



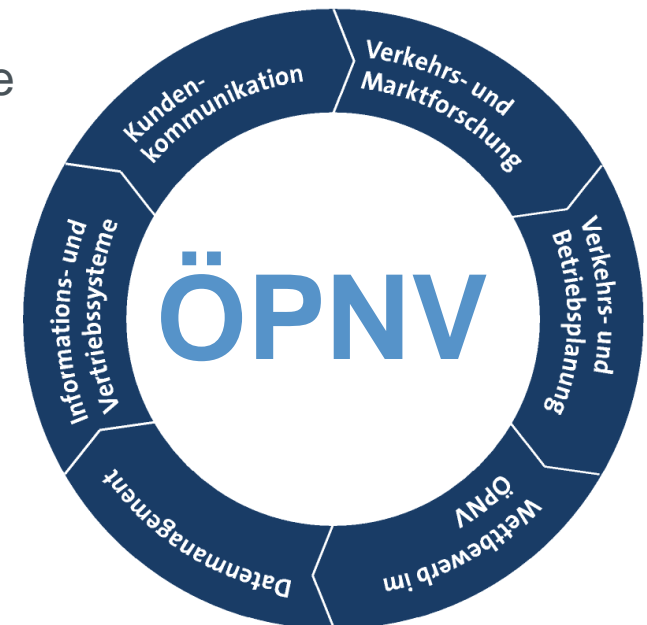
Erfassungsgenauigkeit von Smartphone basierten BIBO- EFM-Systemen



Themenfelder der rms

Wir bieten Beratung, Planung und Dienstleistungen in den Bereichen:

- Datenmanagement
- Fahrgastinformations- und Vertriebssysteme
- Wettbewerb im ÖPNV
- Verkehrs- und Betriebsplanung
- Verkehrs- und Marktforschung
- Call-Center und AST-Zentrale
- Redaktion Online und Print
- Kundenkorrespondenz





Agenda

1. InOut Elektronische Fahrgeldmanagement Systeme (EFM)
2. Projekt ((eSIM 2020
3. Definition der Erfassungsgenauigkeit
4. Auswirkungen der Erfassungsgenauigkeit auf die Fahrgeldeinnahmen
5. Zusammenfassung

Ausprägung von EFM-Systemen heute



In Deutschland überwiegend Stufe 2:

- Fahrausweiskauf im Vorfeld vor Fahrt
- auf Chipkarte oder Smartphone
- „offenes“ ÖV-System



In EU & weltweit überwiegend Stufe 3a:

- Check-In/Check-Out (CICO)
- Abrechnung nach Fahrtende möglich
- Nutzung ohne Tarifkenntnis möglich
- „geschlossenes“ ÖV-System

EFM-Systeme mit nachgelagerter Preisberechnung und „offenem“ ÖV-System



bisherige Entwicklung bei Stufe 3b (BIBO):

- auf Chipkarte basierend
- vollständig automatisierte Fahrterfassung
- aufwendige FZG-Ausrüstung



aktuelle Entwicklung bei Stufe 3b (BIBO):

- überwiegend Smartphone konzentriert
- Unterstützung durch Nutzerhandlungen
- minimale FZG-Ausrüstung



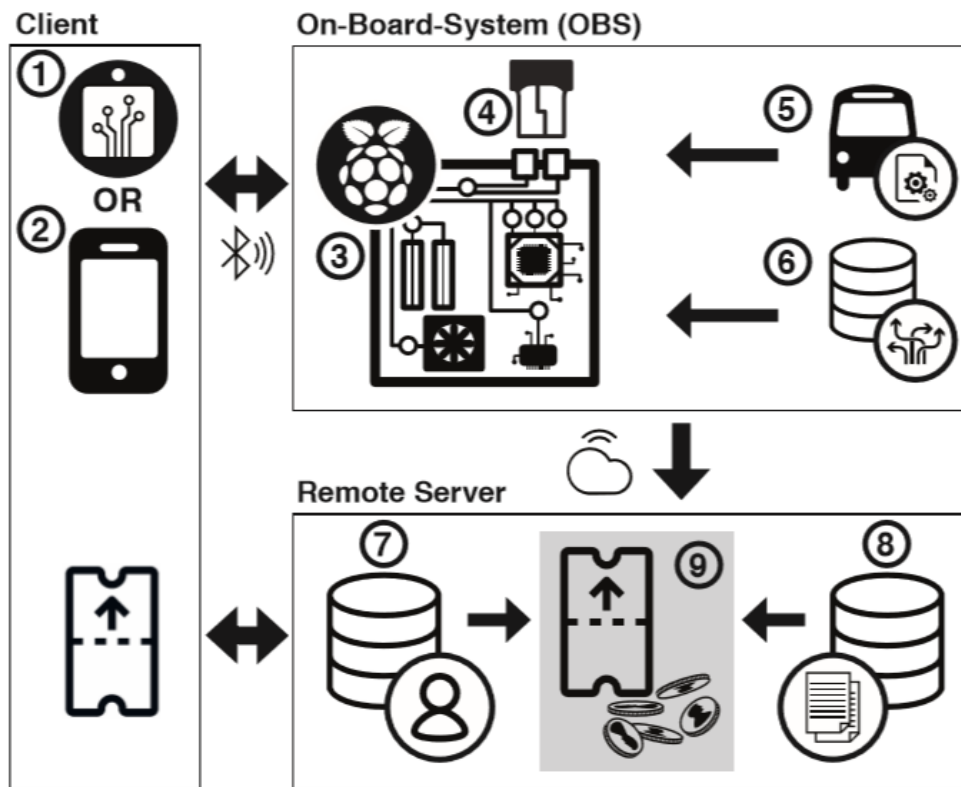
Forschungsprojekt ((eSIM 2020: Rahmenbedingungen und Ziele

- „**E**FM-**S**ystem**i**ntegration und **M**igration für den Zielhorizont **2020**“
- Laufzeit: Juni 2013 bis Juni 2016
- Be-In/Be-Out (BIBO) auf Basis von Smartphone und Chipkarte
- Verwendung der WLAN Funkkommunikation zwischen Fahrzeug und Smartphone
- Preisberechnung im Nachgang zur Fahrt
- Technologiedemonstrator und Feldtest unter Praxisbedingungen
- Projektpartner:





Prinzipschaubild BIBO-EFM-System



“Bluetooth Low Energy as Enabling Technology for Be-In/Be-Out Systems”; Narzt, Meyerhofer, Weichselbaum, Haselblöck, Höfler; 2016 13th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)



((eSIM 2020 Last- & Performancetest 2015

- Stationäre Tests auf dem Betriebshof der Verkehrsbetriebe Potsdam
- ~ 600 Fahrten
- Messung des Zeitverhaltens
- Überprüfung der funktechnischen Ausleuchtung des Fahrzeugs





((eSIM 2020 Feldversuch 2016

- Tests unter realen Betriebsbedingungen in Frankfurt a.M.
 - ~ 4.700 Fahrten
 - dedizierte Fahrzeuge
 - vorgegebene Fahrten mit Angabe der Ein- & Ausstiege
- 
- in realer Betriebsumgebung noch unzureichende Qualität der generierten Fahrtdaten/Abrechnungsdaten
 - hoch dynamisches FZG-Umfeld schwierig für Funkkommunikation
 - hohe Diversität der Smartphone Hard & Software



Wo kommt die Erfassungsgenauigkeit ins Spiel?

1. Vorgabe der Leistung durch den Kunden:

- beim papierbasierten Vertrieb
- oder EFM-Systemen der Stufe 1 und 2
- Fehler gehen zu Lasten des Kunden

2. Messen der Leistung durch das Vertriebssystem:

- EFM-Systemen Stufe 3a: in primärer Kundenverantwortung
 - transparente, überwachbare Prozesse
 - z.B. direktes Feedback bei CheckIn/CheckOut Vorgängen
- EFM-Systemen Stufe 3b: geteilte Verantwortung Kunde&System
 - nur teilweise durch den Kunden überwachbar



Definition Erfassungsgenauigkeit

Mögliche Definitionen der Erfassungsgenauigkeit:

1. preisbezogene Erfassungsgenauigkeit:

- abhängig von der Preisbildung

2. fahrt-/relationenbezogene Erfassungsgenauigkeit:

- abhängig von der Preisbildung

3. fahrtabschnittsbezogene Erfassungsgenauigkeit:

- nicht abhängig von der Preisbildung



Definition Erfassungsgenauigkeit

Definition der fahrabschnittsbezogenen Erfassungsgenauigkeit A_{TS} :

$$A_{TS} = \frac{\sum_{UM} TS_{correct}}{\sum_{UM} TS_{correct} + \sum_{UM} TS_{fault}}$$

$TS_{correct}$ Anzahl korrekt erfasster Fahrtabschnitt

TS_{fault} Anzahl falsch erfasster Fahrtabschnitte

Gewichtung der falsch erfassten Fahrtabschnitte:

$$TS_{fault} = w_{additional} * TS_{additional} + w_{missing} * TS_{missing}$$



Definition Erfassungsgenauigkeit

Beispiele für eine fahrtabschnittsbezogene Erfassungsgenauigkeit:

Beispiel	Aufgezeichnete Daten	Genauigkeit
Durchgeführte Fahrt	A → B → C → D → E	-
1	A → B → C → D → E	100%
2	B → C → D → E	75%
3	A → B → C → D	75%
4	A → B C → D → E	75%
5	X → A → B → C → D	60%
6	A → B → C → D → E → F	80%
7	E → F	0%



Erfassungsgenauigkeit

Fehlertypen aus Feldversuch ((eSIM 2020 und ihr Anteil an allen Fehlern:

Fehlertyp	Anteil an allen Fehlern
A. Fehlen der kompletten Fahrt	35 %
B. Ein oder mehrere fehlende Fahrtabschnitte	18 %
C. Ein oder mehrere zusätzliche Fahrtabschnitte	38 %
D. Sowohl ein oder mehrere fehlende sowie ein oder mehrere zusätzliche Fahrtabschnitte	9 %

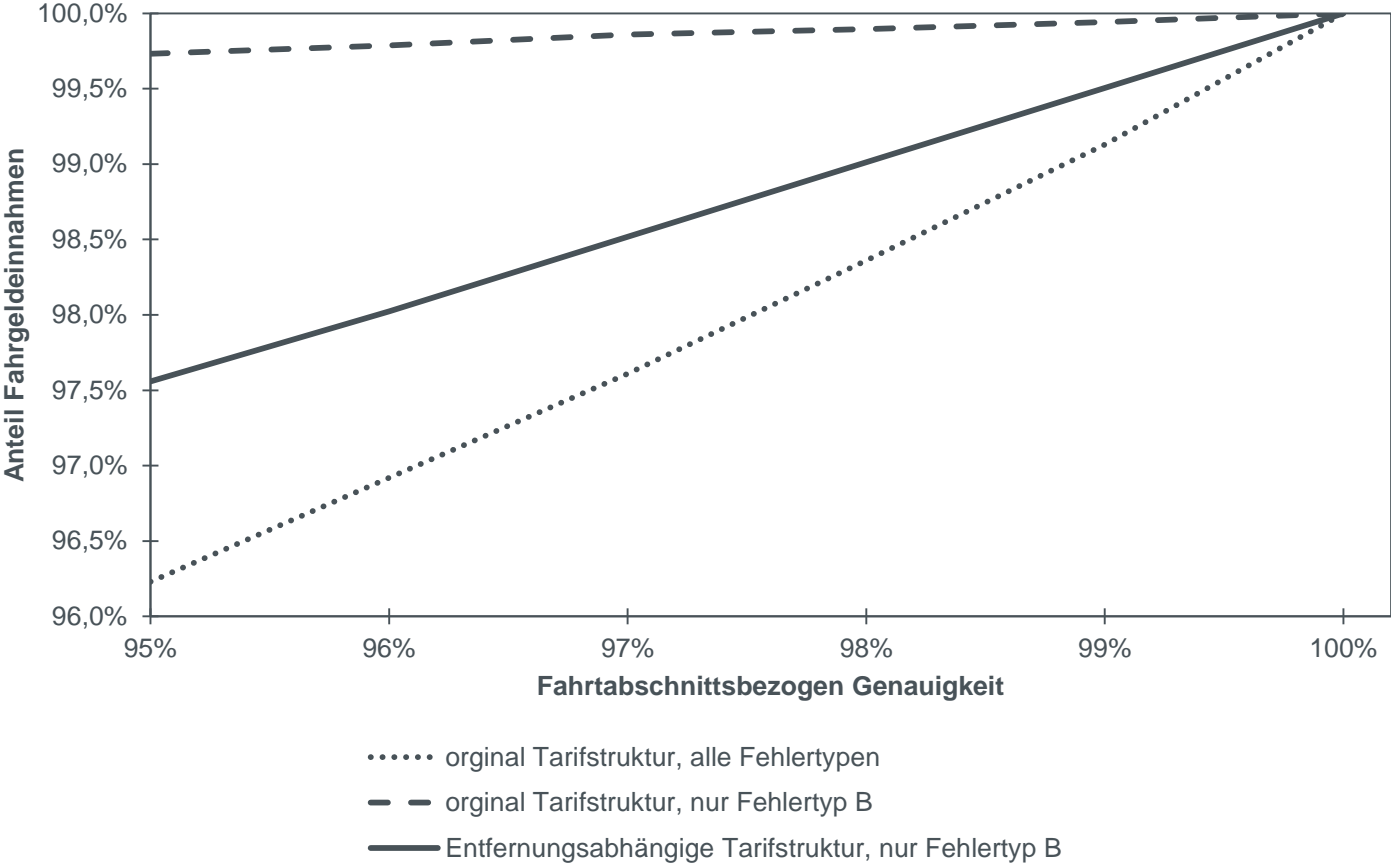


Auswirkung auf Fahrgeldeinnahmen

- Fahrten im Feldtest entsprachen nicht realen Nutzungsmustern
- Quelle für reale Nutzungsmuster: EFM-System get>>in
 - EFM-System Stufe 3a, über 10 Jahre in Hanau (HE) im Einsatz
 - Erfassung aller Ein-/Ausstiege, wurden ergänzt um alle angefahrenen Haltestellen
 - Annahme: 100% Erfassungsgenauigkeit
- Modellierung der Fehlertypen aus (((eSIM auf get>>in Daten durch numerische Simulation:
 - Daten aus Herbst 2011 genutzt, ~100.000 Fahrtabschnitte
 - Erfassungsgenauigkeit wurde variiert: 95% - 100%



Auswirkung auf Fahrgeldeinnahmen





Zusammenfassung

- EFM-Systeme mit automatischer Erfassung der Leistung unterliegen einer gewissen Erfassungsgenauigkeit
- Objektive Quantifizierung durch fahrabschnittsbezogene Genauigkeit möglich
- Auswirkungen auf die Fahrgeldeinnahmen um so größer, je räumlich granularer die Preisberechnung erfolgt
 - Preisberechnung auf Basis weiträumiger Flächenzonen wenig anfällig
 - entfernungsabhängige Preisberechnung (z.B. RMVsmart Tarif) mit höherer Anfälligkeit



ERFASSUNGSGENAUIGKEIT VON SMARTPHONEBASIERTEN BIBO-EFM-SYSTEMEN



Auf die Genauigkeit kommt es an.



Dr.-Ing. Matthias Wirtz
rms GmbH

Rhein-Main-Verkehrsverbund
Servicegesellschaft mbH
Am Hauptbahnhof 6
60329 Frankfurt am Main
www.rms-consult.de