



Abb. 1: Die komplette Fahrzeugflotte der ASEAG wurde mit Digitalfunkgeräten ausgestattet.

Foto: ASEAG

Die ASEAG digitalisiert den Betriebsfunk

Michael Behnke, Berlin; Thorsten Altemöller, Backnang

Die Aachener Straßenbahn- und Energieversorgungs-AG (ASEAG) ist trotz ihres Namens ein reiner Buslinienbetreiber. Jährlich befördert das Mobilitätsunternehmen nur mit Bussen mehr als 64 Millionen Fahrgäste auf 118 Linien. Auf dem knapp 2000 Kilometer langen Streckennetz verkehren 540 Busse und 16 Servicefahrzeuge; 730 Mitarbeitende sorgen dafür, dass nahezu rund um die Uhr der öffentliche Nahverkehr reibungslos läuft in der Region Aachen und über die Grenze hinaus nach Belgien und in die Niederlande. Um diese Aktivitäten zu koordinieren, braucht es eine zuverlässige, stabile Kommunikationslösung.

Wie viele ÖPNV-Unternehmen nutzte die ASEAG bislang ein in die Jahre gekommenes analoges Funksystem im 2-Meter-Band, dessen Schnittstellen nicht mehr zeitgemäß waren. Immer schwieriger gestaltete sich auch die Ersatzteilversorgung. Hinzu kam, dass die Bundesnetzagentur die analogen Funkfrequenzen abkündigt, wodurch alle Nutzer gefordert sind, in absehbarer Zukunft auf digitale Systeme umzusteigen. Damit stellt sich ihnen die grundlegende Frage: Ist für ÖPNV-Betreiber ein privates oder das öffentliche Netz die bessere Wahl?

Privates versus öffentliches Funknetz

Ein eigenes DMR-Funksystem kann nicht die Breitbandigkeit eines LTE-Netzes bieten, dafür ist es aber exklusiv – also räumlich und zeitlich frei verfügbar. Anwender können es exakt auf ihre Bedürfnisse anpassen, ohne durch die Vorgaben eines öffentlichen Anbieters eingeschränkt zu sein. Beispielsweise können sie akku-gepufferte Stromversorgungen an den Funk-Basisstationen installieren, die auch bei einem Stromausfall über mehrere Stunden die Funktionalität sicherstellt. Ein weiterer Vorteil ist die direkte Einbindung in die eigene Leitstelle per IP-Verbindung innerhalb des eigenen Serversraums.

Nach sorgfältiger Abwägung startete die ASEAG ein EU-Vergabeverfahren für ein eigenes digitales Betriebsfunksystem und schrieb es im Jahr 2021 nach ETSI-Spezifikation DMR Tier III im Rahmen eines Digitalisierungsprojekts aus. Das Ziel: Die Busse der ASEAG sowie die Unternehmen, die in ihrem Auftrag fahren, sollten im gesamten rund 770 Quadratkilometern großen Betriebsgebiet stets per Sprechfunk erreichbar sein, ebenfalls die Handfunk-

geräte der Verkehrsmeister innerhalb des Kerngebiets. Der ASEAG war es besonders wichtig, dass das neue Funksystem mit dem Betriebsleitsystem (Intermodal Transport Control System; ITCS) eng vernetzt wurde und mit den Bordrechnern, die im Rahmen eines Parallelprojekts ebenfalls erneuert wurden. Den Zuschlag für den Aufbau des Funknetzes erhielt telent. „Uns war bewusst, dass es ein anspruchsvolles Vorhaben ist, unsere gesamte Flotte während des laufenden Betriebs von analogen auf digitale Funksysteme umzustellen. Deswegen wollten wir einen etablierten Integrator von Telekommunikationslösungen im Bereich kritischer Infrastrukturen, der viel Erfahrung im Aufbau und Betrieb von DMR-Netzen und benachbarten Technologien mitbringt und dessen Lösung auf dem Funksystem von Radiodata basiert, das speziell für den ÖPNV entwickelt wurde“, erklärt Frank Standke, Projektleiter bei der ASEAG.

Viele Funktionen für reibungslose Kommunikation

Kernaufgabe des neuen DMR-Systems ist, die reibungslose Kommunikation zwischen den Mitarbeitenden zu gewährleisten, die

in der Leitstelle für die Verkehrslenkung verantwortlich sind, und den Busfahrern im Feld. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Funktionen. Notrufe werden priorisiert, damit bei einem Unfall der Busfahrer sofort mit der Leitstelle verbunden wird. Beim Überfallruf kann die Leitstelle unbemerkt per Mikrophon mithören. Über den Nahbereichsruf können sich zwei Kollegen, die dieselbe Haltestelle anfahren, kurz abstimmen, um ihren Fahrgästen ein sicheres Umsteigen zu ermöglichen. Eine zusätzliche Schnittstelle zur TK-Anlage würde eine netzübergreifende Kommunikation zu externen Teilnehmern wie Polizei oder anderen Notfallkräften ermöglichen. Bordrechner und Funkgeräte sind über eine IBIS-IP-Schnittstelle miteinander gekoppelt, die sowohl das Sprachsignal zwischen den Benutzern via Internet (Radio over IP, RoIP) als auch die Rufsteuerung überträgt. Die speziell für den Einsatz im ÖPNV entwickelten Funkgeräte können außerdem Telegramme zur Ampelsteuerung (LSA-Telegramme) nach VDV-Norm aussenden, damit die Busse in der Verkehrssteuerung Vorfahrt erhalten; sie lassen sich per Mobilfunk oder WLAN durch den Bordrechner automatisch updaten.

Die Basisstationen des DMR-Funksystems DIPRA (Digital Professional Radio), das die ASEAG verwendet, arbeitet in Gleichwellen-Technik. Das bedeutet: Die an zwölf



Zum Autor

Michael Behnke ist seit 1998 bei der Radiodata GmbH tätig. Er ist Leiter Vertrieb und Marketing sowie Prokurist im Unternehmen. Behnke wirkt aktiv in einem DIN-Normungsgremium und im PMeV mit. Er hat ein Studium der Nachrichtentechnik und Wirtschaftsingenieurwesen an der HTW in Berlin absolviert.



Zum Autor

Thorsten Altemöller ist seit Anfang 2021 Account Director Industry & Public Safety bei der telent GmbH. Seine beruflichen Stationen haben ihn in die Bereiche Produktmanagement, technische und betriebliche Leitung, Geschäftsentwicklung und Vertrieb geführt. Altemöller hat ein Studium der Nachrichtentechnik an der FHT in Mannheim absolviert.

Standorten installierten Basisstationen nutzen dieselben Frequenzpaare. Das begrenzt zwar die Gesamtkapazität, doch durch dieses Verfahren kann das Funksystem jederzeit erweitert werden, ohne dass es neuer Frequenzen bedarf. Außerdem ist ein Handover ohne Gesprächsunterbrechung garantiert. Die Basisstationen besitzen zudem eine Notstromversorgung, durch die die Leitstelle auch bei Stromausfall mindestens zwölf Stunden lang mit den Bussen den Kontakt aufrechterhalten und

die Flotte steuern kann. Das ist besonders relevant, wenn beispielsweise Busunternehmen im Krisenfall für Evakuierungen eingesetzt werden.

Eine digitale Funkvermittlung verwaltet alle Funkteilnehmer, steuert die Basisstationen und stellt sämtliche Schnittstellen zu weiteren Systemen zur Verfügung. Da sie direkt mit dem ITCS verbunden ist, kann sie unter anderem die im ITCS verfügbaren Teilnehmer abbilden und erlaubt

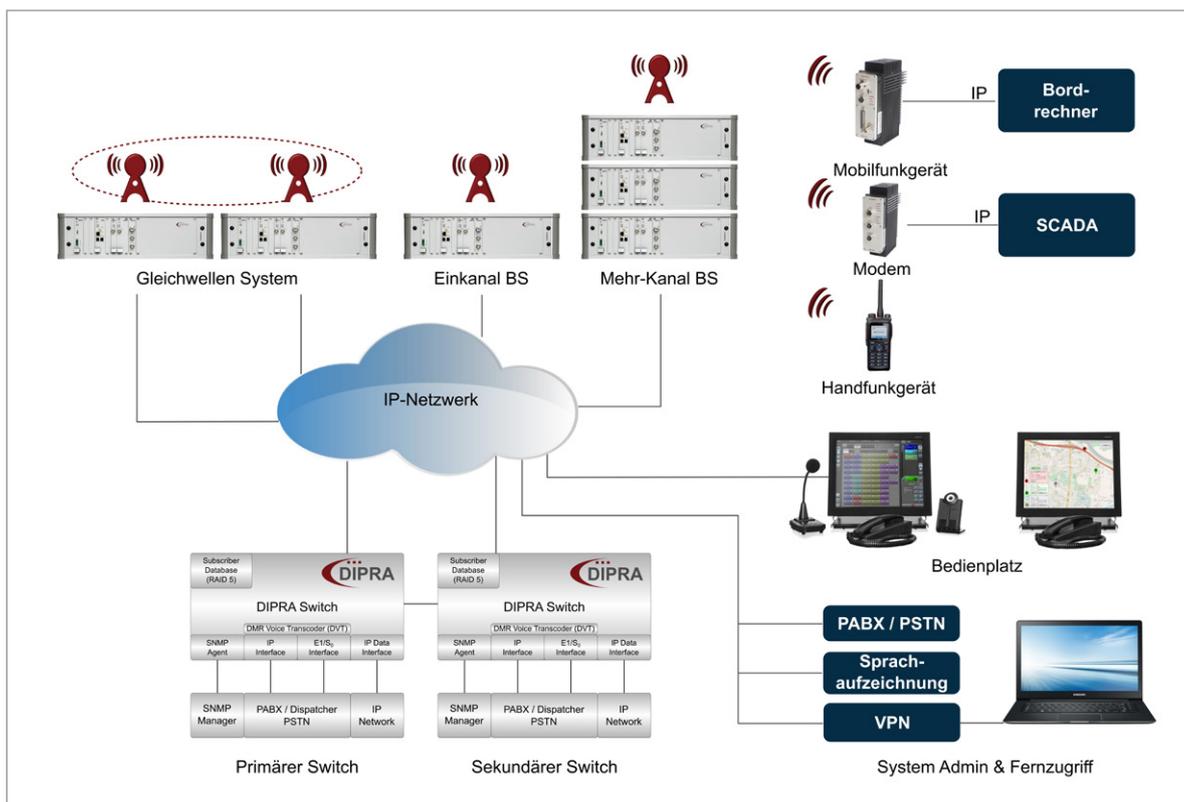


Abb. 2: Schematische Darstellung eines DIPRA-Funksystems von Radiodata. Grafik: Radiodata

es den Disponenten, direkte Gruppen- und Linienrufe aufzubauen. Selbst wenn das ITCS ausfällt und erwartet wird, kann die Sprachkommunikation über separate Funk-Bedienplätze mit eigenen Touchscreen-Monitoren weiterlaufen. Die Funkvermittlung kann – wie im Fall der ASEAG – als hochverfügbares System in redundanter Ausführung auf der Servertechnik von Radiodata laufen oder vollständig im Rechenzentrum des Kunden – mit Ausnahme der Sprach-Transcoder. Die ASEAG hat zusätzlich eine zweite Funkvermittlung im Cold-Standy-Betrieb aufgebaut.

Weiche Migration statt Umstellung auf einen Schlag

Für den Aufbau, die Inbetriebnahme und die Integration des digitalen Betriebsfunktels war telent verantwortlich. Eine Herausforderung war es, die Schnittstellen zwischen Funksystem und ITCS sowie zwischen den Funkgeräten und den Bordrechnern anzupassen und einzurichten. Dafür arbeiteten der ITCS-Hersteller IVU, telent und Radiodata Hand in Hand. Trotz der durch die Corona-Pandemie ins Stocken geratenen Lieferketten wurde das Funksystem termingerecht aufgebaut und in Betrieb genommen. Eine Flotte mit mehr als 500 Fahrzeugen lässt sich nicht auf einen Schlag im laufenden Betrieb umrüsten. Deswegen erfolgte zunächst ein Probetrieb mit 20 Bussen, bei dem alle Funktionen getestet wurden. Daran schloss sich eine „weiche“ Migration an, bei der alle Fahrzeuge, einschließlich der Subunternehmer, umgebaut und die Disponenten schrittweise auf das neue Funksystem aufgeschaltet wurden. Die Abnahme des Gesamtsystems erfolgte wie geplant Frühjahr 2023.

Es ist unbestreitbar: Digitale Infrastruktur zu errichten, ist für Unternehmen aufwändig. Das bei ASEAG installierte System kann per Softwareupdate um die Funktion „Mandantenfähigkeit“ erweitert werden, dies ermöglicht die Verteilung der Kosten auf mehrere Schultern. Typischerweise passt das für Stadtwerke mit verschiedenen Abteilungen, wie ÖPNV und Energieversorger, oder Unternehmen in direkter Nachbarschaft, die über wenige zusätzliche Basisstationen eingebunden werden können. Die Mehrfachnutzung spart allen Beteiligten Geld. Die Mandantenfähigkeit des DIPRA-Systems stellt sicher, dass jeder Disponent nur die ihm zugeordneten Kollegen rufen kann. Allerdings: Im Havariefall können auch Teilnehmer von unterschiedlichen Nutzern zusammengeschaltet werden. Konflikte zwischen mehreren Anwendern lassen sich bereits im Vorfeld verhindern, indem die Kapazität des Funksystems rechtzeitig angepasst wird. Der wirtschaftliche Aufwand für die Umstellung auf DMR-Funk lässt sich darüber hinaus auch durch Fördergelder reduzieren, bei deren Beantragung telent als Integrator unterstützt.

Für eine effiziente, zuverlässige Betriebsführung ist der große Buslinienbetreiber jetzt mit einem leistungsfähigen digitalen Betriebsfunktelsystem ausgestattet. „Die Rufaufbauzeiten sind kurz, die Sprachqualität hoch und die Funktionalitäten vielfältig. Wir haben uns während der komplexen Anbindung durch die Funksysteme an Leitstelle und Bordrechner immer gut betreut gefühlt“, ist das positive Resümee von Frank Standke. Für eine hohe Verfügbarkeit des Systems sind viele Rückfallebenen eingebaut, die sicherstellen, dass bei Teilausfällen die Auswirkungen auf das Gesamtsystem so gering wie möglich sind. Sollte es dennoch dazu kommen, stellt telent mit einem 24/7-Service und bundesweiter Präsenz sicher, dass Fehlfunktionen per Fernwartung oder ein Ersatzteilaustausch vor Ort in kürzester Zeit behoben werden. Die ASEAG bleibt mit dem eigenen digitalen Betriebsfunktelsystem flexibel für die Anforderungen der Zukunft, denn das Netz lässt sich sowohl bei der Kapazität, der Funkversorgungsfläche als auch bei der Einbindung weiterer Aufgaben und Nutzer problemlos erweitern.

Was ist DMR Tier III?

Die ETSI-Spezifikation DMR definiert digitale Betriebsfunktelsysteme in drei Komplexitätsgraden: Tier I ermöglicht direkte Kommunikation zwischen Endgeräten, während Tier II die Reichweite durch Nutzung von Repeatern vergrößert. DMR Tier III definiert komplexe Funknetze mit Funkvermittlung, Disponentenplätzen, Telefonschnittstelle, Gleichwellen-Basisstationen, Multi-Carrier-Basisstationen, sicherem Notruf, Authentifizierung, Voll duplex-Betrieb, Datenübertragung et cetera. Für sicherheitskritische Funksysteme sind DMR Tier III-Systeme die beste Wahl. Radiodata arbeitet an der Spezifikation aktiv mit und hat spezielle Funktionalitäten eingebracht. Technisch ermöglicht DMR mittels TDMA zwei Kommunikationskanäle auf einem 12,5 kHz breiten HF-Träger.

Zusammenfassung/Summary

Die ASEAG digitalisiert den Betriebsfunk

Die ASEAG kommuniziert in ihrem Betriebsgebiet über ein DMR-Funksystem mit ihren Busfahrern und Verkehrsmeistern. Auftragnehmer und Systemintegrator ist die telent GmbH. Das Funksystem stammt von Radiodata, dem einzigen Unternehmen, das in Deutschland DMR-Tier III-Systeme entwickelt und fertigt. Besonders wichtig war der ASEAG die enge Integration in das ITCS-System sowie ÖPNV-spezifische Funktionen wie Notruf und Überfallruf, Gruppen- und Linienrufe, die IBIS-IP-Schnittstelle zum Bordrechner sowie separate Disponentenplätze als Rückfallebene bei Ausfall des ITCS.

ASEAG digitizes company radio

In its operating area, ASEAG communicates via a DMR radio system with its bus drivers and traffic masters. Contractor and system integrator is telent GmbH. The radio system is manufactured by Radiodata, the only company which develops and manufactures DMR-Tier III systems in Germany. For ASEAG, close integration into the ITCS-system as well as public transport-specific functions such as emergency calls, group- and regular calls, the IBIS-IP-interface to on-board computer and separate dispatcher positions as a fallback level in case of ICE failure were particularly important.