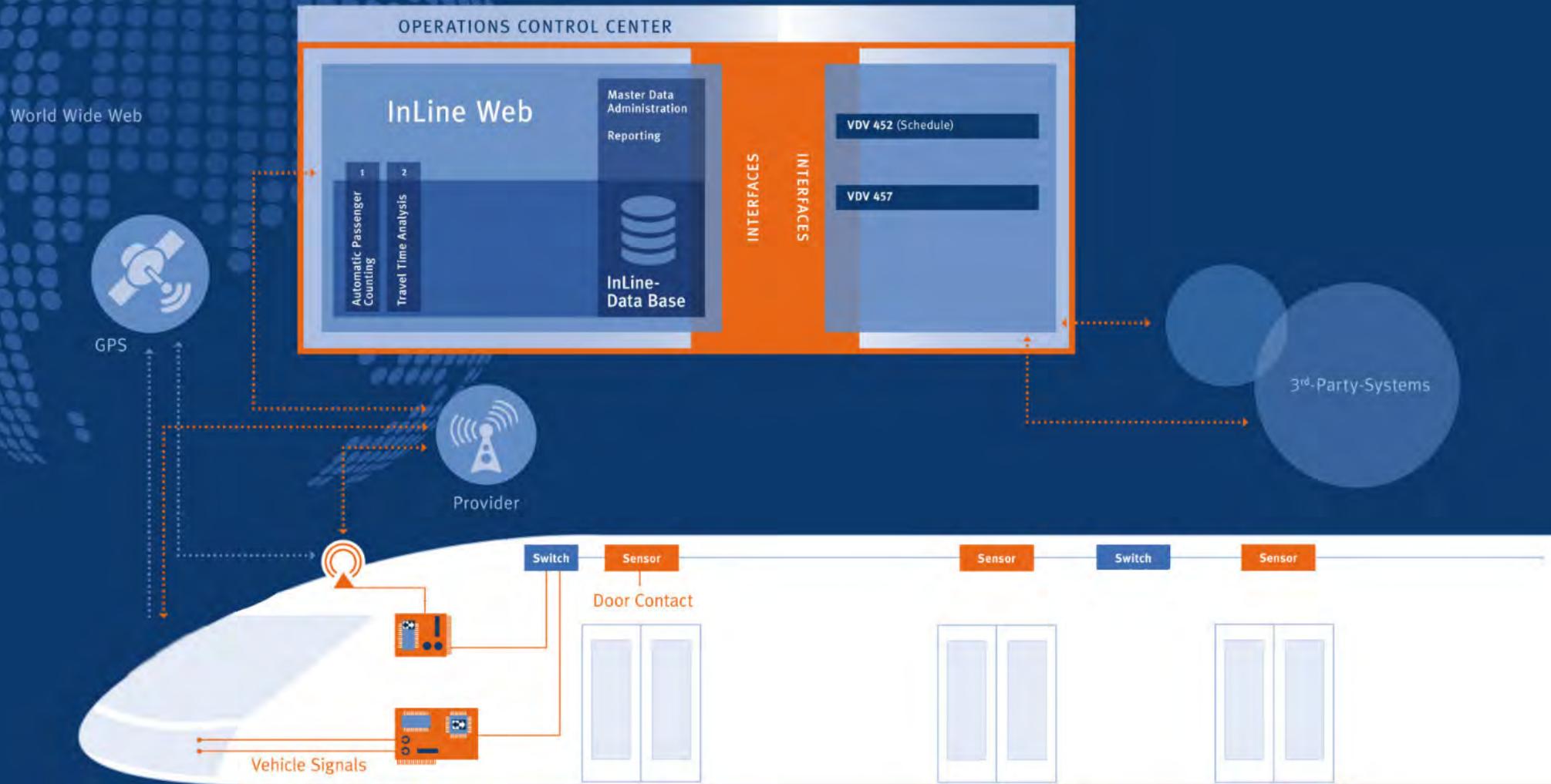


# 2000 - 2004

- Migration aus Markt für Zutrittskontrolle und Zeiterfassung in den Verkehrssektor
- Erste Projekte im ÖPNV/SPNV-Sektor
- Entwicklung und Fertigung von neuen Fahrzeugkomponenten (Bordrechner und Kommunikationsmodul)
  - Qualifizierung & Zertifizierung für die Bahnbranche



# Solutions and Systems for a Moving Business





# 2005 - 2017



## **Entwicklung InLineWeb (ehem. InCount)**

- vornehmlich für das Pünktlichkeitsmonitoring (FZA) und die Automatische Fahrgastzählung (AFZ)
- Lernkurve -> robustes System, Kundenwünsche
- Lösungen aus einer Hand (Fahrzeug- und Landseite)
- Datendrehscheibe Echtzeitdaten

## **Erweiterung der Produktpalette um**

- mobile Komponenten (Windows mobile, Blackberry, Android),
- Dynamische Fahrgastinformation (DFI) und
- Fahrerassistenzsystem (FAS)
- > bis zu 12% Energieeinsparung nachgewiesen

## **Hardware u Fahrzeuglösungen**

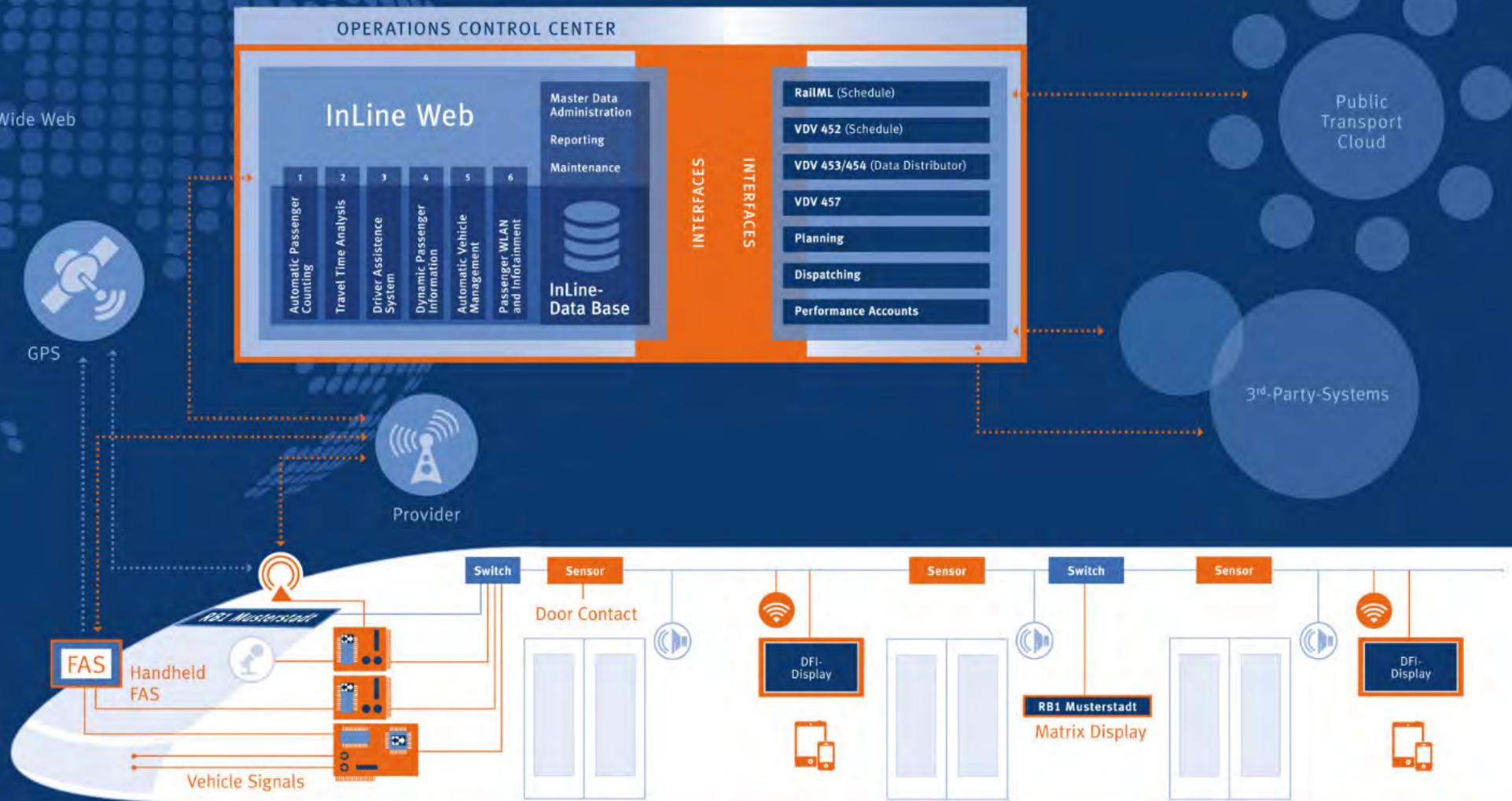
- Weiterentwicklung der Fahrzeug-Hardware (Ethernet)
- verschlüsselte Kommunikation (https, SSL)
- mobile Endgeräte für Kundenbetreuer und Triebfahrzeugführer
- virtueller Bordrechner

## **Referenz-Großprojekte**

- BVG - AFZS U-Bahn Berlin  
(77Fzg. ca. 2.500 Komponenten)
- SBM - AFZS S-Bahn München  
(52 Fzg., ca. 4.000 Komponenten)



# Solutions and Systems for a Moving Business





# 2005 - 2017



## **Entwicklung InLineWeb (ehem. InCount)**

- vornehmlich für das Pünktlichkeitsmonitoring (FZA) und die Automatische Fahrgastzählung (AFZ)
- Lernkurve -> robustes System, Kundenwünsche
- Lösungen aus einer Hand (Fahrzeug- und Landseite)
- Datendrehscheibe Echtzeitdaten

## **Erweiterung der Produktpalette um**

- mobile Komponenten (Windows mobile, Blackberry, Android),
- Dynamische Fahrgastinformation (DFI) und
- Fahrerassistenzsystem (FAS)
- > bis zu 12% Energieeinsparung nachgewiesen

## **Hardware u Fahrzeuglösungen**

- Weiterentwicklung der Fahrzeug-Hardware (Ethernet)
- verschlüsselte Kommunikation (https, SSL)
- mobile Endgeräte für Kundenbetreuer und Triebfahrzeugführer
- virtueller Bordrechner

## **Referenz-Großprojekte**

- BVG - AFZS U-Bahn Berlin  
(77Fzg. ca. 2.500 Komponenten)
- SBM - AFZS S-Bahn München  
(52 Fzg., ca. 4.000 Komponenten)



# 2017/2018

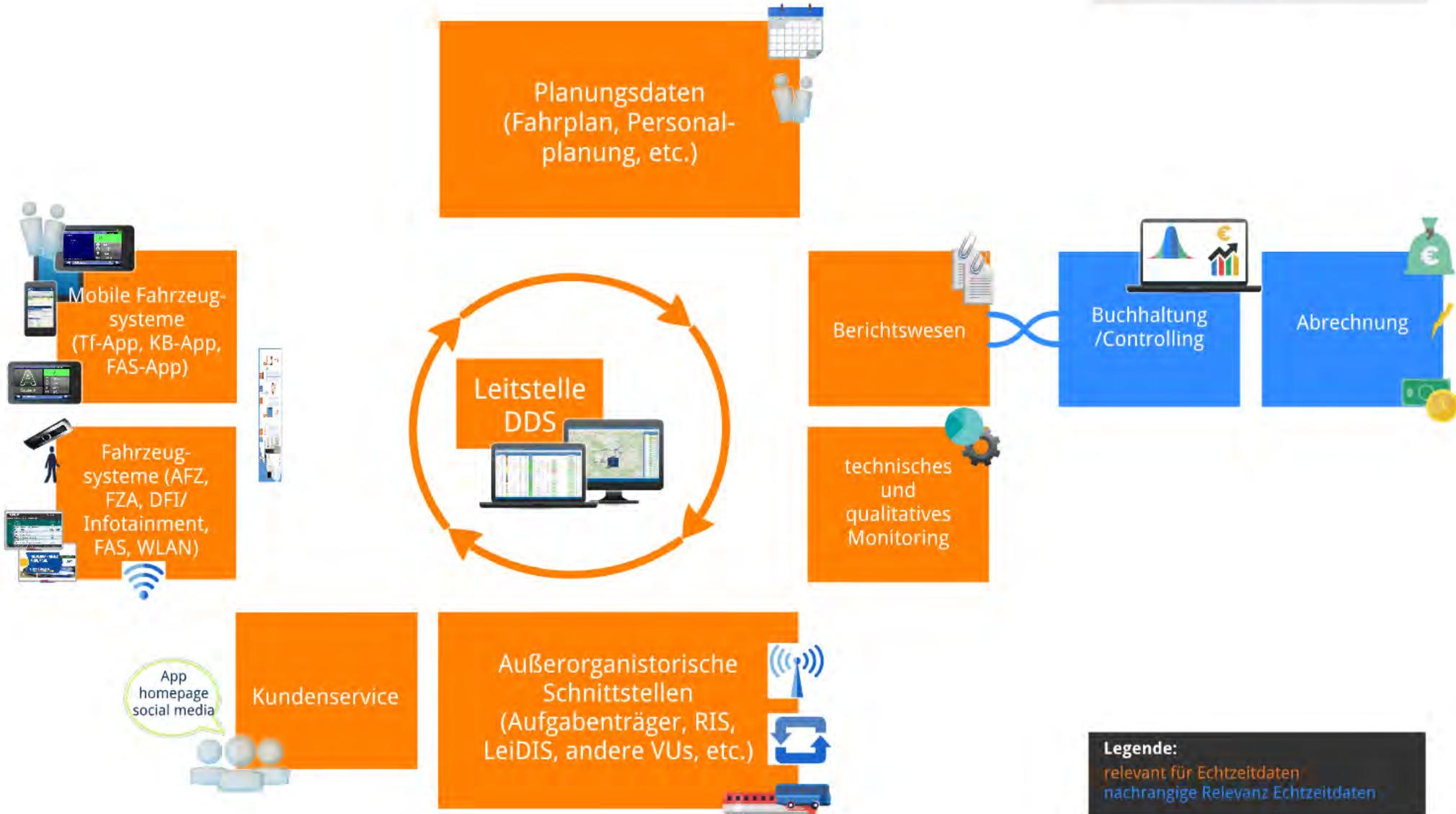
## Wo stehen wir heute?



# Betriebssteuerung im VU mit INTERAUTOMATION

**Abkürzungen**

VU	Verkehrsunternehmen
DFI	Dynamische Fahrgastinformation
FAS	Fahrerassistenzsystem
AFZ	Automatische Fahrgastzählung
Tf	Triebfahrzeugführer
KB	Kundenbetreuer



# Beispiele Arten von Echtzeitdaten im Schienenverkehr/ÖPNV

## Soll-Ist-Vergleich:

- 
- Pünktlichkeitsdaten (Plan vs. Echtzeitlage)
  - Gleisinformationen
  - Anschlussbeziehungen
  - Fahrweg/Verkehrsmittel (bspw. Umleitung)
  - Traktion (ein Fahrzeug, mehrere Fahrzeuge)
  - Wagenreihung
  - Fahrradabteile
  - ...

## Zustandsdaten:

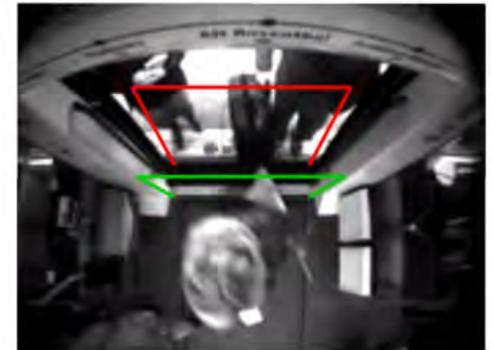
- Infrastruktur (bspw. Weichen, Signale, Bahnübergänge, ...)
  - Fahrzeug (Betriebsstunden, Km-Leistung, Toilettenfüllstand, Türstörung, ...)
  - Subsysteme (Systemstatus, Fehlermeldungen, ...)
  - ...
- 
- Fahrzeugbesetzung (Belegung (Kategorien), Belegungsverteilung, ...)
    - Belegung (Kategorien)
    - Belegungsverteilung



[Exkurs - Automatische Fahrgastzählung - Funktion und Anwendung]

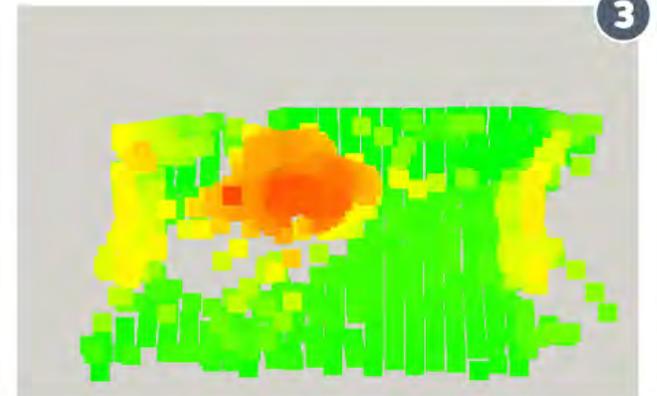
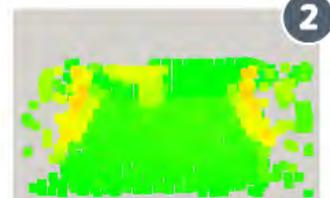
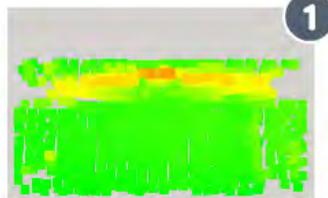
## (Stereo-)Videosensoren (APC-R)

- Bilddatenerkennung



## 3D-Lasersensorik (DIST 4 & DIST 500 / Matrix Sensor)

- Time of flight (TOF)-Messverfahren
- mit (4 oder) 500 Bildpunkten



ab ca. 2008

heute

3

→

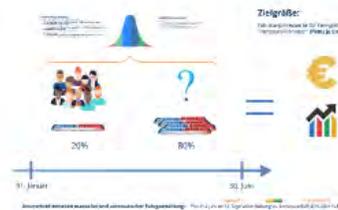
# Herkömmliche Nutzung von AFZ

## Einnahmenaufteilung

- Verbundgebiet
- mehrere Leistungserbringer
  - SPNV: DB AG, ODEG, NEB, ...
  - ÖPNV: S-Bahn Berlin GmbH, BVG, ...
- mehrere Möglichkeiten des Tickerwerbs
  - Ticketschalter
  - Fahrkartenautomat (stationär, mobil)
  - Servicepersonal (Kundenbetreuer)
  - Zeit-/Abotickets
  - Onlinetickets



## Hochrechnung (gemäß TUVK)



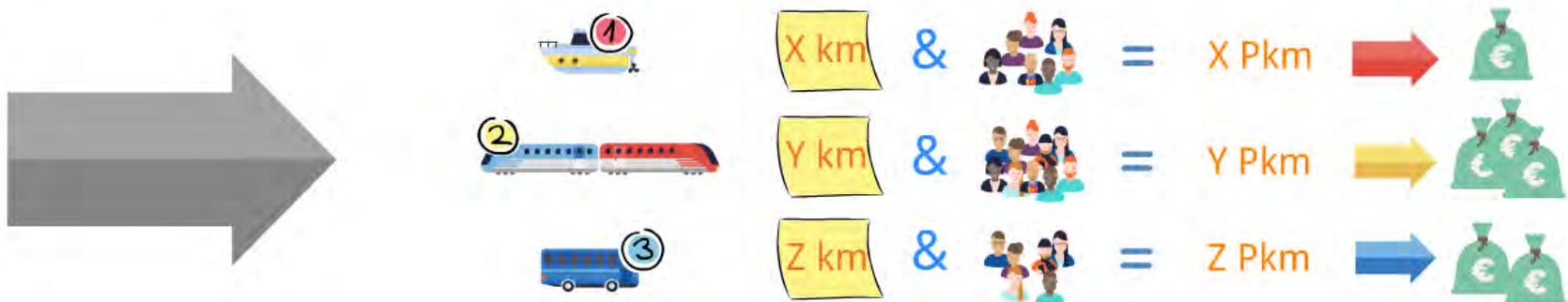
## Betriebsanalyse

- Auslastung der Verkehrsmittel (Zeitschichten, Wochentage...)
  - Nutzung der Ergebnisse für:
    - Betriebs-/Fahrzeugeinsatzplanung
    - Fahrkartenkontrollen
    - Personaleinsatzplanung (bspw. Begleitpersonal)
    - Planung der Fahrzeugreinigung
    - Vermarktung von Werbeflächen durch "Sichtbarkeitsfaktor"
    - etc.
- Änderungsauswirkungsanalysen
  - bspw. Erhöhung des Transportvolumens durch Einsatz neuer Fahrzeuge = Änderung des Fahrgastaufkommens???
  - Verteilung des Fahrgastaufkommens durch Taktzeiterhöhung oder Erhöhung der Pünktlichkeit???
  - Erhöhung der Fahrkartenpreise = Verringerung der Monatsabonnements, aber Fahrgastaufkommen ist unverändert -> mehr Schwarzfahrer? = Erhöhung der Kontrollen?etc.



# Einnahmenaufteilung

- Verbundgebiet
- mehrere Leistungserbringer
  - SPNV: DB AG, ODEG, NEB, ...
  - ÖPNV: S-Bahn Berlin GmbH, BVG, ...
- mehrere Möglichkeiten des Ticketerwerbs
  - Ticketschalter
  - Fahrkartenautomat (stationär, mobil)
  - Servicepersonal (Kundenbetreuer)
  - Zeit-/Abotickets
  - Onlinetickets



# Hochrechnung (gemäß TuVk)

## Verfahrensgrundsätze:

- Geschichtete Hochrechnung, erwartungstreue Schätzung
- Schichtung: Zählstrecke + Wochentagstyp + Zählperiode (Fahrplanhälfte)
- Beachtung Besonderheiten im SPNV
  - variable Zugbildung: Störten, Schichten, Traktion, erhabene Teilzufüge, Talanordnung
  - Verarbeitung des Ist-Fahrzeugbestandes (vgl. auch MDV 457 V2.0 Leistungsverfahren)
- Grundgesamtheit aller Fahrten
  - Ausgangspunkt: Jahresfahrpläne, Rasterfahrpläne bei Abweichungen ab 6 Wochen
- AFZ-Verarbeitung
  - zertifiziertes System, Güterprüfung, Saldierung, Verweis auch auf V0V 457 V2.0
  - Hochrechnung und Fortschreibung des Erhebungsstands zu verteilten

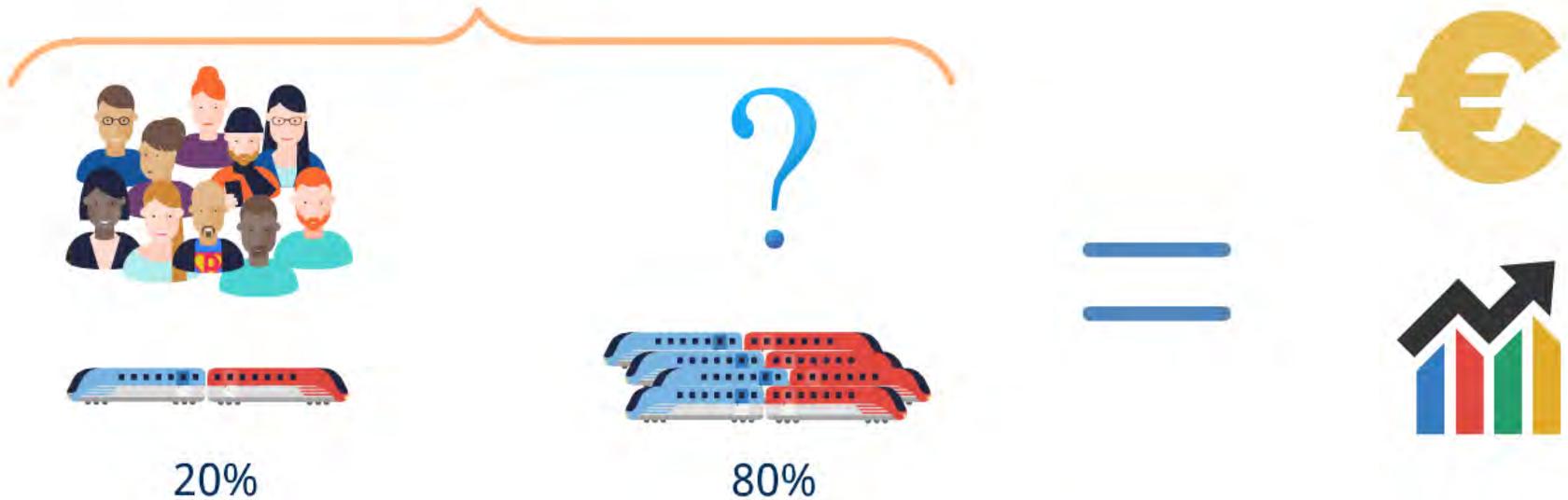


## Qualitätsmanagement:

- Nachweis
  - der vollständigen Stichprobenerhebung (e Zug-/Zeitschnitt)
  - Stichprobenfehler < 5%
  - der Transformationsquote (wertbare AFZ-Daten)

## Zielgröße:

Fahrplanjahreswerte für Kenngröße "Personenkilometer" (Pkm) je Linie



**Unterschied zwischen manueller und automatischer Fahrgastzählung:** \*1x in 2 Jahren 14 Tage Vollerhebung vs. kontinuierlich 20% aller Fahrten

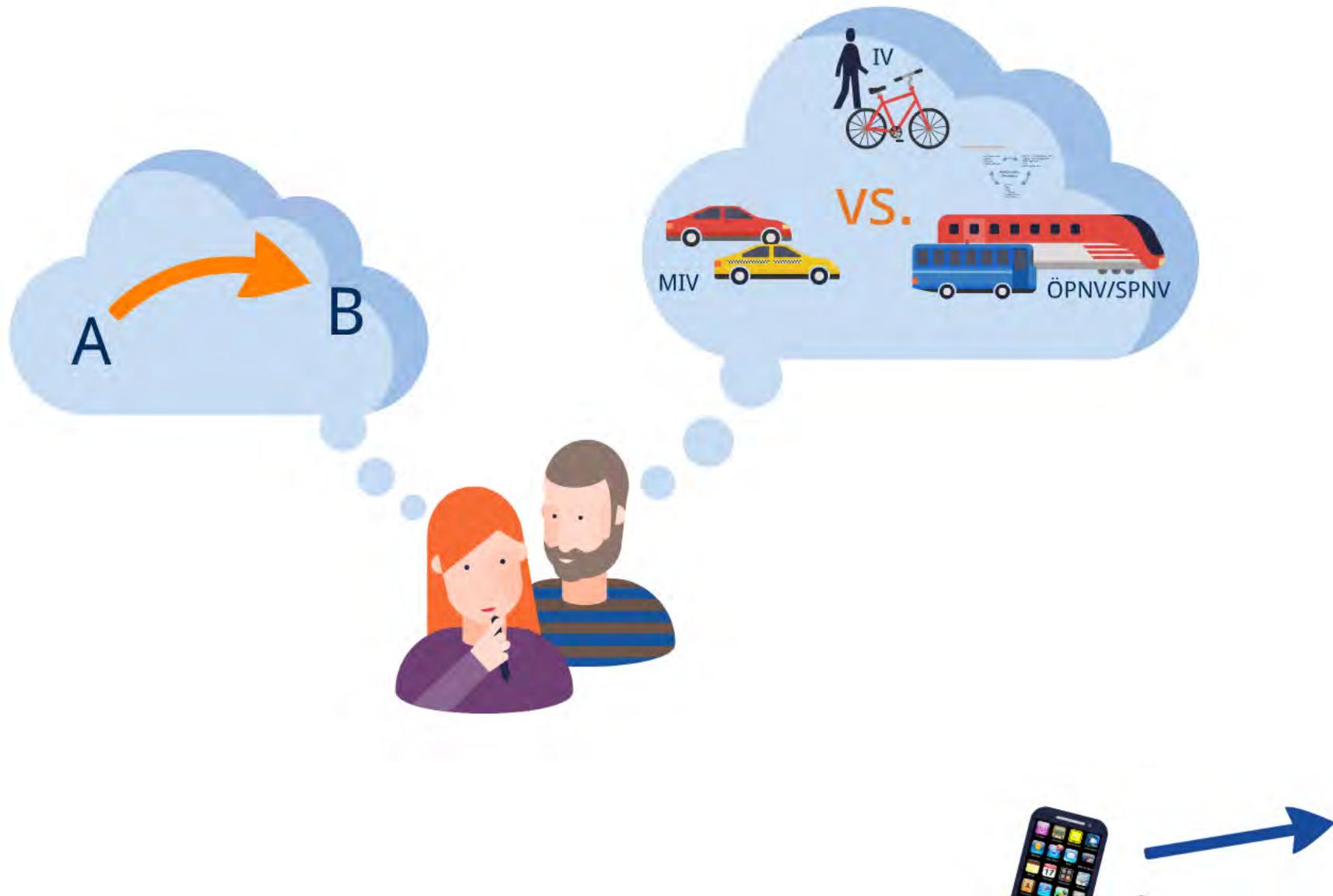
manuell automatisch

# Betriebsanalyse

- Auslastung der Verkehrsmittel (Zeitschichten, Wochentage...)
  - Nutzung der Ergebnisse für:
    - Betriebs-/Fahrzeugeinsatzplanung
    - Fahrkartenkontrollen
    - Personaeinsatzplanung (bspw. Begleitpersonal)
    - Planung der Fahrzeugreinigung
    - Vermarktung von Werbeflächen durch "Sichtbarkeitsfaktor"
    - etc.
- Änderungsauswirkungsanalysen
  - bspw. Erhöhung des Transportvolumens durch Einsatz neuer Fahrzeuge = Änderung des Fahrgastaufkommens???
  - Verteilung des Fahrgastaufkommens durch Taktzeiterhöhung oder Erhöhung der Pünktlichkeit???
  - Erhöhung der Fahrkartenpreise = Verringerung der Monatsabonnements, aber Fahrgastaufkommen ist unverändert -> mehr Schwarzfahrer? = Erhöhung der Kontrollen?etc.



# UseCase Verkehrsmittelwahl



## Recherche Reismöglichkeiten

Individualverkehr:

- Laufen
- Fahrrad
- Sharring-Dienste



Motorisierter Individualverkehr:

- eigenes Kfz/Motorrad/Roller
- Sharring-Dienste
- Taxi
- Mitfahrgelegenheit

Multimodale  
Reisekette

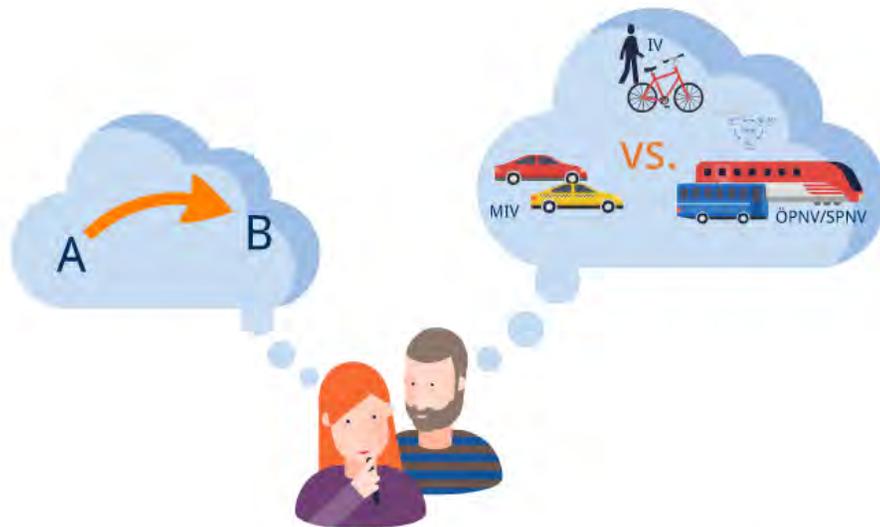


Ö/SPNV:

- Bus
- Tram
- U-/S-Bahn
- Regional Bahn
- Fernverkehr



## UseCase Verkehrsmittelwahl



- bspw. GoogleMaps
- Service-Anbieter (Sharring)

- bspw. GoogleMaps
- Navigationssystem Auto
- Service-Anbieter (Taxi, Uber, Sharring)

- bspw. GoogleMaps
- Auskunftsdienste ÖPNV

# Faktoren der Verkehrsmittelwahl

	IV	MIV	ÖPNV
 Kosten	3	1	2
 Zeit (Dauer, Pünktlichkeit, Verfügbarkeit)			
 Anlass (Weg zur Arbeit, Reise, Transport, etc.)			
 Komfort	1	3	1, 2
 Ökologie	3	1	2
 Wetter	1	2	2
 Sicherheit (Verkehr, persönliches Sicherheitsempfinden)			

# Informationenlage

	Fokus	Ggf. interessant:
<b>Individualverkehr:</b>	Route (kürzeste/schnellste), Steigung/ Gefälle, Kosten - SharringDienste	Qualität der Wege, Verkehrssicherheit (Ausbau Fuß- und Radwege), Traffic/ Auslastung
<b>Motorisierter Individualverkehr:</b>	Route (kürzeste/schnellste), Traffic/ Auslastung, Baustellen, Kosten - SharringDienste, Taxi	Straßenqualität, Energieeffizienteste Route (min. /Bremsen/Beschleunigung, Grüne Welle)
<b>ÖPNV/SPNV:</b>	Schnellste Verbindung, Taktzeit, Anzahl Umsteigerelationen, Pünktlichkeit, Ersatzverkehre, Kosten, Fahrradmitnahme, Barrierefreiheit	weitere Komfortmerkmale, Auslastung, Besetzungsverteilung

- ✓ • Fokus zumeist auf Verbindungssuche, ohne erweiterte Meta-Daten für ÖPNV
- ✓ • keine wirkliche Intermodalität in Apps abbildbar
- ✓ • Zeit, Kosten u vereinzelt Ökologie im Vordergrund



Kapazitätsauslastung spielt wichtige Rolle

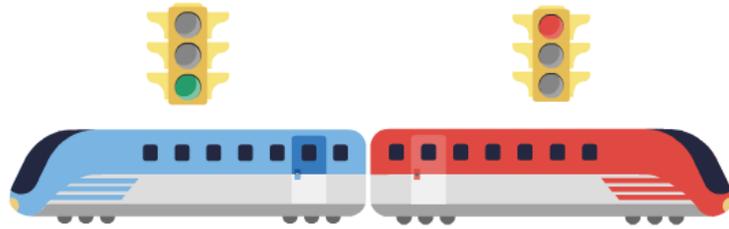
- für Straße bekannt → für ÖPNV auch maßgeblicher Faktor



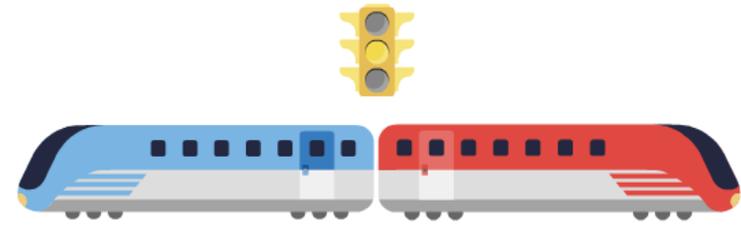
[Exkurs - Onlinebesetzung]

# Onlinebesetzung

- Besetzungsermittlung für unterschiedliche Gefäßgrößen (bspw. Wagen, Wagenkasten, Zug, etc.)



**Beispiel:** Onlinebesetzung wagenscharf mit Zählung an Wagenübergängen



**Beispiel:** Onlinebesetzung zugscharf



## Mehrwert:

- Bessere Planbarkeit für Ersatzverkehre auf Basis von historischen und Echtzeitdaten
- Information für Fahrgäste
  - am Bahnsteig im Vorfeld des Zustiegs
  - über die DFI oder den Kundenbetreuer für Umsteigerelationen
- Information für den Triebfahrzeugführer



## Erfordernisse:

- AFZ-Vollausstattung
- Echtzeit-Datenverarbeitung direkt im Fahrzeug/ Verzögerungsfreie Datenübertragung
- Standard zur Datenübergabe/-übernahme -> Mehrwert für den Kunden nur gegeben, wenn Daten in der Fläche verfügbar (Internet, App, Bahnsteig...)

# Ist-Haltezeiten

- Statistische Erfassung
  - Fahrplanung
  - Verbesserung der Planungsgrundlage (bspw. hinsichtlich Jahreszeiten)
- Erweiterung um Detektion von Fahrgastwechselzeiten
  - Besetzungsgrad
  - Onlinebesetzung



## **Mehrwert:**

- verbesserte Prognosefähigkeit in Abhängigkeit des tatsächlichen Fahrgastaufkommens
- Nutzbar für weitere Systeme (z.B. Fahrerassistenzsystem)



## **Erfordernisse:**

- Erreichen einer statistisch signifikanten Datengrundlage
- Datenverarbeitung direkt im Fahrzeug
- AFZ-Vollausstattung (nicht zwingend erforderlich, sorgt aber für schnelleres Erreichen einer statistisch signifikanten Datengrundlage)

# Kapazitätsauslastung Schienenfahrzeuge = Anzeige Onlinebesetzung

## Praxisbeispiel: Onlinebesetzungsanzeige im VBB-Verbundgebiet

### Projektgegenstand:

1. Generell - Ermittlung der Transportleistung je mit Hilfe von Automatischer Fahrgastzählssysteme (AFZS)
2. Zukünftig - Ermittlung des Saldos zwischen Einsteigern und Aussteigern (Personen & Fahrräder) in Echtzeit + Übermittlung an weitere Systeme für

- ➔ Nutzung in der Leitstelle (bereits realisiert)
- ➔ Anzeige in Auskunftsplattformen (vbb.de, bahn.de/DB Navigator, ...)
- ➔ Anzeige an stationären Zugzielanzeigern



Bild 1: Leitstelle



Bild 2: Auskunftsplattformen



Bild 3: Zugzielanzeiger

### Schritte zum und im Projekt:

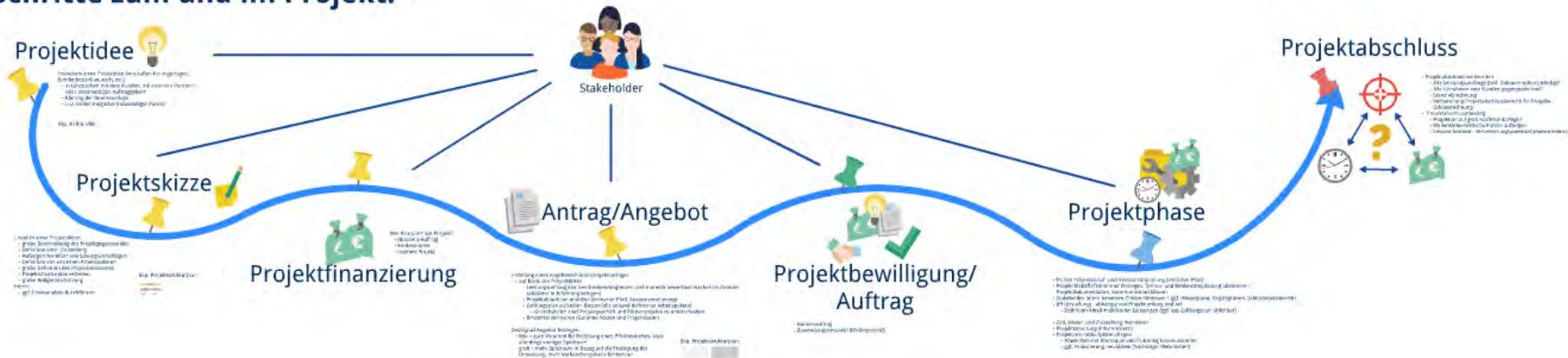




Bild 1: Leitstelle

# Kapazitätsauslastung Schienenfahrzeuge = Anzeige Onlinebesetzung

## Praxisbeispiel: Onlinebesetzungsanzeige im VBB-Verbundgebiet

### Projektgegenstand:

1. Generell - Ermittlung der Transportleistung je mit Hilfe von Automatischer Fahrgastzählsysteme (AFZS)
2. Zukünftig - Ermittlung des Saldos zwischen Einsteigern und Aussteigern (Personen & Fahrräder) in Echtzeit + Übermittlung an weitere Systeme für

- ➔ Nutzung in der Leitstelle (bereits realisiert)
- ➔ Anzeige in Auskunftsplattformen (vbb.de, bahn.de/DB Navigator, ...)
- ➔ Anzeige an stationären Zugzielanzeigern



Bild 1: Leitstelle

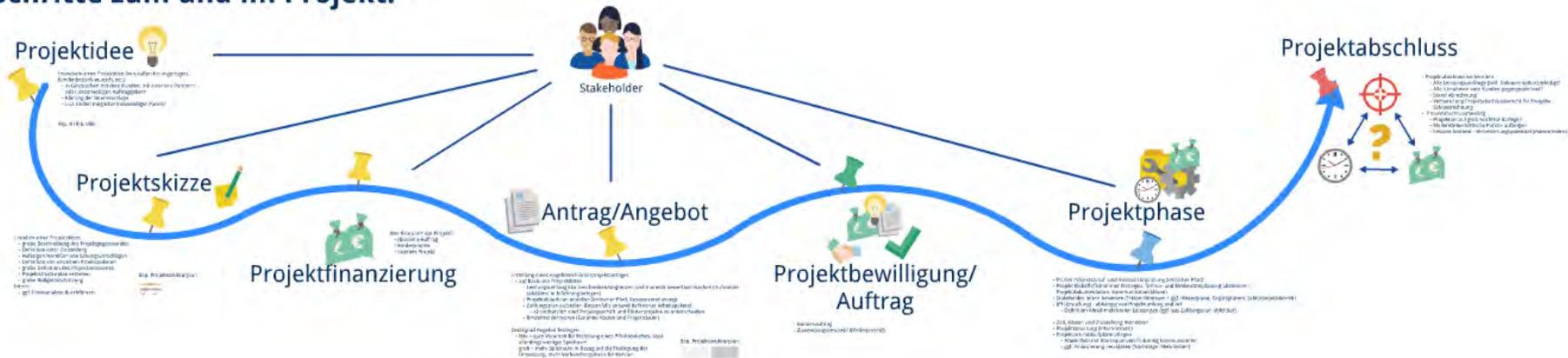


Bild 2: Auskunftsplattformen



Bild 3: Zugzielanzeiger

### Schritte zum und im Projekt:



# Projektidee



Entwickeln einer Projektidee (von außen herangetragen, Kundenbedarf/-wunsch, etc.)

- in Gesprächen mit dem Kunden, mit externen Partnern oder anderweitigen Auftraggebern
- Klärung der Interessenlage
- u.U. finden möglicher/notwendiger Partner

Bsp. NEB & VBB



# Projektskizze



Erstellen einer Projektskizze:

- grobe Beschreibung des Projektgegenstandes
- Definition einer Zielstellung
- Aufzeigen/Anreißen von Lösungsvorschlägen
- Definition von einzelnen Arbeitspaketen
- grobe Definition des Projektzeitraumes
- Projektstrukturplan erstellen
- grobe Budgetabschätzung

intern:

- ggf. Risikoanalyse durchführen

Bsp. Projektstrukturplan





Wer finanziert das Projekt?

- (Kunden)-Auftrag
- Förderprojekt
- internes Projekt

# Projektfinanzierung



# Antrag/Angebot



## Erstellung eines Angebotes/Förderprojektantrages

- auf Basis von Projektskizze
  - Leistungsumfang klar beschreiben/abgrenzen und monetär bewertbar machen (Aufwände schätzen/ in Erfahrung bringen)
  - Projektablaufplan erstellen (kritischer Pfad, Ressourcenplanung)
  - Zahlungsplan aufstellen (bestenfalls anhand definierter Arbeitspakete)
    - Grundsätzlich sind Projektgeschäft und Förderprojekte zu unterscheiden
  - Bindefrist definieren (Garantie Kosten und Projektdauer)

## Detailgrad Angebot festlegen

- fein = gute Vorarbeit für Erstellung eines Pflichtenheftes, lässt allerdings weniger Spielraum
- grob = mehr Spielraum in Bezug auf die Festlegung der Umsetzung, mehr Verhandlungsbasis für Kunden

## Bsp. Projektstrukturplan





# Projektbewilligung/ Auftrag

- Kundenauftrag
- Zuwendungsbescheid (Förderprojekt)

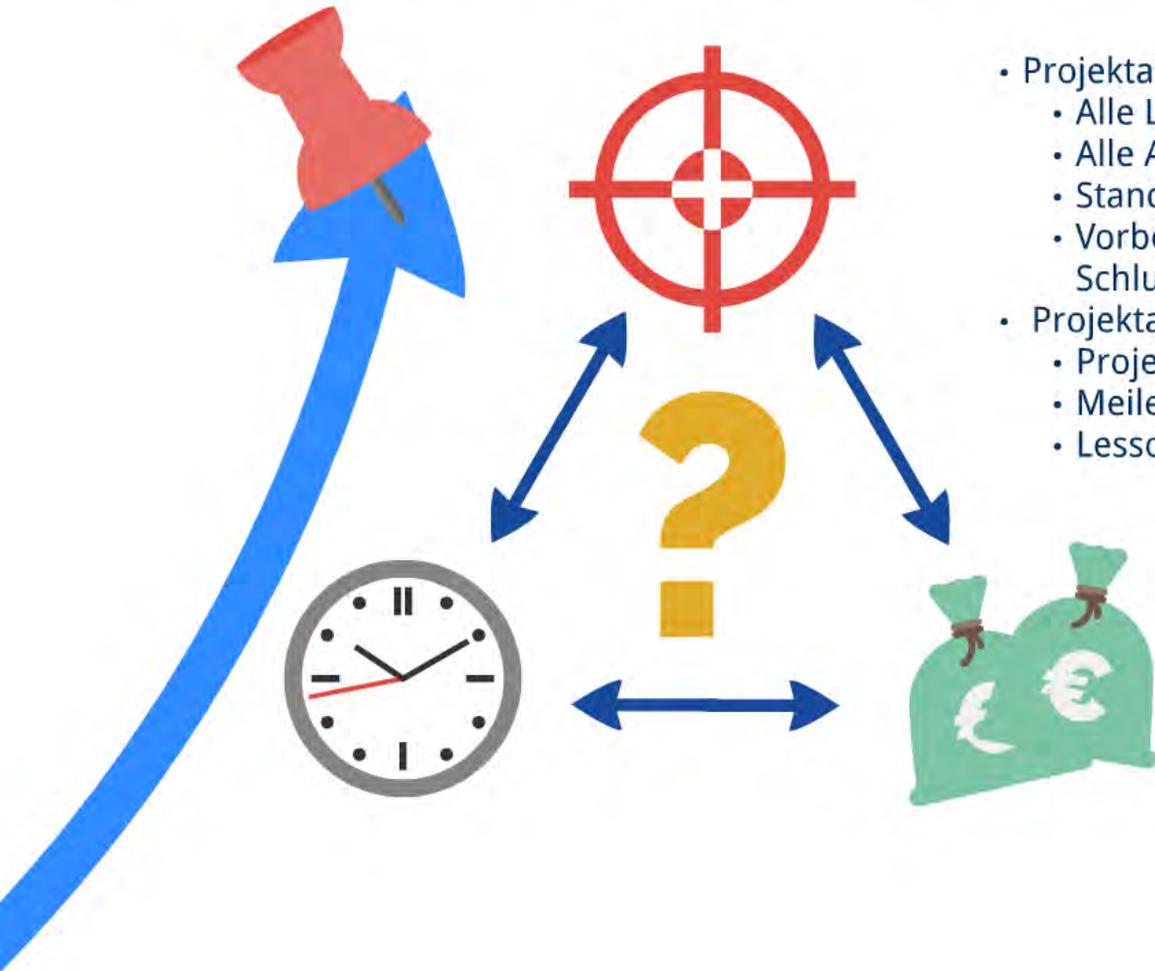


# Projektphase



- Prüfen Projektablauf- und Ressourcenplanung (kritischer Pfad)
- Projekt Kickoff (Teilnehmer festlegen, Termin- und Meilensteinplanung abstimmen, Projektdokumentation, Kommunikation klären)
- Stakeholder intern bewerten (Treiber/Bremser + ggf. Hintergrund, Organigramm, Schlüsselpositionen)
- (PH-Erstellung) - abhängig von Projektumfang und Art
  - Definition Abnahmekriterien Leistungen (ggf. aus Zahlungsplan ableitbar)
- Zeit, Kosten und Zielstellung monitoren
- Projektsteuerung (intern/extern)
- Projektzeit-/ablaufpläne pflegen
  - Abweichen mit Konsequenzen frühzeitig kommunizieren
  - ggf. Finanzierung neu klären (Nachträge, Mehrkosten)

# Projektabschluss



- Projektabschluss vorbereiten
  - Alle Leistungsumfänge (inkl. Dokumentation) erledigt?
  - Alle Abnahmen vom Kunden gegengezeichnet?
  - Stand Abrechnung
  - Vorbereitung Projektabschlussbericht für Freigabe
  - Schlussrechnung
- Projektabschlussmeeting
  - Projektverlauf grob nochmal darlegen
  - Meilensteine/kritische Punkte aufzeigen
  - Lessons learned - Verbesserungspotenzial (extern/intern)

## Fragestellung:

### Echtzeitdaten im ÖPNV/SPNV = Steuerung von Verkehrsströmen?

Die Nutzung von Echtzeitdaten ist in Zeiten von GoogleMaps, Waze, TomTom LIVE und weiteren Services für den Individualverkehr kein großes Thema mehr. Aber was hat eigentlich der ÖPNV/SPNV in dieser Hinsicht zu bieten? Welche Rolle spielen Echtzeitdaten im ÖPNV/SPNV, die über die reine Fahrzeit hinausgehen?

## Fazit:

Der ÖPNV/SPNV hat vielerlei Echtzeitdaten zu bieten, deren Potenziale gerade in Bezug auf die Verkehrssteuerung noch erschlossen werden müssen und zunehmend erschlossen werden.

Vielerlei Daten vorhanden, deren Potenzial noch nicht ausgeschöpft ist.

Echtzeitdaten in unterschiedlicher Form vorhanden

- viele dienen dem Funktionsmonitoring (bspw. Predictive Maintenance)
- wenige helfen den Betrieb zu optimieren --> systembedingt



### **Ansatzpunkt Onlinebesetzungsanzeige von Zügen in Apps und auf Bahnsteigen für**

- Optimierung der Haltezeiten durch Verteilungsanzeige - pünktlicher Betriebsablauf
- (größtes Potenzial bietet hier die Fahrradzählung - Vermeidung verlängerter Haltezeiten)
- Komfortsteigerung - bessere Verteilung der Fahrgäste in Zügen
- Vermeiden von Gedrängesituationen - verändertes Sicherheitsempfinden
- Nivellieren des Fahrgastaufkommens zu Stoßzeiten



# INTERAUTOMATION

*Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!*



**INTERAUTOMATION Deutschland GmbH**  
Lessingstraße 79  
13158 Berlin

Tel.: +49 30 91 60 76-0  
Fax: +49 30 91 60 76-20

E-Mail: [vertrieb@interautomation.de](mailto:vertrieb@interautomation.de)  
Web: <http://www.interautomation.de>

