

# Automatische Fahrgastzählung in Echtzeit als Anwendungsfall für moderne Netzwerklösungen im Fahrzeug

Eine Herausforderung für ÖPNV-Betreiber ist die verlässliche, möglichst in Echtzeit, Ermittlung von Fahrgast- und Belegungszahlen aus den Fahrzeugen. Seit einiger Zeit werden in Ausschreibungen neben klassischen AFZ-Auswertungen die Belegungsdaten erwartet, um mit diesen die Fahrgastinformation anzureichern. Mit Blick auf die Zukunft sollten Betreiber nicht in ungenaue Überbrückungslösungen investieren, sondern ihre Flotte auch für die höchsten Ansprüche mit Systemen zur Automatischen Fahrgastzählung in Echtzeit fit machen.

AFZ-Systeme gibt es seit etlichen Jahren. Die Systeme können zuverlässig mit hoher Genauigkeit die ein- und aussteigenden Personen erfassen. Klassischerweise werden die Daten für die Abrechnung und Planung der Verkehrsleistungen verwendet. AFZ-Systeme haben sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt und können heute neben Personen auch Objekte wie bspw. Fahrräder und Kinderwagen erfassen. Anzustreben ist, dass die Daten in Echtzeit an die landseitigen Systeme übertragen werden. So können die Daten sofort live für betriebliche Zwecke und Fahrgastinformation genutzt werden.

## Vergütung nach Messgenauigkeit - Ordentlich messen lohnt sich

AFZ ist das maschinelle Zählen von ein- und aussteigenden Personen und anderen Objekten an den Fahrhalten mithilfe von Sensoren in den Türbereichen der Fahrzeuge.

Daraus kann man die Menge der beförderten Personen als Linienbeförderungsfälle sowie die aktuelle Besetzung auf den Fahrtabschnitten ermitteln und anschließend die Beförderungsleistung in Form von Personenkilometern berechnen.

Hierbei spielt die Genauigkeit in allen Situationen (z.B. Gedränge) eine besonders große Rolle, wenn die Zahlen für die Einnahmeverteilung verwendet werden. Genauigkeitsansprüche und Regeln zu deren Zertifizierung sind in der VDV-Schrift VDV 457-2 beschrieben.

Bestandteil von AFZ-Systemen sind neben der Fahrzeugausrüstung zugehörige landseitige Systeme zur Datenaufnahme, -prüfung und -auswertung.

Dort durchlaufen die Daten einen definierten Verarbeitungsprozess (Bild 1), so dass aus den AFZ-Rohdaten am Ende der Verarbeitung die geprüften und nutzbaren „AFZ-Ergebnisdaten“ entstehen. Im Prozess wird dabei geprüft, ob nach der Verarbeitung auch genügend valide Fahrten je Linie und Netz erhoben wurden (Erfüllungsquote). Um auch für fehlende Fahrten, bspw. wegen fehlender Daten von einer Fahrzeugtür, Werte liefern zu können, können mittels einer Hochrechnung (definiertes statistisches Verfahren) anhand von Referenzdaten ähnlicher Fahrten Datenlücken aufgefüllt werden.

## Technische Umsetzung der AFZ in Fahrzeugen

Ein AFZ-System in einem Fahrzeug besteht aus den Sensoren an den Außen- und ggf. Übergangstüren. Sie liefern

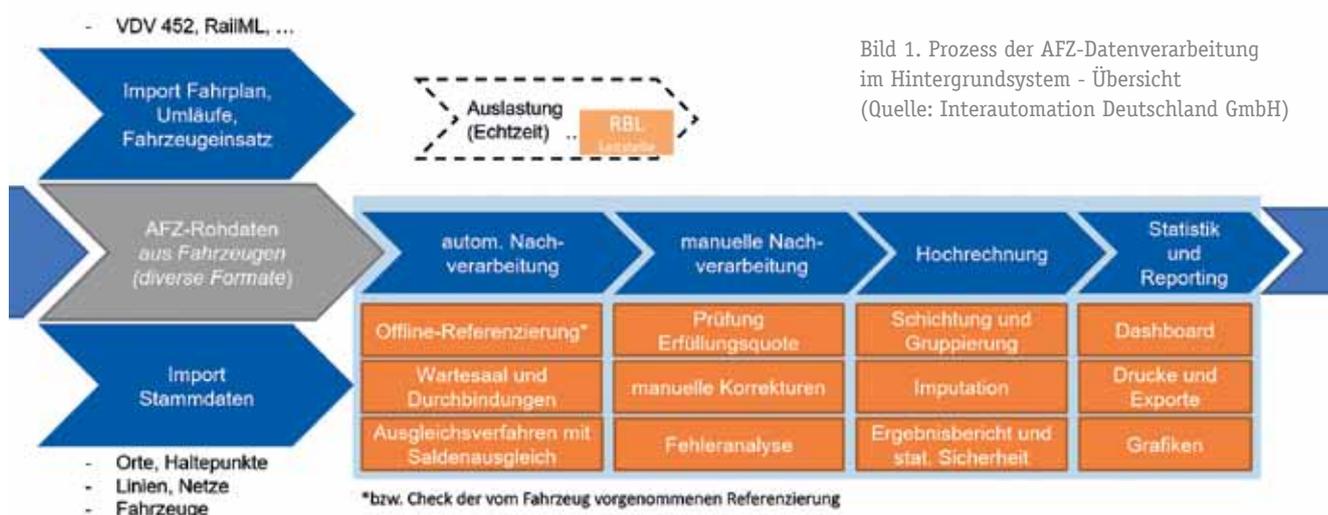


Bild 1. Prozess der AFZ-Datenverarbeitung im Hintergrundsystem - Übersicht  
(Quelle: Interautomation Deutschland GmbH)

die Zählwerte via Ethernet an einen zentralen Datensammler und Kommunikationsrechner. Dort werden die AFZ-Daten mit Positions- und Zeitdaten und optional mit weiteren Daten zur Fahrt (Linie, Kurs, Richtung) angereichert, bspw. aus dem ITCS oder Ticketingsystem.

Je nach Situation kann es dabei Systeme geben, die als komplett **Autarkes AFZ-System** mit eigener Netzwerktechnik (Ethernet, Switches) und Bordrechner/Kommunikationseinheit ausgelegt sind oder sich als **RBL-integrierte Lösung** in das bestehende Fahrzeugsystem einfügen und dessen Netzwerk-, Rechen- und Kommunikationsressourcen nutzen.

**Autarke AFZ-Systeme** kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn z.B. durch Aufgabenträger (AGT) oder Verbund eine Lösung über mehrere Verkehrsunternehmen (VU) angestrebt wird und eine RBL-Integration nicht möglich ist oder technisch aufwändig wäre. Ebenso werden diese noch oft im SPNV-Bereich realisiert, insbesondere bei Retro-Fit-Projekten. Der Vorteil dieser Lösungen liegt in ihrer Einfachheit und Unabhängigkeit von anderen Systemen. Von Vorteil sind dabei ein geringerer Abstimmungs- und Integrationsaufwand sowie eine klare Systemabgrenzung, was eine Beistellung durch den AGT bzw. den Verbund an die VU erleichtert.

Müssen Komponenten bei autarken Lösungen zusätzlich beschafft werden, ergeben sich bei **RBL-integrierten AFZ-Systemen** Vorteile aus der Mitnutzung vorhandener Komponenten (Bordrechner/Kommunikationseinheit).

Jedoch kann insbesondere dann, wenn das AFZ-System nachträglich beschafft werden soll, der Abstimmungs- und Integrationsaufwand hoch sein.

Eine **weitere, zukunftsfähige Lösung** ergibt sich durch die Nutzung eines zentralen (WLAN)-Routers als Fahrzeugservers.

### Moderne Netzwerklösungen: Fahrzeuge als mobile Rechenzentren

Fahrzeuge im ÖPNV verfügen heutzutage über eine Reihe von Systemen u.a. für ITCS und Fahrgastinformation, für Ticketing, Infotainment, AFZ- sowie Kamerasysteme (CCTV) und darüber hinaus z.B. WLAN. Diese sind bisher zumindest in Teilen als eigenständige Systeme konzipiert und bringen somit je System eigene Ressourcen wie Bordrechner, Kommunikationseinheiten, Antennen usw. mit sich. Die genutzten Komponenten verfügen aber zumeist nicht über ausreichend Rechen- und Speicherleistung, um weitere virtualisierte Applikationen aufnehmen zu können.

Sinnvollerweise sollten anstelle eigenständiger und autarker Systeme in Zukunft zentrale Lösungen zur Anwendung kommen. Aktuelle Geräte (z.B. WLAN-Router) bieten die Möglichkeiten dazu – entsprechende Software vorausgesetzt. Edge Computing-fähige Management Plattformen erlauben neben WLAN und AFZ die Installation von weiteren typischen Anwendungen, z.B. FIS und Infotainment, ggf. CCTV und reduzieren so den Bedarf an dedizierter Hardware für die jeweilige Einzelanwendung. Die Vorteile dieses Konzeptes liegen u.a. in

- zentraler Kommunikation aller Fahrzeugsysteme über ein Netzwerk und einen Datenkanal zur Landseite
- erhöhter Flexibilität bei niedrigerem Ressourcenbedarf dank virtualisierter Anwendungen.

Die Kombination eines **zentralen Fahrzeugrouters von Unwired Networks** mit der **Automatischen Fahrgastzählung von Interautomation** (vgl. Bild 2) bietet einen perfekten Einstieg in moderne, zentralisierte Netzwerkorchestrierung. **Mit einer vorausschauenden Auswahl der Router kann das System später einfach und kosteneffizient um weitere Anwendungen erweitert werden, um den maximalen Nutzen aus der zentralisierten Netzwerkarchitektur zu ziehen.**



Bild 2. Virtualisierte AFZ-Bordrechner Applikation auf WLAN-Router (Quelle Unwired Networks GmbH).

**Andreas Langenhan,**  
Interautomation Deutschland GmbH;  
**Florian Buiting,**  
Unwired Networks GmbH